



**INCIDENCIA DE LA INVESTIGACIÓN ESCOLAR EN EL DESARROLLO DE LA
COMPETENCIA CIENTÍFICA: EXPLICACIÓN DE FENÓMENOS- EVALUADA
EN ESTUDIANTES DE GRADO 10-2 DE LA I. E. IRACÁ**

LIDA BUSTOS ANZOLA

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MANIZALES

FACULTAD DE ESTUDIOS SOCIALES Y EMPRESARIALES

MAESTRÍA EN ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS

MANIZALES, CALDAS

2024

INCIDENCIA DE LA INVESTIGACIÓN ESCOLAR EN EL DESARROLLO DE LA
COMPETENCIA CIENTÍFICA: EXPLICACIÓN DE FENÓMENOS- EVALUADA EN
ESTUDIANTES DE GRADO 10-2 DE LA I. E. IRACÁ

Autora

LIDA BUSTOS ANZOLA

Proyecto de grado para optar al título de Magister en Enseñanza de las Ciencias Naturales

Asesora:

DIANA E. GALLEGO MADRID

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MANIZALES

FACULTAD DE ESTUDIOS SOCIALES Y EMPRESARIALES

MAESTRÍA EN ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS

MANIZALES, CALDAS

2024

RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo de potenciar la competencia científica, explicación de fenómenos, en estudiantes del grado 10-2 de la Institución Educativa Iracá con el desarrollo de una propuesta de investigación escolar cuyo problema de investigación se toma del Proyecto Ambiental Escolar (PRAE) de la Institución Educativa, PRAE que en su capítulo “*rescatemos el fitoplacton presente en el afluente y efluente del caño iraca como herramienta indicadora de la calidad del agua afectada por la comunidad de la institución educativa iraca en el municipio San Martín de los llanos – meta*” (Institución Educativa Iracá, 2012, p.81) recomienda a la Institución, analizar el impacto antrópico sobre el caño Iracá, ya que las aguas provenientes de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR), se vierten en él.

Para lograrlo se desarrolla la unidad didáctica: “*Macroinvertebrados presentes en el caño Iracá, empleados como indicadores de la calidad del agua*” donde se analiza el desarrollo de la competencia científica explicación de fenómenos siguiendo las características de las dimensiones conceptual, metodológica, actitudinal e integrada propuestas por Cañal (2012), las cuales se relacionan a la vez con las competencias evaluadas por el ICFES en las pruebas SABER y que se presentan en el documento: Marco de Referencia Pruebas Saber 11 (2019); como resultado del desarrollo de la unidad didáctica, se evidencia que la dimensión actitudinal es primordial para lograr potenciar las otras dimensiones y por tanto, lograr potenciar la competencia científica – explicación de fenómenos.

En cuanto a la investigación escolar, se fundamenta en los planteamientos de la Investigación como estrategia pedagógica (IEP), siguiendo los pasos propuestos por el programa ONDAS mencionados en Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación (Colciencias, 2018), por ello, esta estrategia genera motivación entre los estudiantes que durante la ejecución de cada una de las etapas reconocen que los procesos de investigación requieren tiempo y análisis, por lo tanto las conclusiones no son tan inmediatas como se desea, siendo relevante, nuevamente la dimensión actitudinal propuesta por Cañal (2012).

Palabras clave: investigación escolar, competencia científica, explicación de fenómenos, metodología, dimensión actitudinal.

ABSTRACT

The present proposal aims to apply the school research methodology in order to enhance the scientific competence and explanation of phenomena, in students of the grade 10-2 at the Iracá Educational Institution. The problem for the development of research is taken from the Escolar environmental project (Proyecto Ambiental Escolar PRAE), which in the chapter "rescatemos el fitoplacton presente en el afluente y efluente del caño Iracá como herramienta indicadora de la calidad del agua afectada por la comunidad de la institución educativa iraca en el municipio San Martin de los Llanos – Meta" (translated as "Rescuing the phytoplankton present in the inflow and outflow of the Iracá stream as an indicator tool for water quality affected by the community of Iracá Educational Institution in the municipality of San Martin de los Llanos - Meta" from Iracá Educational Institution, 2012, p.81), recommends the analysis of the anthropic impact on the Iracá stream, where the wastewater from the Wastewater Treatment Plant (WWTP) is discharged.

To achieve this, the didactic unit "Macroinvertebrates present in the Iracá stream, used as indicators of water quality" is developed, in which the development of the scientific competences of explaining phenomena is analyzed following the characteristics of the conceptual, methodological, attitudinal, and integrated dimensions proposed by Cañal (2012), which are also related to the learning requirements demanded by ICFES in the SABER tests, as presented in the Saber 11 Test Reference Framework Document (2019). As a result, it is evident that the attitudinal dimension is essential to enhance the other dimensions and, consequently, to enhance the scientific competence and the labor of explaining phenomena.

Regarding the category of school research, the research is implemented as a pedagogical strategy (IEP), following the steps proposed by the ONDAS program mentioned in the Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación (Administrative Department of Science, Technology, and Innovation) (Colciencias, 2018), thereby, this strategy generates motivation among the students who, during the execution of each stage, recognize that research processes require time and analysis, and therefore, the conclusions are not as immediate as desired, being relevant once again, the attitudinal dimension proposed by Cañal (2012).

Keywords: school research, scientific competence, explanation of phenomena, methodology, attitudinal dimension.

TABLA DE CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN.....	10
2	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	13
3	PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	26
4	OBJETIVOS.....	27
4.1	OBJETIVO GENERAL	27
4.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS:	27
5	JUSTIFICACIÓN.....	28
6	MARCO TEÓRICO	31
6.1	PERSPECTIVAS DE LAS COMPETENCIAS CIENTÍFICAS.....	31
6.2	INVESTIGACIÓN ESCOLAR	46
7	METODOLOGÍA.....	51
7.1	ENFOQUE METODOLÓGICO	51
7.2	POBLACIÓN, CONTEXTO Y MUESTRA.....	53
7.3	CONSIDERACIONES ÉTICAS.....	54
7.4	UNIDAD DE ANÁLISIS.....	54
7.5	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN	55
7.6	DISEÑO METODOLÓGICO	58
7.6.1	Fase 1	58
7.6.2	Fase 2.....	58
7.6.3	Fase 3.....	58
7.6.4	Fase 4.....	59
8	UNIDAD DIDÁCTICA A DESARROLLAR EN LA FASE 3	60
8.1	MOMENTO 1	60
8.2	MOMENTO 2	61
8.2.1	Tema unidad didáctica.....	61
8.2.2	Objetivo de Aprendizaje.....	61

8.2.3	Macroinvertebrados presentes en el caño iracá, empleados como indicadores de la calidad del agua	63
8.3	Momento 3 o de comunicación de los resultados de la investigación:.....	65
9	PLAN DE ANÁLISIS	67
10	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	68
11	CONCLUSIONES.....	86
12	RECOMENDACIONES	88
13	REFERENCIAS	90
14	ANEXOS	96

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Resultados pruebas Saber 11 años 2016-2017 comparado con los años 2020- 2021 I. E Iracá – Porcentaje de estudiantes por niveles de desempeño Ciencias Naturales	15
Tabla 2. Características de las dimensiones conceptual, metodológica, actitudinal e integrada	35
Tabla 3. Matriz de referencia pruebas Saber 11 – Competencia científica – explicación de fenómenos.....	41
Tabla 4. Relación Competencia científica – explicación de fenómenos – entorno vivo pruebas Saber 11 con las dimensiones científicas propuestas por Cañal (2012).....	44
Tabla 5. Metodologías con enfoque en investigación	50
Tabla 6. Instrumentos para la recolección de información en la categoría investigación escolar.....	56
Tabla 7. Instrumentos para la recolección de información en la categoría competencia científica	57
Tabla 8. Instrumento organización de la información investigación escolar	62
Tabla 9. Instrumento para determinar el BMWP	63
Tabla 10. Matriz de resultados	67
Tabla 11. Matriz de resultados iniciales	68
Tabla 12. Matriz de resultados finales.....	76

LISTA DE IMÁGENES

Imagen 1. Respuesta del participante P1 a la pregunta 1	69
Imagen 2. Respuesta del participante P2 a la pregunta 1	70
Imagen 3. Respuesta del participante P5 a la pregunta 2	70
Imagen 4. Respuesta del participante 3 a la pregunta 2.....	71
Imagen 5. Respuesta del participante P5 a la pregunta 3	71
Imagen 6. Respuesta del participante P3 a la pregunta 3	72
Imagen 7. Respuesta del participante P2 a la pregunta 4	72
Imagen 8. Respuesta del participante P4 a la pregunta 5	73
Imagen 9. Respuesta del participante P2 a la pregunta 5	73
Imagen 10. Primera bitácora del grupo al que pertenece el participante 5.....	74
Imagen 11. Primer formato de observación docente del trabajo de campo para los participantes P1, P2 y P3	75
Imagen 12. Respuesta del participante 1 a la pregunta 1 en la prueba final.....	76
Imagen 13. Respuesta del participante P1 a la pregunta 2 en la prueba inicial.....	77
Imagen 14. Respuesta del participante P1 a la pregunta 2 en la prueba final	77
Imagen 15. Respuesta del participante 1 a la pregunta 3 en la prueba final.....	78
Imagen 16. Respuesta del participante P1 a la pregunta 4 en la prueba final	78
Imagen 17. Respuesta del participante 1 a la pregunta 5 en la prueba final.....	79
Imagen 18. Bitácora final	79
Imagen 19. Formato docente final.....	82

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Diseño metodológico	59
Figura 2. Momentos para el desarrollo de la investigación escolar realizada por los estudiantes.	66

LISTA DE FOTOGRAFIAS

Fotografías 1. Introducción de nuevos conocimientos	80
Fotografías 2. Colecta de macroinvertebrados	80
Fotografías 3, Identificación y clasificación de macroinvertebrados	81

LISTA DE ANEXOS

Anexo A. Carta solicitud de acceso a la i.e	96
Anexo B. Consentimiento y asentimiento de la participación de los estudiantes en la investigación.....	97
Anexo C. Prueba diagnóstica.....	98
Anexo D. Pauta de la prueba diagnóstica	100
Anexo E. Formato docente: Observacion trabajo de campo	105
Anexo F. Bitácora digital	107
Anexo G. Autoevaluación	109
Anexo H. Evaluación cualitativa	110

1 INTRODUCCIÓN

El desarrollo de las competencias científicas es un reto que asumen diariamente los maestros de ciencias naturales en su práctica de aula, estas competencias son definidas por Hernández (2005) como: “el conjunto de saberes, capacidades y disposiciones que hacen posible actuar e interactuar de manera significativa en situaciones en las cuales se requiere producir, apropiar o aplicar comprensiva y responsablemente los conocimientos científicos” (p.18). A la vez se define la competencia científica sobre la explicación de fenómenos como: “la capacidad de construir explicaciones y comprender argumentos y modelos que den razón de fenómenos, y de establecer la validez o coherencia de una afirmación o de un argumento relacionado con un fenómeno o problema científico” (ICFES, 2019a, p.8). Para evidenciar el desarrollo de esta competencia, las pruebas SABER 11°, realizada anualmente por El Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación (ICFES), evalúa: “Modelar fenómenos de la naturaleza basado en el análisis de variables, la relación entre dos o más conceptos del conocimiento científico y de la evidencia derivada de investigaciones científicas” (ICFES, 2019a, p.24). Así mismo estas pruebas evalúan el “Explicar cómo ocurren algunos fenómenos de la naturaleza basado en observaciones, en patrones y en conceptos propios del conocimiento científico” (ICFES, 2019a, p.20), y para los componentes de procesos vivos, físicos y químicos, y para el componente de Ciencia, Tecnología y Sociedad se evalúa “Analizar el potencial del uso de recursos naturales o artefactos y sus efectos sobre el entorno y la salud, así como las posibilidades de desarrollo para las comunidades” (ICFES, 2019a, p.38).

Para el planteamiento del problema de este trabajo, inicialmente se describe el desempeño de los estudiantes teniendo en cuenta los resultados de las Pruebas SABER 11° realizada anualmente por El ICFES, donde se compara los resultados de las pruebas durante los años 2016 – 2017 y los años 2020-2021; en la prueba SABER para Ciencia Naturales, se observa que el 70% de los estudiantes obtienen resultados en el nivel bajo, esto según el Reporte de Resultados Históricos del Examen Saber 11 para establecimientos educativos (Ministerio de Educación Nacional [MEN], 2022b). En el análisis de pruebas Saber del año 2017 se encontró, por ejemplo, que los estudiantes de grado once de la I.E. Iracá, en cuanto

al aprendizaje de modelar fenómenos de la naturaleza y explicar cómo ocurren los fenómenos en los procesos vivos, físicos y químicos, se ubican en nivel de desempeño bajo, debido a que presentan entre el 40% y el 70% de respuestas incorrectas (MEN, 2018).

En cuanto a la investigación escolar desarrollada con los estudiantes en este trabajo, se retoma la estrategia del programa ONDAS de Colciencias y su objetivo de “promover en niños, niñas y jóvenes el interés por la investigación y el desarrollo de actitudes y habilidades que les permitan insertarse activamente en una cultura de la ciencia, la tecnología y la innovación” (Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, [Minciencias], 2021) y ésta se desarrolla por fases: en la fase 1 se planifica lo que se va a hacer, la fase 2 es de actuación y la fase 3 es de comunicación.

Teniendo en cuenta lo anterior, este trabajo se realiza desde el enfoque cualitativo y se desarrolla a partir de la aplicación de una unidad didáctica denominada “*Macroinvertebrados presentes en el caño Iracá, empleados como indicadores de la calidad del agua*”, tomando datos o información para las categorías de investigación escolar y competencia científica con la aplicación de los instrumentos denominados: prueba diagnóstica, observación trabajo de campo y bitácora. Los resultados obtenidos son analizados por triangulación metodológica para finalmente concluir que desarrollar procesos de investigación en el aula es motivante para los estudiantes, aunque desean resultados inmediatos y al no obtenerlos en el momento que desean, genera desmotivación, es decir, que la dimensión actitudinal (Cañal, 2012) presenta mayor relevancia en comparación con las dimensiones conceptual, metodológica y procedimental; además el proceso de investigación realizado permitió potenciar la competencia científica explicación de fenómenos, especialmente en aquellos participantes que se mantuvieron más motivados durante el proceso. Como retroalimentación del ejercicio realizado se exalta la necesidad de desarrollar la investigación escolar como estrategia metodológica de enseñanza y aprendizaje, integrando diferentes áreas de conocimiento en la ejecución de las etapas de la investigación escolar, como por ejemplo para la comunicación de la información y para la construcción del folleto se realizó en conjunto con la docente de Tecnología e Informática.

También con el desarrollo de la investigación escolar, se evidenció el desarrollo en la dimensión conceptual cuando los estudiantes se apropiaron del tema y se les facilitó explicarlo a otras personas empleando sus propias palabras, de igual forma se evidenció el fortalecimiento de las dimensiones metodológica y procedimental observada en el manejo del estereoscopio, la identificación de los macroinvertebrados hasta el taxon orden y durante la organización de la información para determinar la calidad del agua del caño Iracá pero en primer lugar como dimensión de mayor relevancia está la dimensión actitudinal porque de ella depende en gran medida el éxito de la investigación y el desarrollo de las diferentes competencias.

2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Mejorar el desarrollo de competencias científicas es uno de los retos de la educación actual, para el caso de Ciencias Naturales, las pruebas de estado en Colombia: Pruebas SABER 11°, evalúan las competencias científicas: uso de conceptos, explicación de fenómenos e indagación en los procesos vivos, físicos, químicos y CTS (Ciencia, Tecnología y Sociedad). Para el presente proyecto se describe la problemática para el desarrollo de la competencia científica: explicación de fenómenos y cómo desde la metodología de Investigación escolar se hace necesario dinamizar el proceso de enseñanza y aprendizaje para mantener despierta la curiosidad de los estudiantes durante las clases de Ciencias Naturales, generando una cultura de reconocimiento de la ciencia y su importancia para comprender los fenómenos del contexto y que a la vez, se hace necesario analizar los resultados que obtienen los estudiantes en las Pruebas SABER, demostrando la necesidad de fortalecer las competencias científicas desde la investigación escolar.

La prueba Saber 11 evalúa el desarrollo de competencias en los estudiantes y como elemento para orientar los procesos de enseñanza de aprendizaje hacia la calidad educativa, es decir que no sólo evalúa al estudiante sino también a la institución educativa y la población en cuanto al contexto socioeconómico, es por ello que se destaca que:

La prueba de ciencias naturales no pretende evaluar conocimientos científicos en sentido estricto, sino la capacidad de los estudiantes para reconstruir significativamente el conocimiento existente, razonar, tomar decisiones, resolver problemas, pensar con rigurosidad y valorar de manera crítica el conocimiento y sus consecuencias en la sociedad y en el ambiente. (ICFES, 2019b, p. 39)

Para el caso de Ciencias Naturales las pruebas Saber evalúan 3 competencias científicas: Uso de conceptos, explicación de fenómenos e indagación, en los componentes: procesos vivos, procesos químicos, procesos físicos, Ciencia tecnología y sociedad en los diferentes niveles académicos, además partiendo de que la ciencia y la tecnología propician el desarrollo de los pueblos y ellas se dan gracias al conocimiento científico que se tenga,

“esta formación proporciona las herramientas necesarias para conocer y comprender el entorno y aportar a su transformación desde una postura crítica y ética” (ICFES, 2019a, p.17).

En el marco de las estrategias para el mejoramiento de las Pruebas Saber el Ministerio de Educación Nacional – MEN, desarrolla la estrategia DIA-E¹ (2020), buscando que la comunidad educativa reflexione en cuanto al proceso enseñanza y aprendizaje de los estudiantes y la corresponsabilidad de la comunidad, la familia y la sociedad en general, para ello orienta diferentes actividades que se desarrollan durante una jornada escolar para docentes y otra para comunidad educativa, donde a partir del análisis de pruebas SABER 11² se genera una ruta de trabajo que lleve al fortalecimiento de debilidades detectadas. Estas pruebas son aplicadas dos veces al año, una vez por cada calendario escolar, las realiza el ICFES, evaluando el desempeño de los estudiantes en las competencias definidas por el MEN y de acuerdo con sus resultados aporta al estudiante elementos de orientación para su proyecto de vida, pero a la vez monitorea la calidad de la educación en los establecimientos educativos del país permitiendo la generación de políticas educativas.

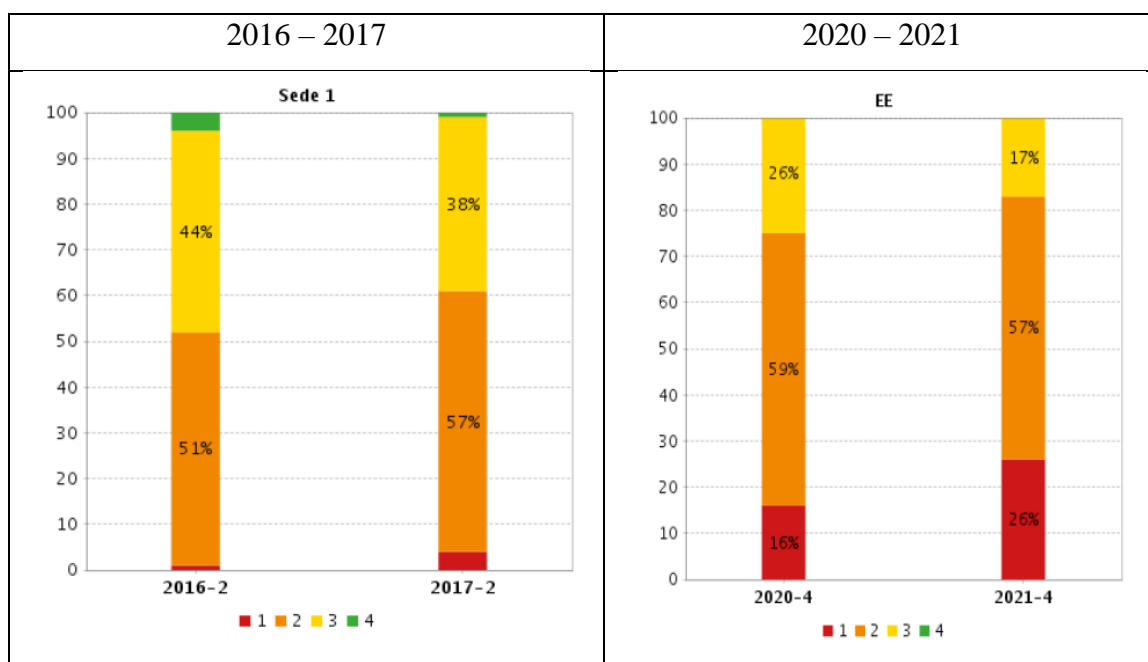
Los resultados de la Institución Educativa Iracá (de ahora en adelante I.E. Iracá), de las pruebas saber 11 entre los años 2020- 2021 (durante la pandemia provocada por el virus sars-cov-2) comparado con los años 2016- 2017, evidencia un aumento en el porcentaje de estudiantes que no alcanzaron el nivel de desempeño mínimo en las competencias

¹ El día-E, reúne a la comunidad educativa con el fin de reflexionar en cuanto al Sistema Institucional de Evaluación (SIE), la evaluación en el aula y en general todas las prácticas pedagógicas para finalmente generar una ruta de trabajo con estrategias que permitan el mejoramiento institucional.
<http://aprende.colombiaaprende.edu.co/es/siempre diae/86400>

² Se puede consultar en ICFES (2022a): https://www.mineduccion.gov.co/1759/w3-article-397384.html?_noredirect=1

evaluadas en Ciencias Naturales, lo cual indica que presentan un porcentaje de respuestas incorrectas superior al 70%, tal como se muestra en la siguiente **Tabla 1**:

Tabla 1. Resultados pruebas Saber 11 años 2016-2017 comparado con los años 2020- 2021 I. E Iracá – Porcentaje de estudiantes por niveles de desempeño Ciencias Naturales



Nota. Cuando el porcentaje de respuestas incorrectas es inferior al 20% el estudiante se encuentra en nivel de desempeño avanzado (color verde), si el porcentaje de respuestas incorrectas está entre el 20% y el 40% el estudiante se encuentra en el nivel de desempeño satisfactorio (color amarillo) cuando el porcentaje de respuestas incorrectas se encuentra entre el 40 y el 70% el estudiante se ubica en el nivel de desempeño mínimo (color naranja), finalmente si el porcentaje de respuestas incorrectas es superior al 70% el estudiante se ubica en el nivel de desempeño insuficiente (color rojo) (MEN, 2018).

Es así como cada año, en las semanas de trabajo institucional, programadas por cada establecimiento educativo en Colombia durante el año escolar, se plantea el desarrollo de acciones para que los estudiantes afiancen sus conocimientos y se promueva el desarrollo de las competencias, realizando ejercicios de simulacros tomadas de preguntas liberadas de pruebas SABER con el fin de mejorar los resultados, pero estas acciones no han tenido un

éxito significativo, ya que posiblemente no se ha tenido en cuenta que el ICFES evalúa cada competencia a partir del análisis, interpretación y descripción de situaciones, es decir que cada pregunta en su estructura presenta una situación problema de la cual se da una tarea, argumento o cuestionamiento y la evidencia es la que sustenta la respuesta correcta (ICFES, 2019b).

Además, se ha planteado que muchos estudiantes de la I.E. Iracá ingresan al colegio en grado décimo y su formación en el nivel básico (grados 1° a 9°) se ha desarrollado en la zona rural, por lo que no han tenido continuidad en el proceso formativo en la I.E., por tanto no alcanzan a desarrollar estas competencias durante la educación media (grado 10° y 11°) donde se evidencia que a los estudiantes les cuesta relacionar la teoría con la práctica y no realizan argumentación propia debido a que recurren a la memorización y se les dificulta proponer, analizar, describir, indagar, etc. Esta realidad crea la necesidad de fortalecer en los estudiantes las competencias científicas en general, con lo que al fortalecer una competencia se están fortaleciendo las otras dos, y esto es lo que se espera lograr con la participación de los estudiantes en procesos de investigación escolar.

Como fundamento teórico para las pruebas SABER, se expone en el documento Marco de referencia para evaluación, la definición de competencia científica como: “el conjunto de saberes, capacidades y disposiciones que hacen posible actuar e interactuar de manera significativa en situaciones en las cuales se requiere producir, apropiar o aplicar comprensiva y responsablemente los conocimientos científicos” (Hernández, 2005, como se cito en ICFES, 2019a, p. 18). Además, en la Asamblea por la Educación del 2007, se expuso la necesidad de integrar la Ciencia y la Tecnología al sistema educativo (MEN, 2008). Así mismo, durante el Foro Latinoamericano para las ciencias, se planteo la necesidad de “proporcionar a los estudiantes una educación científica de calidad y equitativa” (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura [UNESCO], 2016). Por lo expuesto, desde el año 2007 el ICFES elabora las pruebas aplicando el Diseño Centrado en Evidencias (DCE) propuesto por Mislevy, 1994 (como se menciona en ICFES, 2019a, p.20), que consiste “en una serie de prácticas que definen los procesos de diseño, desarrollo y uso de un instrumento de evaluación en

términos de varios estratos, relacionados lógicamente” (Toro y Amado, 2018, p.6). Estos estratos son las tareas, las evidencias, las afirmaciones y el dominio, durante este proceso de evaluación se presentan unas tareas, que generan evidencias, que a la vez soportan las afirmaciones de los estudiantes permitiendo identificar el nivel de análisis y modelado sobre el dominio de conocimientos, habilidades y destrezas incluidos en los estándares básicos de competencia.

Entre las últimas definiciones de competencia científica se encuentra:

Un conjunto integrado de capacidades personales para utilizar el conocimiento científico con el fin de: a) describir, explicar y predecir fenómenos naturales; b) comprender los rasgos característicos de la ciencia; c) formular e investigar problemas e hipótesis; y d) documentarse, argumentar y tomar decisiones personales y sociales sobre el mundo natural y los cambios que la actividad humana genera en él. Pedrinaci et al., 2012 (como se citó en Cañal, 2012, p.5)

Además de acuerdo con la Conferencia Mundial sobre la Ciencia para el siglo XXI que señala:

La investigación científica y sus aplicaciones pueden ser de gran beneficio para el crecimiento económico y el desarrollo humano sostenible, comprendida la mitigación de la pobreza, y que el futuro de la humanidad dependerá más que nunca de la producción, la difusión y la utilización equitativas del saber. (UNESCO, 1999)

El desarrollo de las competencias científicas no debe ser de interés solamente para quien decide hacer ciencia, si no también para los ciudadanos del común, para los estudiantes y la comunidad general que requiere comprender el entorno (problemática social, política, ganadería extensiva, extracción de hidrocarburos, monocultivos, contaminación de aguas, etc) y tener un conocimiento de la ciencia que le permita ser crítico, analítico, reflexivo pero sobre todo que tenga la capacidad de argumentar al participar en la toma de decisiones para resolver problemáticas que afecten a sus familias y a la comunidad en general. Gran

parte de la población de la I.E. Iracá del Municipio de San Martín (Meta), ubicada en el área rural a 5km vía a Granada, acoge estudiantes internos provenientes del área rural de 27 de los 29 municipios del departamento, que estudiaron su educación básica con metodología post primaria o en colegios que por la distancia tienen incompleta la planta docente, y que se caracterizan por tener buena voluntad para el desarrollo de actividades curriculares, donde en muchas ocasiones no se logra concatenar saberes con las realidades del contexto, es más, ni siquiera con las modalidades técnicas que se ofertan en la I.E, lo expuesto evidencia un estudiante muy participativo pero poco propositivo, y esto se debe, en parte, a la falta de ambientes de aprendizaje idóneos con docentes dispuestos a innovar con estrategias que activen la construcción de conocimiento.

Dentro de las 3 competencias científicas evaluadas por las pruebas SABER, la competencia explicación de fenómenos, objeto de estudio del presente proyecto, se define como “la capacidad de construir explicaciones y comprender argumentos y modelos que den razón de fenómenos, y de establecer la validez o coherencia de una afirmación o de un argumento relacionado con un fenómeno o problema científico” (ICFES, 2019a, p.8), el desarrollo de esta competencia es relevante porque le permite al estudiante que a partir de la observación de fenómenos que se dan en la naturaleza tenga la capacidad de ligarlo a su conocimiento científico para poder explicarlo, además le permite crear modelos que los representen y especialmente analizar los recursos naturales y las posibilidades de desarrollo que estos ofrecen a las comunidades sin dejar de lado la afectación al entorno y a la salud.

En el análisis de pruebas Saber del año 2017 se encontró, por ejemplo, que los estudiantes de grado once de la I.E Iracá, en cuanto al aprendizaje de modelar fenómenos de la naturaleza, en procesos vivos se ubican en nivel de desempeño satisfactorio, pero en procesos químicos y físicos se ubican en nivel de desempeño mínimo; en cuanto al aprendizaje de explicar cómo ocurren los fenómenos, en procesos vivos y químicos se ubican en desempeño mínimo, pero en procesos físicos se ubican en desempeño satisfactorio (MEN, 2018), lo anterior puede deberse también a la dificultad que se presenta al intentar relacionar situaciones socio-científicas con el conocimiento científico o

por la dificultad en cuanto a la comprensión lectora que le impide saber qué le están preguntando en la prueba.

Por otro lado la pandemia por el Covid-19 y la falta de conectividad de los estudiantes ha empeorado la situación planteada, ya que muchos de ellos tuvieron que trabajar con guías impresas y sin la posibilidad de comunicarse, ni siquiera vía whatsapp porque en el lugar donde viven no tienen señal de internet y los resultados que se habían logrado con clases presenciales, el reconocimiento de la institución a nivel municipal y departamental se han visto afectados por la modalidad de trabajo en casa, lo anterior genera desesperanza en los estudiantes que ven minimizada su posibilidad de iniciar estudios de pregrado, disminuyendo así la cantidad de profesionales en el departamento, lo cual impacta el desarrollo económico y humano de la región y el país, por ello es imperante mejorar el desarrollo de las competencias científicas ya que ello implica obtener o fortalecer habilidades y capacidades en los estudiantes para mejorar su futuro, el de sus familias, el departamento y el país, pero sobre todo con mayor relevancia mejorar el proceso de enseñanza y aprendizaje que permita adquirir pensamiento y habilidades científicas que hacen parte importante de la formación del estudiante.

En Colombia, la Ley 1286 de 23 de enero de 2009 transforma a COLCIENCIAS en departamento administrativo de Ciencia, tecnología e innovación y gracias a él se genera la estrategia del programa Ondas de la dirección de mentalidad y cultura para la ciencia, tecnología e innovación cuyo objetivo es “promover en niños, niñas y jóvenes el interés por la investigación y el desarrollo de actitudes y habilidades que les permitan insertarse activamente en una cultura de la ciencia, la tecnología y la innovación” (Minciencias, 2021). Es básicamente una propuesta pedagógica para que los estudiantes desarrollen proyectos de investigaciones de problemas de su contexto a los cuales buscan solución, pero a la vez es una oportunidad para construir conocimiento y desarrollar competencias, uno de estos proyectos es “*Expedición Ondas Bio*” que ya cuenta con una guía para los grupos de investigación que tienen como objetivos realizar investigación escolar pero además conocer la biodiversidad de su contexto. Esta guía presenta la metodología (paso a paso) para realizar investigación escolar, presenta los instrumentos y momentos hasta

comunicar los resultados. Específicamente este proyecto tiene como finalidad presentar inventarios de la biodiversidad de la región donde se encuentra el estudiante, presentando un protocolo para artrópodos y moluscos, otro para coleópteros y coprófagos, otro para himenópteros, otro para lepidópteros, otro para coleópteros, himenópteros y lepidópteros, otro para peces, otro para invertebrados de agua dulce, otro para avifauna, otro para mamíferos, otro para herpetofauna y finalmente uno para flora de la región (Colciencias, 2018).

“*Jóvenes en Acción ante el cambio climático*” es una guía del proyecto Ondas que presenta 7 etapas durante las cuales se desarrolla la investigación escolar. La ruta inicia con la pregunta ¿por qué investigar sobre el cambio climático? Y a partir de las respuestas se da inicio a la investigación en su etapa 1 ¿Qué sabemos del cambio climático?, etapa 2 ¿Qué nos inquieta?, etapa 3 ¿Quién más se ha hecho esta pregunta o preguntas relacionadas?, etapa 4 ¿Cómo recolectamos la información?, etapa 5 recolección de información ¿Qué encontramos? ¿Cómo lo implementamos?, etapa 6 análisis, socialización y divulgación ¿Cómo lo compartimos? Y en la etapa 7 ¿Cómo nos fue con nuestra ruta de investigación? ¿Qué nuevas preguntas surgen?. Igual que en la guía anterior el estudiante realiza investigación escolar y a la vez adquiere conocimiento relacionado con el cambio climático (Colciencias, 2017).

Para reconocer el alcance en la implementación de la investigación escolar y el desarrollo de la competencia científica: explicación de fenómenos, se realizó una búsqueda en bases de datos como: Ebsco, Scielo, Dialnet, Google Académico, Repositorios de Universidades, teniendo en cuenta las categorías: Investigación Escolar y Competencias Científicas: Explicación de fenómenos, es decir, trabajos relevantes que aportaban a esta investigación aspectos teóricos y prácticos a nivel nacional y algunos a nivel internacional, enfocados a implementar estrategias como la investigación escolar con macroinvertebrados y para fortalecer las competencias científicas propias en el proceso de enseñanza y aprendizaje de las ciencias naturales.

El grupo de investigación: Biología, enseñanza y realidades de la Universidad Pedagógica Nacional, propone el modelo de aprendizaje por investigación como un reto para mejorar la didáctica, primero fortaleciendo grupos académicos de profesores de educación básica de Ciencias de diferentes colegios de zonas populares de Bogotá, para que posteriormente estos hicieran una intervención en el aula implementando el proyecto de investigación que tiene como finalidad desarrollar pensamiento y actitudes científicas en los estudiantes para finalmente evaluar la propuesta. Concluyendo así que en la escuela se pueden desarrollar investigaciones con los estudiantes, lo que lleva a la reflexión del docente para generar una construcción conjunta que transforma la estructura escolar. Otra conclusión es que la implementación de la metodología de investigación contribuye al desarrollo de actitudes y pensamiento científico y finalmente invita a innovar, reflexionar y transformar la práctica docente (Ibañez et al., 2005).

Así mismo Peláez y Piedrahita (2018) exalta la necesidad de que desde los primeros años de formación se desarrollen las competencias científicas en los estudiantes lo cual se logra con el desarrollo de proyectos de investigación liderados por los docentes de primaria, básica y media, pero que en la actualidad poco se desarrolla debido a falta de motivación, capacitación y otros obstáculos que impiden que el docente salga de su zona de confort y busque innovar en su quehacer docente para así mejorar los procesos enseñanza y aprendizaje.

En otra investigación importante realizada en el contexto internacional, Llorente et al. (2017), describe el diseño y aplicación de un proyecto de investigación sobre Ciclos Biogeoquímicos, la Hidrósfera y la Atmósfera y a partir de ellos se organiza y se participa en un congreso científico sobre Contaminación desarrollado por estudiantes de secundaria. Durante la investigación se aplica metodología de Aprendizaje Basado en Proyectos y la Enseñanza de las Ciencias Basada en la Indagación con el fin de desarrollar en los estudiantes la indagación como competencia científica. El proyecto de investigación permitió el trabajo de las tres dimensiones de la competencia científica, la dimensión conceptual, epistémica y la procedimental se evidenció que la dimensión conceptual muestra un desarrollo incompleto, es decir no lograron relacionar el trabajo práctico con

modelos globales por ello se proponen posibles vías para mejorarlos incorporando más ejemplos de “modelización” y revisión de conclusiones además de “contextualizar” las actividades.

De igual modo, Cañal (2012), en la monografía *¿Cómo evaluar la competencia científica?*, recomienda primero realizar un diagnóstico de los escolares en cuanto al nivel o grado en estas competencias, para que al momento de finalizar el proceso de investigación se pueda determinar, con las herramientas adecuadas y en el momento apropiado el nivel de desarrollo de las competencias científicas. El informe presenta las capacidades para cada dimensión (conceptual, metodológica, actitudinal e integrada).

Como ejemplo de modelos didácticos que permiten enseñar ciencias significativamente, se encuentra el modelo didáctico por investigación que permite plantear problemas representativos del entorno, lo cual es significativo para el estudiante, y relacionarlo con sus presaberes en el aula permitiendo el desarrollo de la ciencia escolar donde el estudiante es sujeto activo de su proceso de aprendizaje (Ruiz, 2007).

En todos los niveles escolares es relevante fortalecer la investigación escolar tal como lo presenta el artículo “*La importancia del docente investigador en las aulas de primaria, básica y media: una reflexión a partir de dos estudios*”, donde se exalta la necesidad de que desde los primeros años de formación se desarrollen las competencias científicas en los estudiantes, lo cual se logra ejecutando proyectos de investigación liderados por los docentes de primaria, básica y media pero que en la actualidad poco se desarrollan debido a falta de motivación, capacitación y otros obstáculos que impiden que el docente salga de su zona de confort y busque innovar en su quehacer docente para así mejorar los procesos enseñanza-aprendizaje (Peláez y Piedrahita, 2018).

Como ejemplo de proyectos de investigación liderados por docentes se encuentra el artículo “*La Investigación acción educativa y la construcción de saber pedagógico*”, donde el autor propone una deconstrucción de la práctica docente actual, producto de un proceso crítico, de autoexamen y diálogo que lleve a la reconstrucción de una práctica más efectiva donde

se pueden retomar componentes anteriores valiosos y efectivos para finalmente validar la nueva práctica, la cual es susceptible de evaluación y transformación (Restrepo, 2004). Y, para ello retoma lo propuesto por Porlán y Martín (1996), donde el diario del profesor es un recurso que facilita realizar investigación en el aula, ya que permite monitorear y hacer seguimiento a la nueva propuesta, pues al releer el diario se evidencia objetivamente la efectividad de la práctica. La propuesta anterior es una variante a la investigación-acción del aula por la investigación-acción pedagógica cuya finalidad es la mejora y efectividad en los procesos enseñanza-aprendizaje.

Por otro lado, a nivel nacional se han realizado investigaciones que buscan conocer la calidad de las aguas, entre ellos se tiene una recopilación de los macroinvertebrados más estudiados en Colombia donde se recomienda profundizar en el estudio de grupos como anélidos, moluscos, ácaros y dípteros de los cuales hace falta conocimiento de su taxonomía (Roldán, 2016). El Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt diseñó la metodología para la utilización de los macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores de la calidad del agua (Alvarez, 2005).

A nivel regional se tiene una investigación relacionada con el registro de macroinvertebrados encontrados en 3 ríos del piedemonte llanero en época de lluvias (Zamora, 2015). A nivel local varios ríos de la región se encuentran en una copilación de algas del perifiton y macroinvertebrados bentónicos en el departamento del Meta que incluye ríos cercanos como el Humadea y el Camoa donde se encuentra variedad de especies del orden Odonata (Moreno et al., 2017).

El departamento de Ecología, Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad de Valencia en el 2003 propone una clave de identificación de macroinvertebrados con el fin de que sean los estudiantes de secundaria desde el aula, los que determinen la calidad biológica de los ríos y con ello aportar al cumplimiento de la resolución 55/196 del año 2003 de la Asamblea General de las Naciones Unidas donde se indica que se requiere generar en los estudiantes valores de conservación, mejora y uso sostenible del agua dulce. (Rueda, 2003)

El departamento de Ecología de la Universidad de Barcelona en su estudio *“Macroinvertebrados acuáticos como indicadores biológicos: Una herramienta didáctica”* propone el estudio de macroinvertebrados acuáticos en secundaria como herramienta didáctica debido a que permite profundizar en el conocimiento de la fauna de los ríos, identifica el estado de conservación del ecosistema de su entorno, genera una reflexión en cuanto al tema ambiental, permite la práctica de la metodología científica, de este trabajo se obtuvo entre otras las siguientes conclusiones: el docente actual posee muchas herramientas tecnológicas y ayudas en el aula que facilitan el desarrollo de esta herramienta didáctica, se debe impulsar la formación del profesorado con el fin de continuar trabajando macroinvertebrados en la educación secundaria (Ladrera et al., 2013).

En Colombia el pionero en el uso de macroinvertebrados para determinar la calidad del agua es el profesor Gabriel Roldán quien inicio su trabajo con macroinvertebrados en la Universidad de Antioquia hace aproximadamente 40 años, pero a nivel de educación secundaria no se evidencia el desarrollo de este tipo de proyectos aunque a nivel universitario se encuentran numerosos trabajos tanto así que el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) ya cuenta en su laboratorio de calidad ambiental con un protocolo para la clasificación taxonómica y conteo de macroinvertebrados acuáticos.

Retomando lo expuesto por Peláez y Piedrahita (2018) en relación con los proyectos de investigación como “una necesidad de la educación actual” e Ibañez et al. (2005) donde la implementación de la metodología de la investigación “contribuye al desarrollo de actitudes y pensamiento científico” (p.5), el desarrollo de este proyecto espera no sólo minimizar el impacto del problema planteado si no también motivar a los docentes de otras áreas a que se integren a éste en alguna de sus etapas, de igual forma permite evidenciar que a partir de problemas del entorno se pueden desarrollar las actividades curriculares empleando didácticas en las que realmente se tenga en cuenta los presaberes del estudiante y éste a su vez esté en la disposición de presentar su postura y ser “sujeto activo de su proceso de aprendizaje” (Ibañez et al., 2005).

En el rastreo de antecedentes se evidencia la importancia de reconocer desde las problemáticas del contexto una oportunidad para generar procesos de investigación escolar con los estudiantes, de manera que los motive a resolver situaciones, potenciar su pensamiento crítico y por ende el desarrollo de las competencias científicas y sus capacidades cognitivas.

Ya que se ha evidenciado que los estudiantes de la I.E. Iracá en su proceso de enseñanza y aprendizaje requieren de estrategias pedagógicas para el desarrollo de las competencias científicas se plantea la siguiente pregunta de investigación:

¿Cómo inciden los procesos de investigación escolar en ciencias naturales en el desarrollo de la competencia científica -explicación de fenómenos- en los estudiantes de grado 10-2 de la I.E. Iracá?

3 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Cómo inciden los procesos de investigación escolar en ciencias naturales en el desarrollo de la competencia científica -explicación de fenómenos- en los estudiantes de grado 10-2 de la I.E. Iracá?

4 OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GENERAL

Describir como incide la propuesta de investigación escolar: “Macroinvertebrados presentes en el caño Iracá empleados como indicadores de la calidad del agua”, en el desarrollo de la competencia científica -explicación de fenómenos- en estudiantes del grado 10-2 de la I.E Iracá.

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Analizar el alcance de implementar los instrumentos prueba diagnóstica inicial y final, observación trabajo de campo y bitácora, para determinar los niveles de la competencia científica -explicación de fenómenos (novato, aprendiz y avanzado) – en una muestra de los estudiantes de grado 10-2 de la I.E Iracá.
- Potenciar la competencia científica -explicación de fenómenos- a través del diseño, planeación y ejecución del proyecto de investigación escolar: “Macroinvertebrados, presentes en el caño Iracá, empleados como indicadores de la calidad del agua.”

5 JUSTIFICACIÓN

Desarrollar proyectos de investigación escolar con estudiantes en el área de ciencias naturales y que se relacionen con problemáticas del contexto del estudiante, busca generar una mayor apropiación de los conocimientos científicos durante la ejecución del mismo ya que éstos son necesarios para identificar, comprender y explicar el fenómeno a investigar y relacionarlos con los resultados obtenidos a partir del trabajo de campo y de laboratorio, así como para analizarlos y establecer conclusiones que luego deben ser comunicadas a la comunidad educativa, especialmente para tomar acciones y generar transformaciones en el diario vivir de los estudiantes y en la toma de decisiones importantes para el ambiente, para la Institución y para toda la comunidad educativa.

La Institución Educativa Iracá está ubicada en el área rural del municipio de San Martín de los Llanos en el departamento de Meta, a 5 km del casco urbano vía a Granada, cuenta con servicio de internado para alrededor de 450 jóvenes provenientes del área rural de los diferentes municipios del departamento y además cuenta con alrededor de 160 estudiantes externos que se desplazan todos los días desde el casco urbano de San Martín y Granada, lugar donde se ha desarrollado este proyecto, ya que cuenta con planta de tratamiento de aguas las cuales se vierten en el caño “Iracá” y de acuerdo con el Proyecto Ambiental Escolar - PRAE institucional, busca analizar y generar conciencia entre los estudiantes internos y externos de la importancia de realizar acciones diarias amigables con el ambiente, pero que en este caso el proceso de análisis del agua empleando como indicador el fitoplancton puede generar dificultad debido a la falta de equipos apropiados para ello, por eso se reemplaza el fitoplancton por macroinvertebrados como indicadores de calidad del agua.

Se plantea así la necesidad de evaluar la afectación que éste afluente sufre en cuanto a la calidad de sus aguas y a su vez teniendo en cuenta esta problemática del contexto se pretende favorecer el desarrollo de la competencia científica: explicación de fenómenos de manera que les permita ensamblar el conocimiento cotidiano con el conocimiento científico y que durante este proceso de transformación el estudiante refuerce su conocimiento

declarativo con el procedimental, y así éste sea utilizado en la resolución de un problema institucional que les permita lograr aprendizajes profundos modificando sus representaciones mentales de lo que ocurre en la naturaleza, que en ocasiones son representaciones erradas, por reconstrucciones producto del proceso científico que le va a permitir explicar el fenómeno investigado saliendo del modelo tradicional de enseñanza memorístico por este proceso que favorece el desarrollo de competencias científicas.

Es por ello que, desarrollar proyectos de investigación en primaria, básica y media es una necesidad de la educación actual (Peláez y Piedrahita, 2018), ya que no solo beneficia al estudiante sino también al docente que comienza a implementar la investigación en el aula pese a todos los obstáculos que se pueden presentar. Es así como con el diseño, planeación y ejecución de la investigación escolar denominada: “Macroinvertebrados, presentes en el caño Iracá, empleados como indicadores de la calidad del agua”, se espera potenciar el desarrollo de las competencias científicas, específicamente la de explicación de fenómenos, pues con el desarrollo de esta se puede promover mejores resultados en las competencias: uso de conceptos científicos e indagación.

Complementando lo anterior, con el desarrollo de esta investigación se espera también mejorar los resultados de los estudiantes en pruebas SABER 11° en cuanto al nivel de desempeño principalmente en la competencia científica explicación de fenómenos y en relación con esta, el desarrollo de las competencias: uso de conocimientos científicos e indagación, gracias a que el estudiante amplía conocimientos, desarrolla habilidades y destrezas pero además permite transversalizar con otras áreas que estén dispuestas a participar de este proyecto.

Lo mencionado muestra la importancia de la investigación escolar en concordancia con el objetivo de este proyecto que es estudiar la incidencia de los procesos de investigación escolar, específicamente en ciencias naturales, para el desarrollo de la competencia científica -explicación de fenómenos-, primero realizando un diagnóstico que permita ubicar a los estudiantes en los diferentes niveles (novato, aprendiz, avanzado), luego analizando los datos de la primera fase se procede a construir un plan de acción que incluya

el desarrollo de la investigación “*Macroinvertebrados, presentes en el caño Iracá, empleados como indicadores de la calidad del agua*”, posteriormente se realiza una prueba que permita identificar, nuevamente, los niveles de competencia científica – explicación de fenómenos – en los estudiantes para finalmente autoevaluar el proceso desarrollado, resumiendo lo que se busca es desarrollar la competencia científica -explicación de fenómenos- a través del diseño, planeación y ejecución de la investigación escolar.

Aunque la necesidad de mejorar el nivel de desempeño de los estudiantes en las competencias científicas, es conocida por la comunidad educativa, lo novedoso es la metodología en investigación escolar que se va a emplear, la cual es diferentes a las que usualmente se aplican en el aula que motiven al estudiante a participar activamente y desarrolle la capacidad de análisis que le permita evaluar la afectación del vertimiento de las aguas de la planta de tratamiento del internado y la institución educativa al caño Iracá, teniendo presente que sus conclusiones o recomendaciones van a ser socializadas con la comunidad educativa a la que se espera impactar, tal como lo describe Ruiz (2007) haciendo referencia al modelo didáctico por investigación al cual considera significativo para el estudiante.

6 MARCO TEÓRICO

Para el desarrollo del presente marco teórico, se toman como referente los planteamientos sobre competencias científicas y la investigación escolar, ya que se consideran como dos categorías en el presente proceso de investigación.

6.1 PERSPECTIVAS DE LAS COMPETENCIAS CIENTÍFICAS

Pedrinaci et al., (2018) en su publicación: “*El desarrollo de la competencia científica: 11 ideas clave*”, analizan los resultados de investigaciones realizadas en Europa donde se evidenció que “los estudiantes europeos perciben la educación científica como irrelevante y difícil. Los conocimientos obtenidos en sus clases de ciencia no son transferibles a otros contextos y su utilidad en el ejercicio de la ciudadanía resulta escasa” (Pedrinaci et al., 2018, p. 299) con el fin de mitigar estos resultados, se presentan 11 propuestas para trabajar en el aula. En resumen, ellas son:

1. Ejercer una ciudadanía responsable exige tener cierta competencia científica.
2. La competencia científica genera criterios para seleccionar, enseñar y evaluar conocimientos.
3. La enseñanza de conceptos y teorías científicas permiten elaborar explicaciones de fenómenos
4. El conocimiento de ciencias permite dar respuestas a problemas del contexto.
5. La elaboración y evaluación de modelos científicos escolares es una forma excelente de aprender sobre la naturaleza de la ciencia.
6. La investigación escolar es la actividad que mejor integra el aprendizaje de los diferentes procedimientos científicos.
7. Aprender ciencias es, en buena medida, aprender a leer, escribir y hablar ciencia.

8. Las implicaciones sociales del conocimiento científico y tecnológico forman parte de éste y, por lo tanto, de su enseñanza.
9. El desarrollo de la competencia científica demanda y produce actitudes positivas hacia la ciencia y el conocimiento científico.
10. Saber ciencias no equivale a tener competencia profesional para enseñar ciencias.
11. La evaluación de la competencia científica requiere nuevas formas de evaluar los aprendizajes. (Pedrinaci et al., 2018, p.301)

Por su parte Hernández (2005), define las competencias científicas como “la capacidad de establecer un cierto tipo de relación con las ciencias” (Hernández, 2005, p. 1). Cuyas características están diferenciadas para quienes hacen ciencia (científicos), que tienen como finalidad resolver un problema y construir la representación del fenómeno o acontecimiento investigado, y las que son deseables desarrollar en los ciudadanos con el fin de comprender su entorno y participar en decisiones sociales, lo anterior junto a los fines propuestos en la Ley General de Educación, donde se menciona el desarrollo de la capacidad crítica, reflexiva y analítica expresados por argumentación que caracterizan el ideal de la democracia, y la conciencia para la conservación, protección y mejoramiento del ambiente. Las competencias científicas por su contribución para enriquecer y cualificar la formación ciudadana, producto de este análisis define “competencia” como “el conjunto de saberes, capacidades y disposiciones que hacen posible actuar e interactuar de manera significativa en contextos” (Hernández, 2005, p. 17), y el “educar” como la incidencia en el desarrollo de capacidades que permiten actuar, crear y aprender, además presenta una propuesta en la cual organiza y jerarquiza las competencias científicas así:

- Capacidad de reconocer cuándo un fenómeno o un acontecimiento pueden recibir explicación dentro del marco de una determinada ciencia.

- Comprensión y dominio (según niveles) de lenguajes abstractos que permiten el acceso a representaciones conceptuales.
- Capacidad de construir representaciones o modelos de explicación de fenómenos o acontecimientos empleando nociones o conceptos de las ciencias.
- Capacidad de formular preguntas o plantear problemas acudiendo a modos de representación de las ciencias.
- Capacidad de resolver problemas empleando (según niveles) métodos, teorías y conceptos de las ciencias (incluiría la capacidad de resolver problemas propios de las ciencias).
- Capacidad de usar comprensivamente instrumentos, tecnologías y fuentes de información.
- Capacidad de emplear los conocimientos para predecir efectos de las acciones y juzgar la validez de estas.
- Capacidad de aplicar el conocimiento adquirido en nuevos contextos y situaciones (reconociendo límites y condiciones).
- Capacidad de emplear los conocimientos adquiridos en la apropiación de nuevos conocimientos.

Ciencias como escuelas de racionalidad o prácticas paradigmáticas

- Disposición a la indagación, a la observación atenta y a la búsqueda de explicación (deseo de saber).
- Capacidad de poner en cuestión las interpretaciones propias y ajenas (duda).
- Capacidad de perseverar en las preguntas reconocidas como legítimas o valiosas y de realizar el esfuerzo necesario (asumir la disciplina) para avanzar en el campo abierto por esa pregunta (voluntad de saber).
- Capacidad de reconocer la existencia y la validez de diferentes formas de aproximación a los problemas, atendiendo a la naturaleza de estos y a los intereses de la investigación.

- Capacidad de acudir a las representaciones, los métodos y las fuentes adecuadas para resolver un problema o dar razón de un fenómeno o acontecimiento.
- Capacidad de compartir conocimientos y de expresar clara y coherentemente los propios puntos de vista.
- Capacidad de fundamentar los puntos de vista en razones, fenómenos o acontecimientos.
- Capacidad de presentar y representar las ideas de distintos modos atendiendo al contexto y respetando las especificidades del interlocutor (atención a los presupuestos de la comunicación).
- Capacidad de intercambiar flexiblemente ideas, reconociendo intereses y formas de trabajo y de argumentación diferentes.
- Capacidad de reconocer validez a otros puntos de vista y disposición para establecer acuerdos racionales.
- Capacidad de explorar los condicionamientos y limitaciones del propio punto de vista y de analizar críticamente el sentido de las propias acciones (autorreflexión).
- Capacidad de seleccionar, jerarquizar e interpretar información y de hacer inferencias a partir de ella.
- Capacidad de analizar críticamente las fuentes de información y de contrastar distintas informaciones con criterios racionales.
- Sensibilidad para establecer relaciones justas y productivas con los otros y para reconocer matices, condiciones, diferencias y vínculos en la interacción, en la apreciación de los fenómenos y en los acontecimientos (“tacto”).
- Sensibilidad para gozar la belleza propia de las explicaciones o demostraciones (su coherencia, evidencia o elegancia) y para disfrutar el placer de investigar y de comprender (incluso “esa arista áspera de la belleza que llamamos dificultad”. Steiner).
- Capacidad para llevar a la vida social, reconociendo las condiciones de contexto, los valores de la crítica, la coherencia, el diálogo constructivo, la

disposición a la cooperación y el deseo y la voluntad de saber que caracterizan el ideal del trabajo de las ciencias.

- Capacidad de reconocer las limitaciones de los modelos y la historicidad de las interpretaciones, y flexibilidad para cambiar de perspectiva o de estrategia de trabajo cuando un análisis cuidadoso lo exija.
- Capacidad de reconocer y de asumir responsablemente las consecuencias de las acciones.
- Capacidad de reconocer y valorar críticamente el impacto social de los conocimientos científicos y de reconocer relaciones entre ciencia, técnica y sociedad. (Hernández, 2005, pp. 25-27)

Cañal (2012), plantea para evaluar las competencias científicas, primero realizar un diagnóstico de los escolares en cuanto al nivel o grado en estas competencias para que al momento de finalizar el proceso de investigación se pueda determinar, con las herramientas adecuadas y en el momento apropiado, el nivel de desarrollo de las competencias científicas teniendo como base las características de capacidades para las dimensiones conceptual, metodológica, actitudinal e integrada que se resumen en la siguiente **Tabla 2**:

Tabla 2. Características de las dimensiones conceptual, metodológica, actitudinal e integrada

Dimensión	Característica	Ejemplos evaluación de la competencia
Conceptual	Capacidad de utilizar el conocimiento científico personal para describir, explicar y predecir fenómenos naturales.	<p>Evaluación del grado de significatividad de aprendizajes básicos concretos.</p> <p>a) saber exponer lo aprendido utilizando las propias palabras</p> <p>b) exponer ejemplos personales pertinentes, relativos a lo aprendido</p> <p>c) saber emplear el conocimiento personal en relación con un nuevo contenido, contexto o experiencia</p>

Evaluación del nivel de integración de los aprendizajes básicos

- a) Respuesta personal o colectiva a cuestionarios
- b) Tareas de autoevaluación del alumnado
- c) Diario de clase del estudiante
- d) Realización o interpretación de mapas conceptuales
- e) Elaboración e implementación de proyectos de investigación

Evaluación de la funcionalidad de los aprendizajes básicos.

Capacidad de utilizar los conceptos y modelos científicos para analizar problemas.

- Entender el problema: qué interrogantes plantea y qué debe conocerse para dar respuesta a los mismos. • Determinar si se trata probablemente de un problema abordable o si, por su naturaleza y por cómo está planteado, no parece posible que se le pueda dar solución o respuesta.

- Establecer con fundamento si es o no un problema relevante para la ciencia o para el estudiante.

- Determinar qué relación guarda el problema analizado con otros problemas próximos.

- Enunciar posibles respuestas o soluciones que se podrían dar inicialmente al problema, a título de hipótesis.

Capacidad de diferenciar la ciencia de otras interpretaciones no científicas de la realidad.

- a) Comprender para qué y con qué fundamento se elabora el conocimiento científico.

- b) Entender cómo se elabora el saber científico y cuándo, y por qué, se modifica.

		<p>c) Saber detectar qué características hacen que otros conocimientos no puedan ser considerados científicos.</p> <p>d) Distinguir entre fuentes de información fiables y no fiables, desde el punto de vista científico. Y saber contrastar varias fuentes para comprobar la coincidencia y acuerdo científico o discrepancia existente</p>
Metodológica	Capacidad de identificar problemas científicos y diseñar estrategias para su investigación.	<p>– Saber observar y concentrar la atención</p> <p>– Formular problemas en forma científicamente abordable</p> <p>– Formular posibles hipótesis o explicaciones que resuelvan el problema</p> <p>– Diseñar planes de investigación.</p>
	Capacidad de obtener información relevante para la investigación.	<p>a) Buscar, valorar y seleccionar fuentes de información fiables y relevantes para la cuestión investigada</p> <p>b) Obtener información valiosa de cada fuente</p>
	Capacidad de procesar la información obtenida.	<ul style="list-style-type: none"> • Resumir: localizar los datos e ideas principales y sintetizarlos con exactitud y concisión. • Comparar: localizar las principales coincidencias y discrepancias cualitativas o cuantitativas. • Clasificar: determinar criterios que permitan establecer categorías de clasificación adecuadas en función de estos. • Cuantificar: determinar cantidades, frecuencias, medias, etc. • Leer y hacer tablas y gráficos: traducir datos a formas de expresión gráficas que permitan poner de manifiesto algunas de sus características.

		<ul style="list-style-type: none"> • Establecer relaciones: de orden, de magnitud, causales, correlacionales, etc. • Interpretar resultados: establecer su significado en relación con las hipótesis. • Debatir argumentando: contrastar y defender o poner en duda con argumentos bien fundamentados
	<p>Capacidad de formular conclusiones fundamentadas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Formular conclusiones fundadas en hechos, datos, observaciones o experiencias, con carácter de pruebas, coherentes con los planteamientos, resultados y antecedentes de la investigación. • Ajustar las conclusiones a los resultados, sin conclusiones aventuradas o sin fundamento. • Redactar las conclusiones basándose en una argumentación bien fundamentada, que tome en consideración, en su caso, datos y conclusiones aportadas por otras personas o estudios anteriores.
<p>Actitudinal</p>	<p>Capacidad de valorar la calidad de una información en función de su procedencia y de los procedimientos utilizados para generarla</p>	<ul style="list-style-type: none"> • La atención que se presta a la cualificación personal del firmante o de la institución para la que trabaja: desde la aceptación acrítica de la firma que aparece en el mensaje, hasta la exploración y ratificación de la veracidad de esta; desde la confianza inicial en la verosimilitud de que una persona como esa comunique resultados procedentes de una universidad extranjera, hasta una actitud de desconfianza y escepticismo en esa posibilidad. • La ratificación de las informaciones por varias fuentes. Basta, por ejemplo, con una sencilla búsqueda en Internet para encontrar múltiples comentarios sobre este correo. • Atención a los procedimientos empleados y a las pruebas para llegar a las conclusiones o ideas propuestas. Hay que ver si el alumnado detecta, en la lectura del correo, un lenguaje y

	<p>relato de los hechos poco preciso y fundamentado, que no parezca concordar con su carácter de noticia científica.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Detección de fallos o inconsistencias en los argumentos o procedimientos empleados. • Comprobación de si el alumnado es capaz de detectar errores
<p>Capacidad de interesarse por el conocimiento, indagación y resolución de problemas científicos y problemáticas socioambientales.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ¿En qué medida expresan interés ante interrogantes planteados en clase o presentes en el contexto cotidiano? • ¿Proponen o son partidarios de iniciativas o soluciones fundamentadas científicamente que favorezcan procesos de equilibrio y desarrollo sostenible? • ¿Manifiestan interés por el conocimiento en profundidad del origen, consecuencias y posibles soluciones de problemas científicos y socioambientales? • ¿Valoran positivamente la adopción de medidas provistas de fundamentación científica, dirigidas a resolver esos problemas? • ¿Cómo se manifiestan, por ejemplo, ante los problemas relacionados con el cambio climático? • ¿Se muestran interesados en indagar sobre las posibles consecuencias del cambio climático y reflexionar sobre posibles medidas para mitigar y revertir su efecto • ¿Qué interés manifiestan ante noticias relativas, por ejemplo, a investigaciones sobre el cáncer o sobre la evolución humana? • ¿Comentan en clase o fuera noticias de televisión o Internet?

	Capacidad de adoptar decisiones autónomas y críticas en contextos personales y sociales.	Efectuar valoraciones y tomar decisiones con autonomía, creatividad y suficiente fundamentación.
Integrada	Capacidad de utilizar en forma integrada las anteriores capacidades para dar respuestas o pautas de actuación adecuadas ante problemas concretos científicos, tecnológicos o socioambientales, en contextos vivenciales del alumnado	Se manifiesta principalmente en el curso de tareas de investigación escolar sobre problemas relativos a contextos cotidianos para encontrar respuestas satisfactorias y pautas de actuación adecuadas ante problemas concretos de carácter científico, tecnológico o socioambiental que estén presentes en su contexto vital

Nota. **Tabla 2** construida a partir de la propuesta de Cañal (2012), que permite evaluar el desarrollo de las competencias científicas, tomado como base las características de las dimensiones, conceptual, metodológica, actitudinal e integrada.

Las pruebas SABER en su marco de referencia se rigen por la definición de competencia científica propuesta por Hernandez, 2005 (como se cito en ICFES, 2019a) es el “conjunto de saberes, capacidades y disposiciones que hacen posible interactuar de manera significativa en situaciones en las cuales se requiere producir, apropiarse o aplicar comprensiva y responsablemente los conocimientos científicos” (p. 18).

El decreto 869 de 2010 del Ministerio de Educación Nacional, tiene por objeto reglamentar el examen de estado de la educación media ICFES Saber 11, definido en su artículo primero como “un instrumento estandarizado para la evaluación externa, que conjuntamente con los exámenes que se aplican en los grados 5°, 9° y al finalizar el pregrado, hace parte de los instrumentos que conforman el Sistema Nacional de Evaluación” (Decreto 869, 2010) y que a partir del año 2014 se alinea con las evaluaciones de la Educación Básica para proporcionar información a la comunidad educativa en el desarrollo de las competencias básicas que debe desarrollar un estudiante durante el paso por la vida escolar. El decreto presenta como primer objetivo a) Comprobar

el grado de desarrollo de las competencias de los estudiantes que están por finalizar el grado undécimo de la educación media, lo cual se espera potenciar fortaleciendo las dimensiones (conceptual, metodológica, actitudinal e integrada) propuestas por Cañal (2012).

La Guía de orientación Saber 11 2019-2, define la competencia científica- explicación de fenómenos como “la capacidad de construir explicaciones y comprender argumentos y modelos que den razón de fenómenos, y de establecer la validez o coherencia de una afirmación o de un argumento relacionado con un fenómeno o problema científico” (ICFES, 2019b, p.40).

El ICFES incluye dentro de los documentos del Día Siempre E, una matriz de referencia de Ciencias Naturales donde presenta los aprendizajes o afirmaciones, que evalúa en estudiantes de grado once, en los procesos vivos o biológicos, físicos, químicos y en CTS (Ciencia Tecnología y Sociedad), en las diferentes competencias científicas (uso del conocimiento, indagación y explicación de fenómenos) y para cada aprendizaje la evidencia correspondiente, así para la competencia explicación de fenómenos presenta:

Tabla 3. Matriz de referencia pruebas Saber 11 – Competencia científica – explicación de fenómenos

Proceso	Aprendizaje	Evidencia
Químico	Modelar fenómenos de la naturaleza basado en el análisis de variables, la relación entre dos o más conceptos del conocimiento científico y de la evidencia derivada de investigaciones científicas	Identifica y usa modelos químicos para comprender fenómenos particulares de la naturaleza. Da las razones por las cuáles una reacción describe un fenómeno y justifica las relaciones cuantitativas existentes, teniendo en cuenta la ley de

	conservación de la masa y carga.
Explicar cómo ocurren algunos fenómenos de la naturaleza basado en observaciones, en patrones y en conceptos propios del conocimiento científico	<p>Reconoce las razones por las cuales la materia se puede diferenciar según su estructura y propiedades y justifica las diferencias existentes entre distintos elementos, compuestos y mezclas.</p> <p>Reconoce los atributos que definen ciertos procesos fisicoquímicos simples (separación de mezclas, solubilidad, gases ideales, cambios de fase) y da razón de la manera en que ocurren.</p>
Físicos	<p>Elabora explicaciones al relacionar las variables de estado que describen un sistema electrónico, argumentando a partir de los modelos básicos de circuitos.</p> <p>Elabora explicaciones al relacionar las variables de estado que describen un sistema, argumentando a partir de los modelos básicos de cinemática y dinámica Newtoniana</p> <p>Elabora explicaciones al relacionar las variables de estado que describen un sistema, argumentando a partir de los modelos básicos de la termodinámica.</p> <p>Elabora explicaciones al relacionar las variables de estado que describen un sistema, argumentando a</p>

		partir de los modelos básicos de ondas.
	Modelar fenómenos de la naturaleza basado en el análisis de variables, la relación entre dos o más conceptos del conocimiento científico y de la evidencia derivada de investigaciones científicas.	Usa modelos físicos (no básicos) basados en dinámica clásica (modelos mecanicistas), para comprender la dinámica de un fenómeno particular en un sistema.
Vivos	Modelar fenómenos de la naturaleza basado en el análisis de variables, la relación entre dos o más conceptos del conocimiento científico y de la evidencia derivada de investigaciones científicas.	Analiza y usa modelos biológicos para comprender la dinámica que se da en lo vivo y en el entorno
	Explicar cómo ocurren algunos fenómenos de la naturaleza basado en observaciones, en patrones y en conceptos propios del conocimiento científico.	Analiza aspectos de los ecosistemas y da razón de cómo funcionan, de sus interrelaciones con los factores bióticos y abióticos y de sus efectos al modificarse alguna variable al interior Analiza la dinámica interna de los organismos y da razón de cómo funcionan sus componentes por separado y en conjunto para mantener la vida en el organismo.
Ciencia, Tecnología y Sociedad	Analizar el potencial del uso de recursos naturales o artefactos y sus efectos sobre el entorno y la salud, así como las posibilidades de desarrollo para las comunidades.	Explica algunos principios para mantener la salud individual y la pública basado en principios biológicos, químicos y físicos.
		Explica cómo la explotación de un recurso o el uso de una tecnología tiene efectos positivos y/o negativos en las personas y en el entorno

Explica el uso correcto y seguro de una tecnología o artefacto en un contexto específico.

Nota. La **Tabla 3** relaciona los aprendizajes y las evidencias, que evalúa la pruebas SABER 11 en los procesos vivos, físicos, químicos y de CTS para la competencia científica- explicación de fenómenos (ICFES, 2019a).

La anterior **Tabla 3** se encuentran estrechamente relacionados con la **Tabla 1**, en la dimensión conceptual por la capacidad de describir, explicar y predecir fenómenos naturales, en la dimensión metodológica por la capacidad de formular conclusiones fundamentadas, en la dimensión actitudinal por la capacidad de interesarse por la resolución de problemáticas socio-ambientales y en la dimensión integrada por emplear las dimensiones anteriores para dar respuesta o pautas de actuación a problemas socio-ambientales del contexto del estudiante (Cañal, 2012). La siguiente **Tabla 4** relaciona el aprendizaje evaluado por el ICFES, en la competencia científica – explicación de fenómenos – procesos vivos con la dimensión conceptual y sus características.

Tabla 4. Relación Competencia científica – explicación de fenómenos – entorno vivo pruebas Saber 11 con las dimensiones científicas propuestas por Cañal (2012)

Explicación de Fenómenos (ICFES)		Competencias Científicas (Cañal)	
Aprendizaje	Dimensión	Característica	
Explicar cómo ocurren algunos fenómenos de la naturaleza basado en observaciones, en patrones y en conceptos propios del conocimiento científico.	Conceptual	<ul style="list-style-type: none"> • Expone lo aprendido utilizando las propias palabras • Explica la importancia de clasificar taxonómicamente los seres vivos. • Describe las adaptaciones que presentan los macroinvertebrados en ecosistemas acuáticos. • Clasifica los macroinvertebrados recolectados hasta el taxón orden. • Reconoce las diferentes partes de los insectos. • Relaciona los macroinvertebrados recolectados con la calidad del agua del caño Iracá. 	

Metodológica y procedimental	<ul style="list-style-type: none"> • Desarrolla destrezas en el manejo del estereoscopio. • Observa e identifica las partes de los macroinvertebrados en el estereoscopio. • Asocia las partes de los macroinvertebrados con sus adaptaciones a ecosistemas acuáticos. • Procesa la información obtenida. • Formula conclusiones fundamentadas. • Construye y propone un modelo que represente las conclusiones de la investigación desarrollada.
Actitudinal	<ul style="list-style-type: none"> • Fomenta la participación de los integrantes del grupo. • Valora las opiniones de los integrantes del grupo. • Valora la importancia de evitar la contaminación de las aguas. • Participa activamente en el desarrollo de las actividades propuestas • Promueve la comunicación de los resultados obtenidos.

Nota. La **Tabla 4** presenta los aprendizajes y las evidencias, que evalúa la pruebas SABER 11 en los procesos vivos para la competencia científica-explicación de fenómenos (ICFES, 2019a) y los relaciona con la dimensión conceptual y sus características para evaluar competencias científicas (Cañal, 2012).

Para el desarrollo del presente proyecto, a partir de las referencias presentadas, se construye la propuesta que evalúa la competencia científica-explicación de fenómenos teniendo como base 3 niveles de apropiación diseñados para cumplir los objetivos, ellos son: novato, aprendiz y avanzado, los cuales se alcanzan de acuerdo con los siguientes criterios:

Novato: No responde la pregunta, la respuesta no está relacionada con el tema, la respuesta no explica el fenómeno presentado.

Aprendiz: Se evidencia que el estudiante identifica el fenómeno pero no logra darle explicación o ésta es inexacta o incompleta.

Avanzado: El estudiante identifica el fenómeno presentado y logra dar explicación de lo ocurrido.

6.2 INVESTIGACIÓN ESCOLAR

Siendo la investigación escolar una propuesta que ayuda a potenciar las competencias científicas se puede desarrollar mediante la investigación-acción-reflexión cuya definición de Mackernan (citado por Muñoz et al. 2005), en el libro *¿Cómo desarrollar competencias investigativas?* la define como “un estudio científico autorreflexivo de los profesionales para mejorar la práctica” (p. 90) cuyo proceso exige definir con claridad el problema para especificar un plan de acción y su efectividad sea evaluada y permita que los participantes reflexionen, expliquen sus progresos y comuniquen estos resultados a la comunidad.

Existen diversas propuestas metodológicas con enfoque en la investigación, entre ellas está la Enseñanza de las Ciencias Basada en Indagación (ECBI) propuesta por el físico Geoges Charpak y consolidada en 2006, en la que bajo la premisa de que la ciencia se comprende haciendo ciencia, plantea su uso para solucionar problemas de temáticas contenidas en el plan de estudios, para ello básicamente, a partir del tema de estudio los estudiantes se organizan en pequeños grupos donde siguiendo diversas actividades buscan explicar fenómenos sencillos a partir de experimentos formulados por ellos mismos y el docente realiza una intervención final o de cierre donde se presenta una reflexión del proceso desarrollado (Mejía y Manjarrés, 2011).

Otra propuesta metodológica con enfoque en la investigación es la Enseñanza por Descubrimiento donde, básicamente la meta principal de la educación es el desarrollo de la capacidad para resolver problemas que nacen del currículo y cuyos avances y desarrollos son llevados a cabo por el estudiante. En esta metodología el docente presenta un papel más activo debido a que debe planificar los ejercicios y los procedimientos para alcanzar los objetivos inicialmente propuestos (Mejía y Manjarrés, 2011).

Finalmente se tiene la propuesta metodológica de la Investigación como Estrategia Pedagógica (IEP), aplicada ampliamente en el programa ONDAS, que fue diseñada por el pedagogo Marco Raúl Mejía, en la que se busca lograr una “negociación” entre los saberes propios culturales y las formas del conocimiento, a partir de una diálogo de saberes siguiendo un enfoque social, que busca alcanzar aprendizajes colaborativos, situado, problematizador y por indagación (crítica), siguiendo 9 etapas donde el docente tiene un rol de acompañante o co-investigador:

Etapa 1: Conformación del equipo.

Etapa 2: De la pregunta al problema.

Etapa 3: Establecer el camino.

Etapa 4: Diseño de los instrumentos.

Etapa 5: Recolección de la información.

Etapa 6: Organización de la investigación.

Etapa 7: Interpretación de datos y registro de resultados.

Etapa 8: Compartir la solución.

Etapa 9: Difusión de resultados. (Colciencias. 2018)

Este programa (ONDAS), marca la diferencia, frente a otros, debido a que no es solo una metodología sino también es una propuesta de transformación de sociedad donde el estudiante entiende su realidad y trabaja para que ésta sea transformada (Mejía y Manjarrés, 2011).

La enseñanza como el aprendizaje de las Ciencias Naturales se ven favorecidos aplicando la metodología de investigación en el aula, debido a que implica realizar las actividades que

desarrollan los científicos permitiendo potenciar las competencias científicas. En este caso específico la IEP, busca que el estudiante de manera permanente esté negociando sus saberes propios de la cultura con el conocimiento construido a través de la historia y cuya finalidad es comprometer a las comunidades en la construcción de una cultura ciudadana de Ciencia, Tecnología e Innovación (Mejía y Manjarrés, 2011), durante este proceso se van logrando diferentes aprendizajes (colaborativo, situado, problematizador y por indagación) siguiendo nueve etapas:

1°. Estar en la onda de Ondas, que da pie a la conformación de los grupos y al aprendizaje colaborativo.

2°. La perturbación de la onda, mediante la cual se trabajan las preguntas del sentido común de los niños, niñas y jóvenes para su discusión, dando inicio al aprendizaje situado.

3°. La superposición de las ondas, en la cual el grupo plantea el problema de investigación, dando contenido al aprendizaje problematizador.

4°. Diseñando la trayectoria de indagación, en la cual, con los principios de libertad epistemológica y diversidad metodológica, se construye el aprendizaje por indagación [crítica].

5°. Recorriendo las trayectorias de indagación, en la cual se realiza esta de forma organizada, de acuerdo con el camino seleccionado. Este momento es de negociación cultural, contrastación y organización [y reelaboración] de los saberes.

6°. La reflexión de la onda, en la cual, apelando a la metáfora del conocimiento hoy (arco iris), el grupo hace un ejercicio donde sintetiza y vive los diferentes aprendizajes para producir el saber sobre el problema planteado. De igual manera, realiza una reconstrucción del proceso metodológico vivido.

7°. La propagación de la onda, bajo el principio de la comunicación como mediación, los resultados se convierten en actividad de apropiación, iniciando con su entorno familiar, el cual alfabetiza con sus resultados, pasando por su comunidad local, institucional, municipal, departamental, nacional e internacional.

8°. El aprendizaje se hace comunidad de saber, el reconocimiento de las redes que se van constituyendo de maestras, niños, niñas y jóvenes, así como de asesores, van arrojando redes temáticas, territoriales y virtuales, para dar forma a las comunidades de práctica, problematización y saber Ondas.

9°. Las nuevas perturbaciones: el proceso investigativo ha dejado nuevas preguntas, las cuales son retomadas por los participantes para continuar el proceso, haciendo real aquello de que el conocimiento está en construcción y se desarrolla en espiral, [y las preguntas son la clave de esa dinámica]. (Mejía, 2010, como se citó en Mejía y Manjarrés, 2011, pp. 144-145)

Durante el desarrollo de la investigación escolar, el docente pasa a ser co-investigador, acompañante del proceso, mientras que el estudiante toma una posición más activa durante el desarrollo de la misma con el fin de “construir un espíritu científico”. Esta estrategia desde el inicio da autonomía al estudiante, desde la elaboración y reelaboración de la pregunta en su lenguaje, con la cual busca resolver un problema de su contexto, facilitándole la argumentación y reflexión para tomar una posición al respecto. De igual forma, la IEP, por desarrollarse en grupos es un espacio de interacción, participación y negociación permanente que lleva al estudiante a dejar de lado las ideas de control y dominación por un pensamiento más social que propenda por el bienestar de su comunidad (Mejía y Manjarrés, 2011).

A continuación en la **Tabla 5**, se resumen las metodologías con enfoque en investigación escolar:

Tabla 5. Metodologías con enfoque en investigación

Metodologías con enfoque en investigación escolar	Proponente	Fases , momentos o métodos
Educación en Ciencias Basada en Indagación (ECBI)	Geoge Charpak y Leon Max Lederman (Paiva, 2019)	Focalización Exploración Reflexión Aplicación Evaluación
Aprendizaje por Descubrimiento (APD)	Jerome Brumer	Descubrimiento inductivo Descubrimiento deductivo Descubrimiento transductivo
Investigación como Estrategia Pedagógica (IEP)	Marco Raúl Mejía (Colciencias, 2018)	Fase 1: Planeación del proyecto Fase 2: Desarrollo del proyecto Fase 3: Comunicación de los resultados

Nota. La **Tabla 5** presenta 3 propuestas para realizar investigación escolar y sus proponentes junto con las fases, momentos o métodos.

7 METODOLOGÍA

Los procesos de investigación realizados en el ámbito de la educación generalmente son del tipo cualitativo y para este caso busca describir el desarrollo de la competencia científica – explicación de fenómenos- en estudiantes del grado 10-2 de la I.E Iracá a partir de su participación en un proceso de Investigación Escolar. A continuación, se describe las características de la metodología empleada en este proyecto:

7.1 ENFOQUE METODOLÓGICO

De acuerdo con la definición de la Real Academia de la Lengua RAE, la palabra investigar proviene del latín *investigāre*, que presenta 3 definiciones, para el caso del presente proyecto se toma la definición de “realizar actividades intelectuales y experimentales de modo sistemático con el propósito de aumentar los conocimientos sobre una determinada materia” (Real Academia Española [RAE], 2006, definición 2)

La investigación realizada tiene un enfoque cualitativo, el cual es muy flexible y que, gracias a la indagación permanente durante su desarrollo, puede requerir regresar a las fases iniciales o modificarlas (Hernández et al.2014). Algunas características de este enfoque es que durante su desarrollo no se sigue un proceso sistemático, se desarrolla de lo particular a lo general, exige explorar para poder describir, recolecta datos cualitativos como información simbólica verbal, audiovisual, en forma de texto e imágenes; evalúa la realidad de los fenómenos sin manipularlos o estimularlos, busca interpretar realidades por tanto pueden existir tantas interpretaciones como participantes del proceso de investigación haya y de esta forma se construye el conocimiento partiendo de las realidades y sus interpretaciones individuales, finalmente “la investigación cualitativa se enfoca en comprender los fenómenos, explorándolos desde la perspectiva de los participantes en un ambiente natural y en relación con su contexto” (Hernandez et al., 2014, p. 358).

La investigación en educación es cualitativa debido a que se refiere a “aquellos procedimientos de investigación que proporcionan datos descriptivos” (Bisquerra, 2009,

p.82), cuya metodología hace énfasis en el significado que las personas, de forma individual, atribuyen a su realidad por lo cual no existe la generalización estadística. Es así como esta investigación está orientada a la práctica educativa ya que busca transformarla y cualificarla dando respuesta a problemas prácticos que requieren ser intervenidos, puesto que epistemológicamente, la investigación cualitativa tiene como razón de ser producir conocimiento a partir de las distintas realidades que han influido en el ser cognoscente para adoptar su forma de ver el mundo, de pensar, sentir y actuar, y el conocimiento adquirido, producto de ella, es una construcción generada por la interacción entre el investigador y el investigado, por ello en la investigación cualitativa la indagación se va dando sobre la marcha a medida que transcurre la investigación (Sandoval, 2002).

Con este proyecto, se busca recolectar las evidencias suficientes que permitan describir, cualitativamente, el desarrollo de la competencia científica – explicación de fenómenos- en estudiantes del grado décimo de la Institución Educativa Iraca, para ello se planeó realizar un proceso de investigación escolar que emplea bioindicadores (macroinvertebrados) para determinar la calidad del agua del riachuelo que bordea la I.E. Debido a que la población que participa de este estudio no es homogénea, ya que se tiene un bajo porcentaje de población urbana y un alto porcentaje de población rural de los diferentes municipios del departamento del Meta, la investigación cualitativa permite abarcarlos a todos, de forma incluyente, evitando las generalizaciones.

Además, la presente investigación tiene un alcance descriptivo, ya que lo que se busca es promover el desarrollo de la competencia científica -explicación de fenómenos- en los estudiantes de grado décimo, después de participar en la investigación propuesta. Según Bisquerra (2009), “los métodos descriptivos tienen el propósito básico de describir, situaciones, eventos y hechos, decir cómo son y cómo se manifiestan” (p. 114). Además, Danhke (citado por Bisquerra, 2009, p. 114), define los estudios descriptivos como “aquellos que buscan especificar las propiedades, las características y los perfiles importantes de personas, grupos, comunidades o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis”. Así mismo, el marco cualitativo descriptivo, gracias a una evaluación

diagnóstica inicial, ubica a los estudiantes por niveles de desarrollo de la competencia científica en estudio, en novato, aprendiz y avanzado.

7.2 POBLACIÓN, CONTEXTO Y MUESTRA

La población corresponde a estudiantes del grado 10-2 de la I.E Iracá del municipio de San Martín de los Llanos. Actualmente son 40 estudiantes, 11 mujeres y 29 hombres de la modalidad técnica en producción agropecuaria. La población estudiantil de la institución es de procedencia rural y de los 40 estudiantes matriculados en el grado 10-2, solamente 11 viven en el casco urbano del municipio de San Martín, por ello el resto de los estudiantes se encuentran caracterizados como internos de la Casa hogar Iracá ya que provienen del área rural de los diferentes municipios del departamento del Meta. Estos jóvenes tienen edades entre los 14 y los 17 años, son de bajos recursos y con las necesidades conocidas del campesinado del país, están acostumbrados al trabajo de campo y por principios familiares son obedientes y respetuosos de las normas.

Como muestra se selecciona 5 estudiantes que hayan participado de todas las salidas de campo y todas las actividades propuestas en clase. Debido a que en este grado hay más hombres que mujeres, se seleccionan 3 hombres y 2 mujeres, que cumplan también con los criterios de que en la prueba diagnóstica hayan respondido a las preguntas y que sus respuestas no los ubique en nivel de desarrollo de la competencia científica – explicación de fenómenos- avanzado, además deben ser internos de la casa hogar. Partiendo de que la población estudiantil es diversa en todos sus aspectos y por tanto interpreta lo que experimenta de acuerdo con sus experiencias y contexto, además de que, como en este caso, aunque hagan parte de este estudio hermanos gemelos, ellos hacen reflexiones individuales según su perspectiva e interpretación y este es un valor individual que exalta la investigación cualitativa evitando generalidades, pero fortaleciendo las diferentes interpretaciones.

7.3 CONSIDERACIONES ÉTICAS

Para el desarrollo del presente proyecto se requirió contar con permiso de rectoría (**Anexo A**), además del consentimiento y asentimiento de la participación de los estudiantes en la investigación (**Anexo B**), el cual es escrito y diligenciado por el padre de familia o acudiente y el estudiante, aclarando que se va a hacer toma de evidencias como fotos, videos y folletos con fines académicos.

Respecto a los participantes se les informa que van a ser estudiados, van a conocer los fines de la investigación y su participación es voluntaria (sin coacción económica o de poder), se garantiza su privacidad y anonimato con la letra P de participante y números del 1 al 5 que codifican a cada participante y durante el desarrollo de ésta, se propende por la protección física y mental del estudiante, el cual no debe hacerse daño o sentirse incómodo.

En cuanto al desarrollo del trabajo, no se usan resultados de otros o se inventan, no se destruye información o miente. Y en cuanto a la difusión de la información, ésta debe ser real, verídica y sus conclusiones concertadas con los participantes.

7.4 UNIDAD DE ANÁLISIS

Se tiene proyectado analizar los datos obtenidos de 5 estudiantes, 2 mujeres y 3 hombres del grado 10-2 de la Institución educativa Iracá de la modalidad técnica en producción agropecuaria. Los participantes se seleccionan teniendo prioridad los estudiantes del grado 10-2, que sean internos con salida cada mes y que muestran disposición para el desarrollo de la investigación debido a que, entre semana por la modalidad técnica, no disponen de tiempo y hay actividades como la capacitación, la colecta y la identificación que exigen tiempo adicional requiriendo un fin de semana, además deben participar de la totalidad de actividades.

Los instrumentos se describen en la **Tabla 8** para la recolección de información en la categoría de investigación escolar y en la **Tabla 9** para recolección de información en la

competencia científica. Así mismo para analizar la información se tendrá en cuenta los niveles de desarrollo de la competencia científica como:

Novato: No responde la pregunta, la respuesta no está relacionada con el tema, la respuesta no explica el fenómeno presentado.

Aprendiz: Se evidencia que el estudiante identifica el fenómeno pero no logra darle explicación o ésta es inexacta o incompleta.

Avanzado: El estudiante identifica el fenómeno presentado y logra dar explicación de lo ocurrido.

Para analizar el desarrollo de la investigación escolar, se tendrá en cuenta el plan de acción que incluya el desarrollo de la investigación escolar “*Macroinvertebrados, presentes en el caño Iracá, empleados como indicadores de la calidad del agua*”, con el desarrollo de los siguientes momentos:

- Momento 1: Planeación del proyecto
- Momento 2: Desarrollo del proyecto
- Momento 3: Comunicación de los resultados

7.5 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

Para la recolección de la información se cuenta con una prueba diagnóstica inicial (**Anexo C**) con 5 preguntas abiertas que permiten evaluar la competencia científica – explicación de fenómenos y de la cual se tiene una pauta (**Anexo D**) que permite ubicar las respuestas de los estudiantes de acuerdo con el desarrollo de esta competencia científica en los niveles novato, aprendiz y avanzado.

También se cuenta con el formato de observación docente (**Anexo E**) que presenta información relacionada con la dimensión conceptual, metodológica y procedimental, y la

dimensión actitudinal de las competencias científicas, propuesta por Cañal (2012). Se tiene la bitácora digital (**Anexo F**) diligenciada por cada grupo de estudiantes durante las salidas de campo o durante las actividades prácticas, permitiendo hacer seguimiento al desarrollo de los momentos de la investigación escolar desarrollada por parte de los estudiantes, pero a la vez se permite verificar si se potencia la competencia científica – explicación de fenómenos -. Se realiza también una autoevaluación (**Anexo G**), bajo los criterios de responsabilidad, aprendizajes, cooperación, comunicación y actitud, y finalmente se tiene la evaluación cualitativa (**Anexo H**).

Para la categoría investigación escolar, de acuerdo con los instrumentos para la recolección de la información, se explicitan los criterios que permiten analizar esta categoría. El formato de observación docente es diligenciado por el profesor que dirige la actividad, la bitácora es diligenciada por los estudiantes. La categoría investigación escolar presenta las siguientes fuentes de recolección de información, con los criterios y los instrumentos, indicando cómo usarlos:

Tabla 6. Instrumentos para la recolección de información en la categoría investigación escolar

¿Cuáles son los criterios utilizados para indagar en torno a esta categoría?	¿Qué tipos de instrumentos se van a utilizar y cómo aplicarlos?
La investigación escolar desarrollada por los estudiantes, se realiza a partir de las fases planificación, actuación, observación de los efectos de la práctica y comunicación, durante su desarrollo se aplican diferentes instrumentos que permiten la recolección de los datos requeridos.	Formato docente: Observaciones trabajo de campo. Diseñado a partir de las características de la dimensión conceptual propuesta por Cañal (2012). Se aplica en todas las salidas de campo. Un formato por cada grupo
El formato de observación docente recolecta información de las características de la dimensión conceptual propuesta por Cañal (2012), que pueda observarse en los estudiantes durante el desarrollo de las diferentes actividades.	Bitácora: Se construye de acuerdo con adaptación de propuesta del proyecto "Ondas" de Colciencias, la diligencian los estudiantes por cada actividad desarrollada en clase. Una por grupo

La bitácora, permite hacer seguimiento cronológico del desarrollo de la investigación por parte de los estudiantes, evidencia su autonomía, su apropiación al proceso, sus aportes, reflexiones y en conjunto la planificación y desarrollo de toda la investigación propuesta.

Fuente: construcción propia

Para la categoría competencia científica, de acuerdo con los instrumentos para la recolección de la información, se explicitan los criterios que permiten analizar esta categoría. La prueba diagnóstica y final son diligenciados por los estudiantes y analizado mediante la pauta presentada en el **Anexo D**. El formato de observación docente es diligenciado por el profesor que dirige la actividad a partir de la propuesta de Cañal (2012), la bitácora es diligenciada por los estudiantes. La categoría competencia científica presenta las siguientes fuentes de recolección de información, con los criterios y los instrumentos, indicando cómo usarlos:

Tabla 7. Instrumentos para la recolección de información en la categoría competencia científica

¿Cuáles son los criterios utilizados para indagar en torno a esta categoría?	¿Qué tipos de instrumentos se van a utilizar y cómo aplicarlos?
<p>Prueba Diagnóstica: De acuerdo con las respuestas de los estudiantes permite clasificar el desarrollo de la competencia científica - explicación de fenómenos - en novato, aprendiz y avanzado, partiendo de los resultados histórico prueba saber 11 años 2016-2017, donde se clasifica la I.E en general, de acuerdo con la cantidad de respuestas incorrectas en insuficiente, mínimo, satisfactorio y avanzado.</p>	<p>Resultados histórico prueba saber 11 años 2016-2017</p> <p>Formato docente: Observaciones trabajo de campo. Diseñado a partir de las características de la dimensión conceptual propuesta por Cañal (2012). Se aplica en todas las salidas de campo. Un formato por cada grupo</p>
<p>El formato de observación docente recolecta información de las características de la dimensión conceptual propuesta por Cañal (2012), que pueda observarse en los estudiantes</p>	<p>Bitácora: Se construye de acuerdo con adaptación de propuesta del proyecto "Ondas" de Colciencias, la diligencian los estudiantes por cada actividad desarrollada en clase. Una por grupo.</p>

durante el desarrollo de las diferentes actividades.

La bitácora, permite hacer seguimiento cronológico del desarrollo de la investigación por parte de los estudiantes, evidencia su autonomía, su apropiación al proceso, sus aportes, reflexiones y en conjunto la planificación y desarrollo de toda la investigación propuesta.

La pauta o rúbrica de la prueba final, clasifica el desarrollo de la competencia científica -explicación de fenómenos- en novato, aprendiz y avanzado, al finalizar todo el proceso de la investigación escolar

Pauta o rúbrica de la prueba diagnóstica y prueba final, en la que de acuerdo con la respuesta del estudiante se ubica en uno de los diferentes niveles (novato, aprendiz, avanzado). La prueba diagnóstica inicial se construye con los temas de investigación, pero aplicando las evidencias de la competencia científica-explicación de fenómenos- presentadas en la matriz de referencia de pruebas SABER. La prueba final se construye a partir de actividades y trabajo de investigación desarrollado

Fuente: construcción propia

7.6 DISEÑO METODOLÓGICO

Básicamente lo que se proyecta realizar parte de la observación, seguido por el pensar y finalizando con el actuar siguiendo las siguientes fases:

7.6.1 Fase 1

Determinar el problema o necesidad desde la experiencia en la I.E., así mismo se generan las categorías, antecedentes, objetivos y marco teórico.

7.6.2 Fase 2

Diseño metodológico. Teniendo en cuenta el problema de investigación, los Objetivos y categorías, se establece la metodología a desarrollar teniendo en cuenta los instrumentos que se van a aplicar durante el desarrollo de la Unidad Didáctica en relación con los momentos de la investigación escolar que realizan los estudiantes.

7.6.3 Fase 3

Desarrollo y Evaluación de la Unidad Didáctica: En esta fase se implementa el plan de acción propuesto en la Unidad Didáctica en relación con los momentos de la Investigación Escolar, aplicando en dichos momentos los instrumentos diseñados para describir el desarrollo de la competencia científica – explicación de fenómenos.

7.6.4 Fase 4

Reflexión y análisis de resultados. En esta fase se analizan y describen los resultados obtenidos, teniendo en cuenta los niveles de desarrollo de la competencia científica – explicación de fenómenos-; en relación con los momentos de la ejecución del proyecto de investigación escolar. Así mismo se hace establecen las conclusiones, recomendaciones y una evaluación del plan implementado, se informa los resultados de las acciones a la comunidad educativa para realizar nuevos ajustes y reiniciar el ciclo.

Figura 1. Diseño metodológico



8 UNIDAD DIDÁCTICA A DESARROLLAR EN LA FASE 3

Para desarrollar la investigación escolar con los estudiantes y lograr los objetivos de este proyecto, se integran las 9 etapas presentadas en la IEP del programa ONDAS a los 3 momentos que se plantean desarrollar con la Unidad Didáctica. Para lograrlo inicialmente se da a conocer a los estudiantes el PRAE institucional, específicamente en el capítulo *“rescatemos el fitoplancton presente en el afluente y efluente del caño Iracá como herramienta indicadora de la calidad del agua afectada por la comunidad de la institución educativa iraca en el municipio San Martín de los llanos – Meta”* (Institución Educativa Iracá, 2012, p.81). Posteriormente se realiza un recorrido exploratorio por el sendero ecológico (caño Iracá) y planta de tratamiento de aguas residuales – PTAR, con el fin de conocer datos importantes de su funcionamiento y generar un debate relacionado con el vertimiento de las aguas provenientes del colegio-internado, al caño Iracá, para posteriormente seguir los siguientes momentos:

8.1 MOMENTO 1

Planificación, en ésta se define qué se va a hacer, quiénes y cómo lo harán, para ello se deben conformar los grupos de trabajo, redactar la pregunta de investigación y establecer una ruta a seguir.

De este primer momento participan todos los estudiantes del grado 10-2 (40 en total) y de común acuerdo, después de observar el color y el olor de las aguas vertidas al caño Iracá y que provienen de la PTAR del colegio-internado, se decide que la pregunta para la investigación escolar es: ¿afecta la calidad del agua del caño Iracá verter las aguas de la PTAR institucional?

Para dar respuesta a esta pregunta se retoma el capítulo del PRAE institucional *“rescatemos el el fitoplancton presente en el afluente y efluente del caño Iracá como herramienta indicadora de la calidad del agua afectada por la comunidad de la institución educativa iraca en el municipio San Martin de los llanos – Meta”* (Institución Educativa

Iracá, 2012, p.81). Ante la dificultad que presenta el análisis de las muestras se decide determinar la calidad del agua del caño Iracá por medio del estudio cualitativo colectando macroinvertebrados. La ruta propuesta se inicia con una capacitación para la colecta, conservación e identificación de microinvertebrados.

Para hacer parte del segundo momento o de actuación participan solamente 5 estudiantes que sean internos en la Institución Educativa y que en la prueba diagnóstica no hayan respondido las preguntas o sus respuestas no los ubique en nivel de desarrollo de la competencia científica – explicación de fenómenos- avanzado.

8.2 MOMENTO 2

Actuación o desarrollo de la unidad didáctica.

8.2.1 Tema unidad didáctica

Macroinvertebrados presentes en el caño Iracá, empleados como indicadores de la calidad del agua.

8.2.2 Objetivo de Aprendizaje

Explicar la calidad del agua del caño Iracá empleando como herramienta indicadora los macroinvertebrados presentes.

Para alcanzar el objetivo propuesto, se inicia con una introducción de nuevos conocimientos sobre el tema, luego se realiza la colecta de macroinvertebrados en dos puntos diferentes del caño Iracá (antes y después de verter las aguas de la PTAR), se realizan muestreo y réplicas con red de dos palos, red surber, colador y colecta manual, y se conservan las muestras en solución de alcohol para finalmente, haciendo uso del estereoscopio y las claves dicotómicas, determinar los taxones orden y familia. La información obtenida se organiza en la siguiente **Tabla 8:**

Tabla 8. Instrumento organización de la información investigación escolar

ORDENES	FAMILIA	Número de individuos	TOTAL
EPHEMEROPTERO	Leptophlebiidae		
	Leptoceridae		
	Helicopsychidae		
	Euthyplociidae		
TRICOPTERO	Hydropsychidae		
DIPTERO	Chironomidae		
COLEOPTERA	Elmidae		
PLECOPTERA	Perlidae		
ODONATA	Megapodagrionida		
	e		
	Coenagrionidae		
	Gomphidae		
DECAPODA	Palaemonidae		
HAPLOTAXIDA	Tubificidae		
RHYNCHOBDELLIDA	Glossiphoniidae		

Nota. La **Tabla 8** corresponde al instrumento donde se registra la clasificación de los macroinvertebrados colectados en los dos puntos seleccionados.

Para interpretar los datos obtenidos se aplica el índice Biological Monitoring Working Party (BMWP) descrito en el documento de Alvarez (2005) “*Metodología para la utilización de los macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad del agua*”, información organizada en el siguiente instrumento para cada uno de los puntos:

Tabla 9. Instrumento para determinar el BMWP

ORDENES	FAMILIA	Número de individuos	TOTAL	Puntaje Índice BMWP
EPHEMEROPTERO	Leptophlebiidae			
	Leptoceridae			
	Helicopsychidae			
	Euthyplociidae			
TRICOPTERO	Hydropsychidae			
DIPTERO	Chironomidae			
COLEOPTERA	Elmidae			
PLECOPTERA	Perlidae			
ODONATA	Megapodagrionidae			
	Coenagrionidae			
	Gomphidae			
DECAPODA	Palaemonidae			
HAPLOTAXIDA	Tubificidae			
RHYNCHOBDELLIDA	Glossiphoniidae			

Nota. En esta **Tabla 9** se ubican los valores que da el BMWP a cada familia encontrada y gracias a este valor se puede determinar la calidad del agua del caño Iracá

8.2.3 Macroinvertebrados presentes en el caño iracá, empleados como indicadores de la calidad del agua

La investigación escolar que desarrollan los estudiantes les permitirá reconocer un problema del contexto que cuando es entendido, puede ser explicado a otros con el fin de buscar soluciones, para ello el programa Ondas de Minciencias propone la guía Expedición Ondas Bio, donde a partir de una pregunta inicial invita a explorar, a conocer, a descubrir, desarrollando proyectos que durante su desarrollo solucionen un problema del entorno, pero que además durante este proceso permite que se dé el aprendizaje en los estudiantes. La guía en mención reta a los estudiantes a realizar un inventario de la biodiversidad de la

región para diagnosticar su estado, para lo cual los estudiantes deben proponer la pregunta de investigación y a partir de ella se dan unos pasos o fases para el desarrollo de esta.

La ruta de investigación inicia con la planeación, donde primero se conforma el grupo de investigación, definir el problema y la pregunta a resolver y establecer el camino a seguir por medio de mapeo para continuar con la fase dos o de desarrollo de la investigación que inicia con el desarrollo de instrumentos, luego la recolección de la información, organizar y sistematizar la información, analizar e interpretar la información para finalizar con la fase tres en la que se comunican los resultados de la investigación. Este documento presenta cinco herramientas para realizar los inventarios de biodiversidad. En la herramienta tres presenta los protocolos para realizar el inventario de: artrópodos y moluscos, coleópteros coprófagos, himenópteros, lepidópteros, coleópteros, himenópteros y lepidópteros, peces, larvas de peces (vertebrados), de arthropoda, de mollusca y otros grupos de invertebrados de aguas dulces, avifauna, mamíferos, herpetofauna y finaliza con la recolección de información de flora (Colciencias, 2018).

El Instituto de investigación de recursos Biológicos Alexander Von Humboldt desarrolló la metodología para la utilización de macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad del agua, esta obra presenta los tipos de hábitat y modos de vida de los macroinvertebrados, explica la metodología de recolección de muestras, explica los índices empleados para determinar la calidad del agua a partir de la clasificación taxonómica para lo cual solo se requiere determinar hasta la familia, además presenta los puntajes asignados a las diferentes familias de macroinvertebrados acuáticos para la detección de los índices y finaliza con la guía de identificación de macroinvertebrados (Alvarez, 2005).

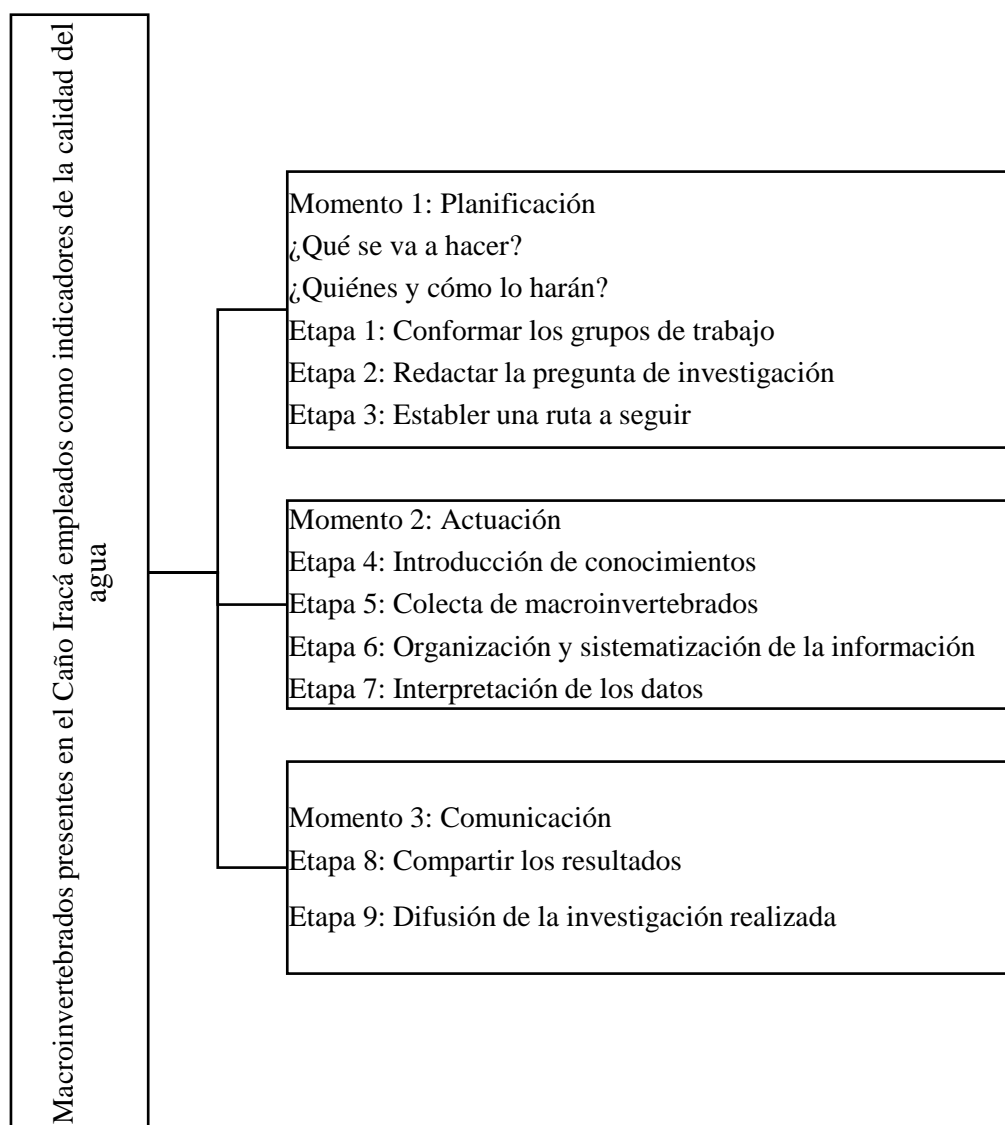
Conociendo el inventario de macroinvertebrados del caño Iracá, los estudiantes tienen la información necesaria para proponer posibles soluciones al problema encontrado inicialmente y hacer la difusión de la investigación realizada.

8.3 Momento 3 o de comunicación de los resultados de la investigación:

Una investigación tiene sentido en la medida en que aporta a la resolución del problema inicial. Por esto, en esta fase se proponen dos etapas dirigidas a lograr que los resultados sean apropiados y difundidos en la comunidad (Colciencias, 2018), estos son compartir los resultados y difundir la investigación realizada.

El texto “*metodología de la investigación*”, Hernandez et al. (2014), propone un esquema de las principales acciones para llevar a cabo la investigación escolar de los estudiantes, a este esquema se le realizan modificaciones y adaptaciones en su diseño y acciones que se presentan en la **Figura 1**, de acuerdo con la propuesta a seguir para el desarrollo de la investigación escolar teniendo en cuenta las 9 etapas de la IEP integrados a los tres momentos de la Unidad Didáctica:

Figura 2. Momentos para el desarrollo de la investigación escolar realizada por los estudiantes.



Nota. **Figura 2** construida a partir de la propuesta de las principales acciones para llevar a cabo la investigación escolar, teniendo en cuenta lo planteado por la propuesta del programa ONDAS en Colciencias (2018).

9 PLAN DE ANÁLISIS

Teniendo en cuenta que esta investigación es de carácter cualitativo y en la que se pretende analizar dos categorías con los datos obtenidos mediante la aplicación de los diferentes instrumentos para la recolección de información, se optará por la triangulación metodológica para la descripción y análisis de los resultados, teniendo en cuenta tal como nos dice Okuda Benavides y Gómez-Restrepo (2005), permite dentro del marco de una investigación cualitativa, el uso de varias estrategias al estudiar un mismo fenómeno dentro del marco de una investigación cualitativa.

De esta manera se contemplan rubricas de evaluación para la prueba final y la siguiente matriz para realizar la triangulación de los tres instrumentos aplicados en el desarrollo de la Unidad Didáctica, con los tres niveles de desarrollo de la competencia científica – explicación de fenómenos:

Tabla 10. Matriz de resultados

	Novato (N)	Aprendiz (A)	Avanzado (Av)
Prueba Final			
Bitácora			
Observación Docente			

10 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El análisis de la información obtenida se realiza por triangulación metodológica, que comprende el uso de varias estrategias para estudiar un mismo fenómeno. Como se tienen varios instrumentos para recopilar la información, éstos se analizan de manera individual, para posteriormente, comparar sus resultados y así poder validar el hallazgo, es decir, cada instrumento se analiza por separado para luego validar la convergencia de los resultados entre ellos. Este método de análisis de la información se selecciona debido a que la triangulación da mayor consistencia a lo reflejado en cada uno de los instrumentos.

Para la triangulación metodológica se analizan en primer lugar, los resultados de la prueba diagnóstica, que permite clasificar las respuestas de los 5 estudiantes en los niveles novato, aprendiz y avanzado de desarrollo de la competencia científica en mención, también se cuenta con el formato de observación docente y la bitácora, de los cuales se espera una tendencia demostrada a través de la triangulación (Hernandez et al., 2014).

Tabla 11. Matriz de resultados iniciales

	Novato (N)	Aprendiz (A)	Avanzado (Av)
Prueba Diagnóstica	P1	P2	
	P4	P3	
	P5		
Bitácora	P1		
	P2		
	P3		
	P4		
	P5		
Observación Docente	P4	P1	
		P2	
		P3	
		P5	

Los resultados presentados en la **Tabla 11** permiten clasificar el comportamiento de los estudiantes durante el avance de la investigación escolar partiendo del nivel de desarrollo de las competencias científicas (novato, aprendiz, avanzado) que se categorizan siguiendo las características propuestas por Cañal (2012) para las dimensiones conceptual,

procedimental, metodológica y actitudinal, así como la autonomía, apropiación al proceso, aportes, reflexiones y en general el protocolo realizado en la investigación escolar el cual fue adaptado del proyecto *Ondas* de Colciencias (2018).

La tendencia inicial de acuerdo con la información obtenida de los 3 instrumentos empleados ubica a los participantes P1, P4 y P5 como novatos y el P2 y P3 en el nivel aprendiz de desarrollo de la competencia científica – explicación de fenómenos.

En la prueba diagnóstica, los participantes P1, P4 y P5 se ubican en nivel de desarrollo novato, debido a que, como se menciona en el **Anexo D** o pauta de la prueba diagnóstica, de acuerdo con la pregunta 1, su respuesta no está relacionada con las estrategias de acción del PRAE Institucional.

Imagen 1. Respuesta del participante P1 a la pregunta 1

The image shows a handwritten response on a diagnostic test form. At the top left, the participant's ID 'P1' is written. The title of the form is 'PRUEBA DIAGNOSTICA'. The text on the form reads: 'Estimado estudiante, el propósito de la presente prueba diagnóstica es clasificar su desempeño en la competencia científica -explicación de fenómenos- con el fin de diseñar un plan de acción que permita mantener su nivel o mejorarlo. El resultado de ésta no afecta su valoración en la asignatura. Gracias por su colaboración. Escriba sobre las líneas su conocimiento o ideas con relación a: 1. Explique lo que conoce del Proyecto Ambiental Escolar (PRAE) de la I.E Iracá'. The response to question 1 is written as 'N.N.' on the first line, with the rest of the lines remaining blank.

La ausencia de respuesta cataloga al participante en el nivel novato, mientras que los participantes P2 y P3 presentan respuestas donde mencionan alguna de las estrategias de acción del PRAE institucional, es de considerar que los estudiantes recibieron socialización del PRAE institucional al inicio del año escolar.

Imagen 2. Respuesta del participante P2 a la pregunta 1

P2

PRUEBA DIAGNOSTICA

Estimado estudiante, el propósito de la presente prueba diagnóstica es clasificar su desempeño en la competencia científica -explicación de fenómenos- con el fin de diseñar un plan de acción que permita mantener su nivel o mejorarlo. El resultado de ésta no afecta su valoración en la asignatura.

Gracias por su colaboración.

Escriba sobre las líneas su conocimiento o ideas con relación a:

1. Explique lo que conoce del Proyecto Ambiental Escolar (PRAE) de la I.E. Iracá

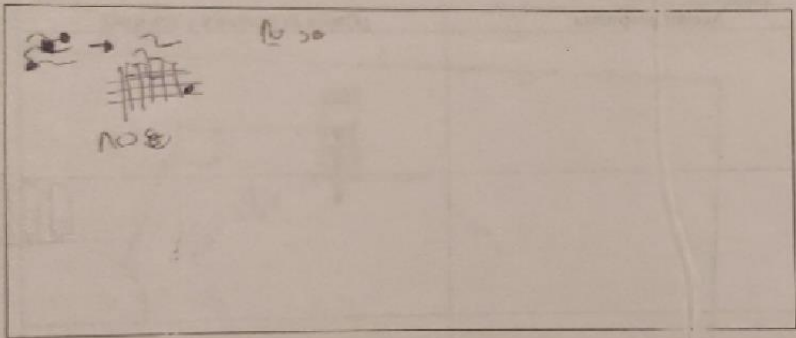
• Planta de tratamiento de Aguas Residuales en colegios Estudiantiles.

Este participante nombra una estrategia de acción del PRAE institucional por ello se cataloga en el nivel aprendiz de la competencia científica -explicación de fenómenos, de acuerdo con **Anexo D**, pauta de la prueba diagnóstica.

En relación con la pregunta 2, para los participantes P1, P4 y P5, su respuesta no está relacionada con el funcionamiento de la PTAR.

Imagen 3. Respuesta del participante P5 a la pregunta 2

2. Explique, mediante un esquema, cómo funciona la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) de la I.E. Iracá

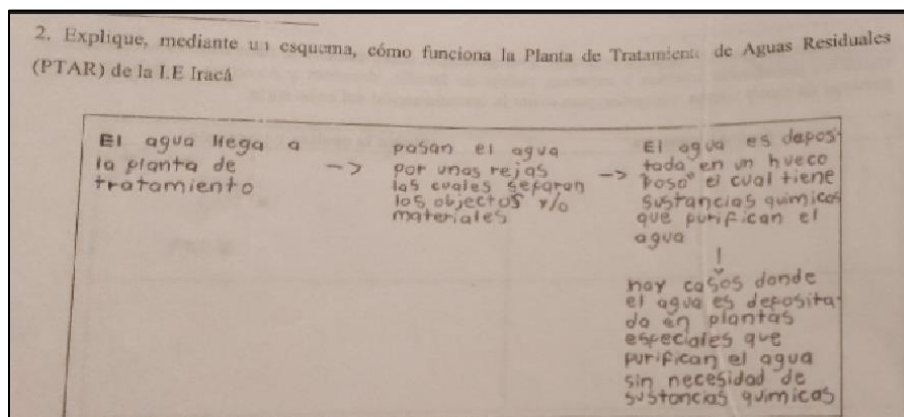


The diagram shows a rectangular area with a grid pattern inside. There are arrows pointing from the left towards the grid. Above the grid, there are some handwritten symbols that look like '10 > 0'. Below the grid, there are some handwritten symbols that look like '10 &'. The drawing is very simple and abstract, representing a process that is difficult to interpret.

El participante P5 presenta un esquema difícil de interpretar por lo cual se cataloga en el nivel novato de desarrollo de la competencia científica – explicación de fenómenos,

mientras que los participantes P2 y P3 presentan esquemas donde su explicación está relacionada con uno de los tratamientos, ya sean físicos, biológicos o químicos

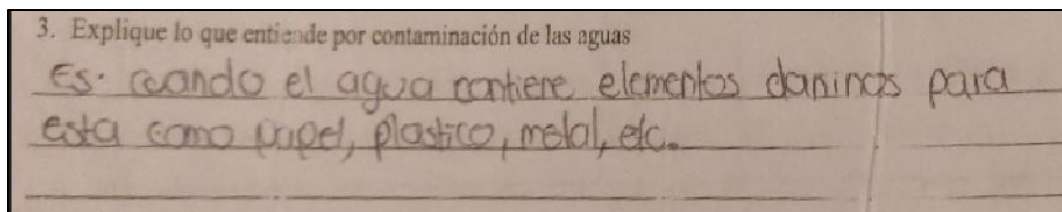
Imagen 4. Respuesta del participante 3 a la pregunta 2



El participante P3 presenta un diagrama en el que menciona tratamientos físicos y químicos por ello se cataloga en el nivel aprendiz de la competencia científica – explicación de fenómenos.

Con respecto a la pregunta 3, los participantes P1, P4 y P5 presentan respuesta que no está relacionada con al menos 3 de las diferentes formas de contaminación de las aguas.

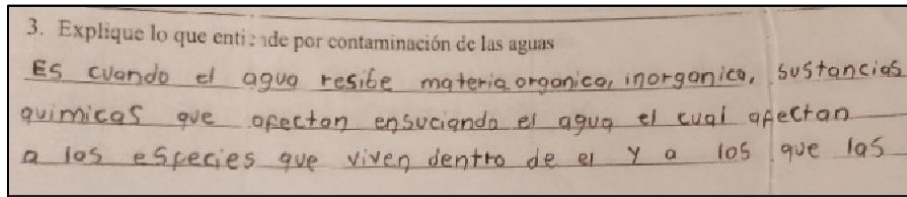
Imagen 5. Respuesta del participante P5 a la pregunta 3



Este participante se cataloga en el nivel novato ya que menciona materiales o elementos que pueden contaminar el agua pero no cumple con la pauta del **Anexo D**, que indica que su respuesta está relacionada con al menos 3 tipos de contaminación del agua: microorganismos patógenos, desechos orgánicos, sustancias químicas inorgánicas, compuestos orgánicos, sedimentos y materiales suspendidos, sustancias radiactivas y

contaminación térmica, mientras que los participantes P2 y P3 presentan respuestas más amplias.

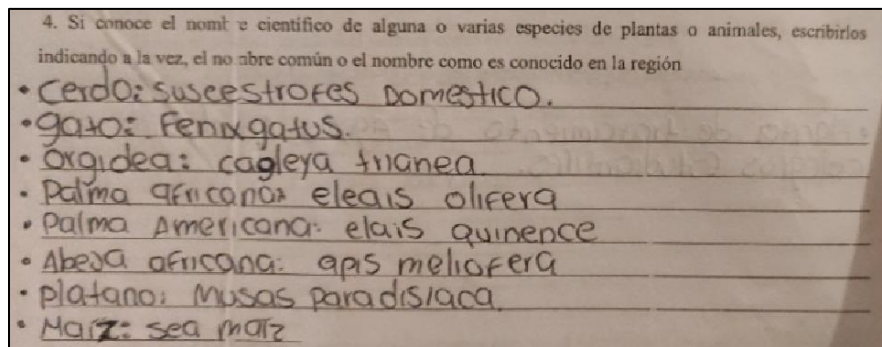
Imagen 6. Respuesta del participante P3 a la pregunta 3



En esta respuesta el participante P3 menciona contaminantes orgánicos, inorgánicos, sustancias químicas y escribe “ensuciando el agua”, implícitamente lo tomó como sedimentos o material en suspensión, por ello se cataloga en el nivel aprendiz.

La pregunta 4, demostró en la respuesta de los estudiantes conocimiento de la modalidad (producción agropecuaria) ya que todos los participantes se catalogan en el nivel avanzado de desarrollo de la competencia científica – explicación de fenómenos ya que escriben de forma correcta el nombre de una o varias especies.

Imagen 7. Respuesta del participante P2 a la pregunta 4



Todos los participantes presentan respuestas de este tipo.

Finalmente, al completar la tabla del punto 5, los participantes P1, P4 y P5 no proponen acciones para evitar la contaminación del caño Iracá.

Imagen 8. Respuesta del participante P4 a la pregunta 5

5. Complete la siguiente tabla, proponiendo 3 acciones que, usted considera, debe realizar la comunidad educativa (estudiantes internos y externos, padres de familia, docentes y directivos, administrativos, personal de aseo y cocina, visitantes) para evitar la contaminación del caño Iraca

Acción propuesta	¿Quién la realiza y para qué?
• Recolección de basuras al rededor del caño.	- padres, estudiantes, docentes. - Para evitar la contaminación en el caño
• Supervisión de aguas Residuales que caen al caño.	- docentes, padres, directivos. - Supervisar donde y como se arrojan las aguas residuales al caño para que no contaminen.
• Supervisión de tala y explotación al rededor del caño.	- padres, estudiantes, directivos. - Supervisar tala de árboles y explotación Petrolera cerca al caño.

5. Complete la siguiente tabla, proponiendo 3 acciones que, usted considera, debe realizar la comunidad educativa (estudiantes internos y externos, padres de familia, docentes y directivos, administrativos, personal de aseo y cocina, visitantes) para evitar la contaminación del caño Iraca

Acción propuesta	¿Quién la realiza y para qué?

Los participantes P2 y P3 proponen acciones posibles y efectivas de acuerdo al contexto.

Imagen 9. Respuesta del participante P2 a la pregunta 5

Al completar la tabla del punto 5, el participante P2 propone acciones posibles de realizar en la que involucra a la comunidad educativa y cuyas acciones son posibles.

Con el instrumento bitácora, se encontró que los 5 participantes, inicialmente hacen recuentos superficiales y sin relación de las actividades realizadas.

Imagen 10. Primera bitácora del grupo al que pertenece el participante 5

ANEJO F BITÁCORA DIGITAL	
Grupo: Hora de Inicio: 08:05 PM Lugar: Laboratorio de Historia Participantes con contacto:	
Participante	Contacto
Alfonso	
Diego	
Diego	
Diego	
Diego	
Diego	
Diego	
Diego	
Diego	
Diego	
Resumen de lo que sucede con evidencias: • Evidencia del espacio • Evidencia de los cuadros • Evidencia de las fotografías • Evidencia de los dibujos • Evidencia de la planta de tratamiento de agua • Evidencia de la planta de tratamiento	
Evidencia fotográfica OK	
Acciones: Mateo prueba realiza el pdr asignado en las evidencias	
Tareas asignadas: Mateo prueba envia los evidencias al correo	
Reflexiones: ¿Qué se aprendió? Aprendimos a diferenciar en el caso de agua y aprendimos un poco de historia del colegio	
¿Qué pasó? Se tomaron de algunos videos un caso con diferentes y aprendimos	
¿Qué se fue agradable? El caso de la planta	
¿Qué se puede hacer mejor? Estudiar un poco más sobre las especies y que se hubiera ido con más tiempo	
Recomendaciones: Salir con más tiempo, de exploración mejor	

De esta salida inicial participaron estudiantes de las otras modalidades como expositores, este grupo solamente nombra las diferentes estaciones pero no describe lo que sucede en cada una de ellas.

Finalmente, durante la observación docente (**Anexo E**), en la primera salida se evalúa la dimensión conceptual de exponer lo aprendido utilizando las propias palabras.

Imagen 11. Primer formato de observación docente del trabajo de campo para los participantes P1, P2 y P3

ANEXO E
FORMATO DOCENTE: OBSERVACION TRABAJO DE CAMPO

Grupo: Fecha: 25/04/22
 Hora de Inicio: 8:45 am Hora final: 10:05 a.m
 Lugar: Sendero Ecológico

Participantes:
 1. Brandon González P1 5. Danna Valqui
 2. Brayán González P2 6. Santiago Macías
 3. Estivan González 7.
 4. Ruthbel Santamaría P3

Dimensión	Participante						
	1	2	3	4	5	6	7
Conceptual							
Expone lo aprendido utilizando las propias palabras	A	A	A	A	N	N	
Explica la importancia de clasificar taxonómicamente los seres vivos.							
Describe las adaptaciones que presentan los macroinvertebrados en ecosistemas acuáticos							
Clasifica los macroinvertebrados recolectados hasta el taxon orden.							
Reconoce las diferentes partes de los insectos							
Relaciona los macroinvertebrados recolectados con la calidad del agua del caño Iracá.							
Metodológica y procedimental							
Desarrolla destrezas en el manejo del estereoscopio.							
Observa e identifica las partes de los macroinvertebrados en el estereoscopio.							
Asocia las partes de los macroinvertebrados con sus adaptaciones a ecosistemas acuáticos.							
Procesa la información obtenida.							
Formula conclusiones fundamentadas.							
Construye y propone un modelo que represente las conclusiones de la investigación desarrollada.							
Actitudinal							
Fomenta la participación de los integrantes del grupo.							
Valora las opiniones de los integrantes del grupo.							
Valora la importancia de evitar la contaminación de las aguas.							
Participa activamente en el desarrollo de las actividades propuestas.							
Promueve la comunicación de los resultados obtenidos.							

N: Novato A: Aprendiz V: Avanzado

Se evidencia que para los participantes es más fácil describir y explicar verbalmente los eventos mientras que escribir les genera inseguridad.

Tabla 12. Matriz de resultados finales

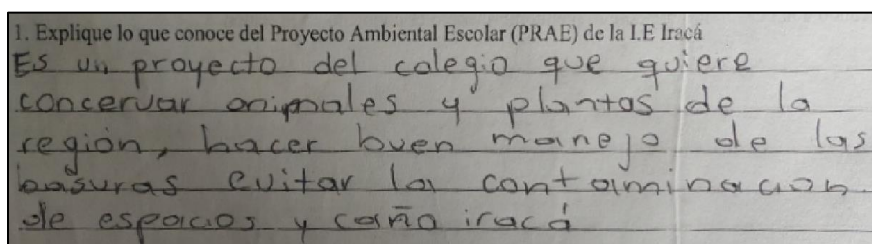
	Novato (N)	Aprendiz (A)	Avanzado (Av)
Prueba Final	P4	P1	
	P5	P2	
		P3	
Bitácora		P1	
		P2	
		P3	
		P4	
		P5	
Observación Docente		P4	P1
		P5	P2
			P3

La tendencia final o posterior al desarrollo de la investigación escolar, obtenida de los 3 instrumentos empleados cataloga a los participantes en el nivel aprendiz en cuanto al desarrollo de la competencia científica – explicación de fenómenos.

En la prueba final, los participantes P2 y P3 continúan en nivel de desarrollo aprendiz, P4 y P5 continúan en nivel novato, pero P1 pasa de novato a aprendiz. De acuerdo con el formato bitácora todos los participantes se catalogan en el nivel aprendiz y en el formato de observación docente P4 y P5 se catalogan en el nivel aprendiz mientras que P1, P2 Y P3 se ubican en el nivel avanzado.

Debido a que el participante P1 pasa del nivel novato al nivel aprendiz, se analizan sus respuestas en la prueba final donde al responder la pregunta 1, explica una o dos estrategias de acción del PRAE institucional.

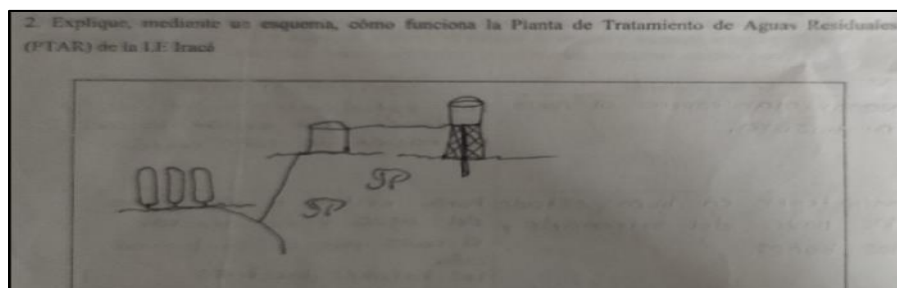
Imagen 12. Respuesta del participante 1 a la pregunta 1 en la prueba final



Este participante en la prueba inicial dejó este espacio en blanco mientras que en la prueba final presenta 2 estrategias de acción del PRAE institucional, por ello pasa del nivel novato inicial al nivel aprendiz en cuanto al desarrollo de la competencia científica – explicación de fenómenos.

El participante 1, al realizar el esquema del punto 2 en la prueba inicial, sobre el funcionamiento de la PTAR presenta un dibujo que no es fácil de entender por ello se cataloga en el nivel novato.

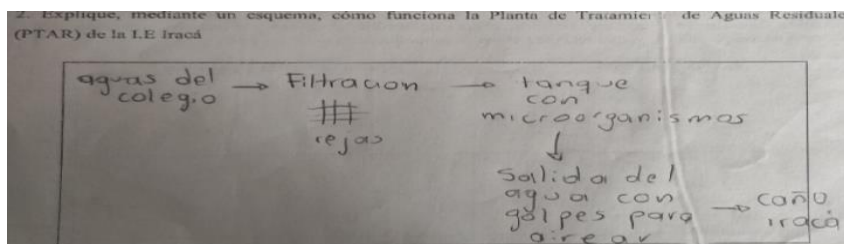
Imagen 13. Respuesta del participante P1 a la pregunta 2 en la prueba inicial



En este esquema el participante 1 presenta un dibujo donde no se logra identificar los diferentes tratamientos que se realiza al agua (físico, biológico y químico).

En la prueba final, el participante P1 al realizar el esquema del punto 2, relaciona el funcionamiento de la PTAR con el tratamiento físico y biológico de las aguas, por ello pasa del nivel novato a aprendiz en cuanto al desarrollo de la competencia científica -explicación de fenómenos.

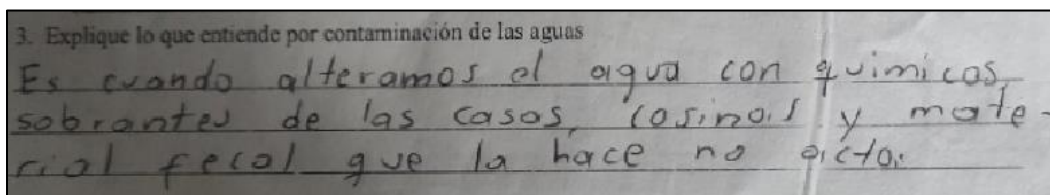
Imagen 14. Respuesta del participante P1 a la pregunta 2 en la prueba final



Esquema de funcionamiento de la PTAR que evidencia tratamiento físico y biológico de las aguas que ingresan a ella.

Con respecto a la pregunta 3 sobre la contaminación de las aguas, en la prueba final el participante P1 relaciona su respuesta con sustancias químicas, residuos orgánicos (sobrantes de la cocina) y microorganismos (materia fecal).

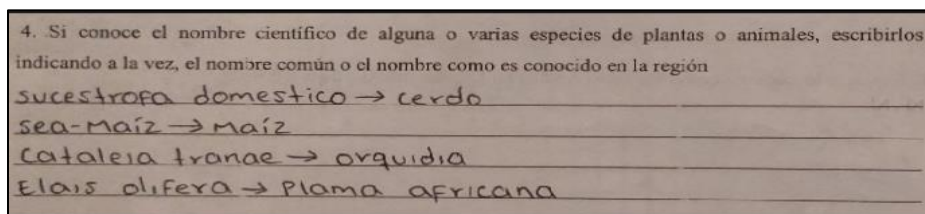
Imagen 15. Respuesta del participante 1 a la pregunta 3 en la prueba final



Esta respuesta permite que el participante pase de novato a aprendiz en cuanto al desarrollo de la competencia científica – explicación de fenómenos.

Para la pregunta 4 todos los participantes conocen el nombre científico de varias especies animales y vegetales.

Imagen 16. Respuesta del participante P1 a la pregunta 4 en la prueba final



En este caso el participante P1 presenta errores en la escritura del nombre científico de todas las especies presentadas.

Finalmente para la pregunta 5, el participante P1 propone soluciones posibles y efectivas de acuerdo con el contexto.

Imagen 17. Respuesta del participante 1 a la pregunta 5 en la prueba final

5. Complete la siguiente tabla, proponiendo 3 acciones que, usted considera, debe realizar la comunidad educativa (estudiantes internos y externos, padres de familia, docentes y directivos, administrativos, personal de aseo y cocina, visitantes) para evitar la contaminación del caño Iracá

Acción propuesta	¿Quién la realiza y para qué?
NO arrojar papeles al suelo ni basura.	Los estudiantes profesores y demás, para evitar la contaminación del caño Iracá.
Mantener en buen estado las llaves del internado y los baños.	Para evitar el desperdicio del agua y no afectar el caño por la contaminación los tutores directivos
NO desperdiciar el papel	Profesores,

Estas respuestas permiten catalogar al estudiante en el nivel aprendiz de desarrollo de la competencia científica – explicación de fenómenos.

En la bitácora final, se encontró que los participantes presentan una mejora al hacer el recuento de las actividades realizadas, sin embargo, falta exactitud y extensión en sus descripciones.

Imagen 18. Bitácora final

ANEXO F
BITÁCORA DIGITAL
Fecha: Agosto 20 de 2022.
Hora: 8:30 pm.
Lugar: Laboratorio de Química - Caño Iracá

Participantes con contacto:

Participante	Contacto
Bárbara Simón González E.	PA
Rafaela J. González Ríos	PI
Rafael Santamaría	PA
Carli Ruiz	PA
Mara Palmera Práxedes	PA
Jeniffer Mercedes	PI

Resumen de lo que sucede con evidencia:

Primero llegamos al laboratorio y comenzamos una charla sobre el orden de macro invertebrados. Luego fuimos a recolectar los macro invertebrados con diferentes métodos como: la red de dos palos, la red Surber, y los coladores. Se distribuye en diferentes tarros rotulados. Y luego nos fuimos al punto 2 que era la planta alta.

Reflexión:

En la planta baja se comenzaron a poner las redes en la corriente de agua del caño Iracá, y así recoger ajataasca y basura.

¿Qué se aprendió?

A sacar las muestras de los macro invertebrados por distintos métodos, como la red de dos palos, red Surber y colador.

¿Qué pasó?

Que aprendimos a recoger los macro invertebrados del agua, y saber que el agua hay muchos organismos vivos.

¿Qué se fue agradable?

Que duramos en el agua recolectando las muestras mucho tiempo.

¿Qué se pudo haber hecho mejor?

A ver recolectado más muestras, y durar menos tiempo en ello.

Recomendaciones:

Se recomienda tener cuidado en el caso de peligros que están en las orillas bajo las piedras.

Recuerdos:

El acuerdo que llegamos era que íbamos a recoger los macro invertebrados para después clasificarlos y ordenarlos.

Esta actividad tuvo una duración de dos días, iniciando con la capacitación y la colecta de macroinvertebrados en dos puntos diferentes del caño Iracá, al siguiente día se realizó la clasificación e identificación hasta el taxón orden de los macroinvertebrados colectados.

Fotografías 1. Introducción de nuevos conocimientos



Fotografías 2. Colecta de macroinvertebrados



Fotografías 3, Identificación y clasificación de macroinvertebrados



Finalmente, durante la observación docente (**Anexo E**), en la última actividad se evalúa en la dimensión conceptual: expone lo aprendido utilizando las propias palabras, clasifica los macroinvertebrados recolectados hasta el taxon orden y reconoce las diferentes partes de los insectos, relaciona los macroinvertebrados recolectados con la calidad del agua del caño Iracá; para la dimensión metodológica y procedimental: desarrolla destrezas en el manejo del estereoscopio y observa e identifica las partes de los macroinvertebrados en el estereoscopio, y en cuanto a la dimensión actitudinal: fomenta la participación de los integrantes del grupo, valora las opiniones de los integrantes del grupo, valora la importancia de evitar la contaminación de las aguas y participa activamente en el desarrollo de las actividades propuestas.

Durante esta etapa se evidencia con más fuerza la relevancia que tiene la dimensión actitudinal para lograr el desarrollo de las competencias científicas, donde la clasificación del estudiante en alguna de las categorías depende en gran medida de su participación y capacidad propositiva durante el desarrollo de la investigación escolar.

Imagen 19. Formato docente final

ANEXO E
FORMATO DOCENTE: OBSERVACION TRABAJO DE CAMPO

Grupo: _____ Fecha: Agosto 24 de 2022.
 Hora de Inicio: 8:30 a.m. Hora final: 7:30 pm
 Lugar: Laboratorio de Química

Participantes:
 1. Brandon Simón González, Ester Ruiz
 2. Brayson Simón González, Maily Palmera
 3. Ruthbel Santa María, 7.
 4. Jimena Méndez

Dimensión	Participante						
	1	2	3	4	5	6	7
Conceptual							
Expone lo aprendido utilizando las propias palabras	V	V	A	A	A	A	
Explica la importancia de clasificar taxonómicamente los seres vivos.							
Describe las adaptaciones que presentan los macroinvertebrados en ecosistemas acuáticos.							
Clasifica los macroinvertebrados recolectados hasta el taxon orden.	V	V	V	A	A	A	
Reconoce las diferentes partes de los insectos.	V	V	A	N	A	N	
Relaciona los macroinvertebrados recolectados con la calidad del agua del caño Iracl.							
Metodológica y procedimental							
Desarrolla destrezas en el manejo del estereoscopio.	V	V	V	A	A	A	
Observa e identifica las partes de los macroinvertebrados en el estereoscopio.	V	V	V	A	A	A	
Asocia las partes de los macroinvertebrados con sus adaptaciones a ecosistemas acuáticos.							
Procesa la información obtenida.							
Formula conclusiones fundamentadas.							
Construye y propone un modelo que represente las conclusiones de la investigación desarrollada.							
Actitudinal							
Fomenta la participación de los integrantes del grupo.	V	V	V	V	V	V	
Valora las opiniones de los integrantes del grupo.	V	V	V	V	V	V	
Valora la importancia de evitar la contaminación de las aguas.	V	V	A	A	A	A	
Participa activamente en el desarrollo de las actividades propuestas	V	V	V	V	A	A	
Promueve la comunicación de los resultados obtenidos.							

N: Novato A: Aprendiz V: Avanzado

Para definir a partir de este formato el nivel de desarrollo de la competencia científica – explicación de fenómenos, se toma como base que son 9 ítems los que se evalúan, con 5 o más en un mismo nivel el participante se cataloga en ese nivel.

El desarrollo de la investigación escolar y los instrumentos empleados permiten evidenciar que se presentó una mejora en el desarrollo de la competencia científica - explicación de fenómenos en los participantes P1, P4 y P5 que pasaron del nivel novato a aprendiz, lo cual se reconoce en las respuestas presentadas por los estudiantes en la prueba final (inicialmente diagnóstica) de acuerdo con **Anexo D** (pautas de la prueba diagnóstica),

además del recuento realizado en la bitácora y las características de las dimensiones observadas por el docente y registradas en el **Anexo E**, todos los anteriores resumidos en la **Tabla 9**.

En cuanto al desarrollo del proceso de investigación escolar inicialmente se evidencia que el desarrollo de proyectos de investigación es motivante para los estudiantes y todos quieren vincularse pero con el transcurrir de las actividades de cada fase se observa que también la motivación es intrínseca debido a que para el caso de los participantes P1, P2 y P3 demuestran un interés especial en avanzar en el desarrollo de las actividades porque desean conocer el resultado de sus observaciones, mientras que los participantes P4, y P5 ese interés no es notorio.

Los participantes que presentan interés especial en el desarrollo del proyecto de investigación son P1, P2 y P3, puesto que son más explícitos y amplían con mayor exactitud la información referente al proyecto y los resultados obtenidos mostrando mayor fluidez verbal durante las socializaciones. Los participantes P1, P2 y P3, manifiestan interés y preocupación por el funcionamiento de la PTAR institucional y proponen posibles acciones en función de mitigar la situación encontrada.

En cuanto a la dimensión metodológica, en general los 5 estudiantes mostraron participación activa en las fases iniciales pero a medida que la selección y clasificación de macroinvertebrados se tornó mecánica, los participantes P4 y P5 fueron perdiendo interés, prefiriendo leer la clave taxonómica para dar instrucción a los participantes P1, P2 y P3 que observan por el estereoscopio y realizan las clasificaciones, motivo por el cual estos últimos desarrollaron mayor destreza en el manejo de este equipo.

En las fases de planificación y sus etapas se presentó participación activa por parte de todos los estudiantes, pero durante la fase de actuación fue perdiendo interés en los participantes P4 y P5, ya que deseaban conocer resultados inmediatos y les es difícil reconocer que los procesos de investigación requieren tiempo, dedicación y están expuestos a mejora continua de acuerdo con el avance de la ciencia.

La investigación escolar es una estrategia pedagógica que puede fortalecer la competencia científica – explicación de fenómenos debido a que, como lo señala Cañal (2012), fortalece la dimensión conceptual lo cual se evidencia cuando los estudiantes adquieren la habilidad de exponer lo aprendido utilizando sus propias palabras, de reconocer las diferentes partes de los insectos, de clasificar los macroinvertebrados colectados y al relacionarlos con la calidad del agua, de igual forma se fortalecen las dimensiones metodológica y procedimental que se reflejan en las actividades prácticas al desarrollar destrezas en el manejo del estereoscopio, al observar e identificar las partes de los macroinvertebrados en este equipo, al procesar la información obtenida y determinar la calidad del agua del caño Iracá.

Con el desarrollo de este proyecto se reconoce que es de mayor relevancia la dimensión actitudinal ya que de ella depende el interés que tenga el estudiante frente a un tema específico y su disposición y comportamiento frente a ese reto; la investigación escolar desarrollada permitió identificar que mientras los participantes P1, P2 y P3 presentaban mayor disposición e interés, el proceso en sí los estimulaba a querer saber más, pero para los participantes P4 y P5 se evidenció menos atención, se distraían con facilidad porque estaban más pendientes de factores externos (celular, compañeros) y no necesariamente porque el tema no fuera de su interés si no porque en el momento de desarrollar las actividades estaban enfocados hacia su vida personal y emocional.

El proceso desarrollado permitió identificar un avance en el nivel de desarrollo de la competencia científica – explicación de fenómenos, específicamente en los participantes P1, P4 y P5, entre los que sobresale el participante P1 quien se apropió de las socializaciones para comunicar a la comunidad educativa los resultados de la investigación con seguridad ya que durante el proceso se evidenció el fortalecimiento de las dimensiones conceptual, metodológica, procedimental y actitudinal. Tal como lo plantea Hernández (2005), las competencias científicas contribuyen por a enriquecer y cualificar la formación ciudadana, ya que éstas son un conjunto de saberes, capacidades y disposiciones que hacen posible actuar e interactuar de manera significativa en los diferentes contextos.

Es importante reconocer que durante el desarrollo de la investigación escolar se presentó un estado de tiempo atípico en la región debido a la presencia de precipitaciones frecuentes, por ello durante la fase de actuación para recolectar la información los participantes pasaron mucho tiempo dentro del agua aprovechando que hubo unos días de tiempo seco y durante la fase de comunicación para difundir la información solamente se realizaron socializaciones, en los dos casos mencionados se presentó una carrera contra el tiempo, de un lado la lluvia y de otro la finalización del año escolar.

La observación docente fue un recurso que facilitó el monitoreo y hacer seguimiento a al desarrollo de los diferentes momentos de la investigación escolar, pues como lo indica Porlán y Martín (1996), el diario del profesor es un recurso que permite releer y evidenciar objetivamente la efectividad de la práctica docente, así mismo es una herramienta que lleva a reflexionar sobre la importancia de que el docente tenga un rol más activo debido a que debe planificar los ejercicios y los procedimientos para alcanzar los objetivos inicialmente propuestos (Mejía y Manjarrés, 2011).

11 CONCLUSIONES

El desarrollo de un proceso de la investigación escolar con los estudiantes y fundamentada como una estrategia pedagógica e implementada a través de una unidad didáctica, permitió demostrar el desarrollo de la competencia científica – explicación de fenómenos debido a que se fortalece la dimensión conceptual, lo cual se evidenció cuando los estudiantes adquieren la habilidad de exponer lo aprendido utilizando sus propias explicaciones y fundamentadas desde los saberes adquiridos durante el desarrollo de los momentos de la Unidad Didáctica, permitiendo así resolver la pregunta de investigación construida con ellos para determinar la calidad del agua del caño Iracá.

Así mismo, se destaca el interés de los estudiantes y su disposición frente a su participación en el proyecto de investigación escolar, ya que el propósito del proyecto estaba relacionado con un tema que hace parte de una situación de su entorno y se evidenció que aunque es motivante para el estudiante, éstos presentaban dificultades al modelar o hacer representaciones que relacionen las dinámicas que se dan entre lo vivo y el entorno ya que es notorio el desarrollo de la capacidad conceptual para explicar y describir el fenómeno observado pero les es difícil predecir lo que sucede si se modifica una de las variables.

Los procesos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias naturales, y específicamente el desarrollo de competencias como la competencia científica, se propician desde el reconocimiento de problemas del contexto, los cuales pueden ser resueltos a través de procesos de investigación escolar, lo que permitió hacer significativos sus aprendizajes ya que es una estrategia que facilita la interdisciplinariedad y articula al desarrollo de competencias, procesos de identificación, explicación, análisis y discusión consciente sobre los fenómenos estudiados, además permite el desarrollo de actitudes positivas frente al estudio de las ciencias naturales.

El proceso de investigación escolar desarrollado a través de la Unidad Didáctica, permitió potenciar la competencia científica explicación de fenómenos, especialmente en aquellos participantes que se mantuvieron más motivados durante el proceso. Como

retroalimentación del ejercicio realizado se exalta la necesidad de desarrollar la investigación escolar como estrategia metodológica de enseñanza y aprendizaje, integrando diferentes áreas de conocimiento en la ejecución de las etapas de la investigación escolar, como por ejemplo para la comunicación de la información y para la construcción del folleto se realizó en conjunto con la docente de Tecnología e Informática.

También con el desarrollo de la investigación escolar, se evidenció el desarrollo en la dimensión conceptual cuando los estudiantes se apropiaron del tema y se les facilitó explicarlo a otras personas empleando sus propias palabras, de igual forma se evidenció el fortalecimiento de las dimensiones metodológica y procedimental observada en el manejo del estereoscopio, la identificación de los macroinvertebrados hasta el taxon orden y durante la organización de la información para determinar la calidad del agua del caño Iracá, pero en primer lugar como dimensión de mayor relevancia está la dimensión actitudinal porque de ella depende en gran medida el éxito de la investigación y el desarrollo de las diferentes competencias.

12 RECOMENDACIONES

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos y conclusiones en la presente investigación se recomienda lo siguiente:

Es importante considerar para mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias naturales, propiciar espacios para que los estudiantes reconozcan las situaciones problema de su contexto y que a partir de ellas se planteen estrategias como la Investigación Escolar, con el fin de hacer significativos sus aprendizajes y sobre todo para el desarrollo de las competencias científicas.

Se hace necesario que no solo durante las clases de ciencias naturales, se den los espacios para que los estudiantes desarrollen sus competencias científicas por medio de estrategias como la investigación escolar, ya que es una estrategia que facilita la interdisciplinariedad y articular el desarrollo de competencias y procesos de identificación, explicación, análisis y discusión consciente sobre los fenómenos estudiados, además permite el desarrollo de actitudes positivas frente al estudio de las ciencias naturales.

El diseño e implementación de Unidades Didácticas permite orientar y regular los momentos de enseñanza y aprendizaje en el aula, así como aplicar estrategias e instrumentos que permiten recoger y analizar información importante para que los docentes reconozcan un proceso de evaluación formativa, aspecto que podría considerarse para futuras investigaciones que requieran analizar el desarrollo de competencias científicas.

La investigación escolar como estrategia pedagógica es fundamental para el desarrollo de los proyectos, dado el carácter innovador de la misma y la posibilidad que brinda para aplicar conocimientos y para alcanzar un aprendizaje significativo en los estudiantes. Así mismo, es importante tener en cuenta al momento de diseñar la unidad didáctica, los tiempos estipulados para cada actividad, los ritmos de aprendizaje de los estudiantes y el componente lúdico recreativo, que permita lograr el desarrollo de las competencias científicas.

Aunque en la institución educativa Iracá la investigación es una política institucional, ésta se realiza esporádicamente y no en todas las áreas siendo necesario que estos proyectos tengan continuidad para impactar con mayor profundidad en el estudiantado para que de esta forma desde grados inferiores se fortalezca el desarrollo de las diferentes dimensiones (conceptual, metodológica y actitudinal) y así se fortalezcan las competencias científicas desde temprana edad.

13 REFERENCIAS

- Alvarez, L. F. (2005). *Metodología para la utilización de los macroinvertebrados acuáticos como indicadores de la calidad del agua*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. <http://repository.humboldt.org.co/handle/20.500.11761/31357>
- Bisquerra, A. R. (2009). *Metodología de la Investigación Educativa*. La Muralla.
- Cañal, P. (2012). ¿Cómo evaluar competencias científicas? *Investigación en la escuela 2012*, 47(127), 5-17.
<https://revistascientificas.us.es/index.php/IE/article/view/6932/6121>
- Colciencias. (2017). *Jóvenes en acción ante el cambio climático*. Alen impresiones.
https://minciencias.gov.co/sites/default/files/ckeditor_files/Jovenes%20en%20accion%20ante%20el%20cambio%20climatico.pdf
- Colciencias. (Marzo de 2018). Expedición Ondas Bio. Colombia.
https://minciencias.gov.co/sites/default/files/ckeditor_files/Expedicion%20Ondas%20Bio.pdf
- Decreto 869. (2010, 17 de marzo). Ministerio de Educación Nacional. Diario Oficial 47.655.
<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=39636>
- Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación. (2018). *Guía para grupos de investigación: La investigación en el programa ONDAS*. Delfin.
- Guilarte, G., (2016). El desarrollo de la competencia científica: 11 ideas clave. Autores: Emilio Pedrinaci (Coord.), Aureli Caamaño, Pedro Cañal y Antonio de Pro (2012). Editorial Graó. ISBN: 978-84-9980-472-9. 294 páginas. 38 cuadros. 7 figuras. Lengua: Español. *Revista de Investigación*, 40(87), 299-302.

- Hernández, C. (2005). ¿Qué son las competencias científicas? *Foro Educativo Nacional*, 1-30.
https://acofacien.org/images/files/ENCUENTROS/DIRECTORES_DE_CARRERA/I_REUNION_DE_DIRECTORES_DE_CARRERA/ba37e1_QUE%20SON%20LAS%20COMPETENCIAS%20CIENTIFICAS%20-%20C.A.%20Hernandez.PDF
- Hernandez, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la Investigación* (6.ªed.). Mac Graw Hill Education.
- Ibañez, X., Artera, J., Fonceca, G., Martinez, S y Pedraza, M. (2005). Desarrollo de actitudes y pensamiento científico a través de proyectos de investigación en la escuela. *Enseñanza de las Ciencias*, (Extra), 1-6.
https://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc_a2005nEXTRA/edlc_a2005nEXTRAp183desact.pdf
- ICFES, (2019). *Marco de referencia de la prueba de ciencias naturales Saber 11.º*. Dirección de Evaluación, Icfes.
- ICFES. (2019). *Guía de orientación Saber 11.º 2019-2*. Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación, Icfes.
- ICFES. (2020). *Informe Nacional de Resultados para Colombia - PISA 2018*, Icfes.
- Institución Educativa Iracá. (2012). “rescatemos el fitoplacton presente en el afluente y efluente del caño iraca como herramienta indicadora de la calidad del agua afectada por la comunidad de la institución educativa iraca en el municipio San Martin de los llanos – meta”. En *Proyecto PRAE* (81-102). IEI.
- Ladrera, R., Rieradevall, M. y Prat, N. (2013). Macroinvertebrados acuáticos como indicadores biológicos: una herramienta didáctica. *Ikastorratza. e-Revista de didáctica 11*. https://www.ehu.es/ikastorratza/11_alea/macro.pdf

Ley 1286 de 2009. (2009, 23 de enero). Congreso de la República. Diario Oficial No 47241. <https://www.suin-juriscal.gov.co/viewDocument.asp?ruta=Leyes/1676840>

Llorente, I., Domènech, X., Ruiz, N., Selga, I., Serra, C., & Domènech-Casal, J. (2017). Un congreso científico en secundaria: articulando el aprendizaje basado en proyectos y la indagación científica. *Investigación en la Escuela, 91*, 72-89.

Mejía, M. R. y Manjarrés, M. E. (2011). La Investigación como Estrategia Pedagógica, una apuesta por construir pedagogías críticas en el siglo XXI. *Praxis & Saber, 2*(4), 127-177. <https://www.redalyc.org/pdf/4772/477248388007.pdf>

Ministerio de Educación Nacional [MEN]. (2008). Ser competente en tecnología ¡Una necesidad para el desarrollo! *Imprenta Nacional*, 1-32. https://www.mineduacion.gov.co/1621/articles-160915_archivo_pdf.pdf

Ministerio de Educación Nacional. (2018). *Reporte de Resultados Históricos del Exámen Saber 11 - Establecimiento Educativos*.

Ministerio de Educación Nacional [MEN]. (2020, 12 de diciembre). *El Ministerio de Educación invita a la comunidad educativa a realizar el Día E 2020 con las familias y el Día E de la Excelencia con los establecimientos educativos entre el 7 de diciembre del 2020 y las primeras dos semanas del calendario académico del 2021*.

<https://www.mineduacion.gov.co/portal/salaprensa/Comunicados/402615:El-Ministerio-de-Educacion-invita-a-la-comunidad-educativa-a-realizar-el-Dia-E-2020-con-las-familias-y-el-Dia-E-de-la-Excelencia-con-los-establecimientos-educativos-entre-el-7-de-diciembre-del-2020-y-las-primeras-dos-semanas-del-calendario-academico-del-2021#:~:text=El%20D%C3%ADa%20E%20es%20una,lo%20que%20el%20Ministerio%20de>

- Ministerio de Educación Nacional [MEN]. (2022, 02 de septiembre). *Pruebas saber*.
<https://www.mineduacion.gov.co/1780/w3-article-397384.html? noredirect=1>
- Ministerio de Educación Nacional. (2022). *Reporte de Resultados Históricos del Exámen Saber 11 - Establecimiento Educativos*.
- Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación [Minciencias]. (29 de Mayo de 2021).
Cultura en CTel. <https://minciencias.gov.co/cultura-en-ctei/ondas>
- Moreno, F., Caro, C. I., Pinilla, G. A., y Osorio, D. P. (2017). Estado actual del conocimiento sobre microalgas del perifiton y macroinvertebrados bentónicos en el departamento del Meta, Colombia. *Acta Biológica Colombiana*, 22(3), 274-306.
- Muñoz Giraldo, J., Quintero Corso, J. y Munevar Molina, R. (2005). *Como Desarrollar Competencias Investigativas en Educación* (3.^a ed.). Cooperativa Editorial Magisterio
- Okuda Benavides, M., & Gómez- Restrepo, C. (2005). Métodos en investigación cualitativa: Triangulación. *Revista Colombiana de Psiquiatria*, 118-124.
- Paiva, L. M. (2019). Modelo didáctico socioproblematizador para desarrollar el pensamiento científico.
- Peláez, A. M. y Piedrahita, D.A. (2018). La importancia del docente investigador en las aulas de primaria, básica y media: una reflexión a partir de dos estudios. *Revista Reflexiones y Saberes*, (9), 40-4.
<https://revistavirtual.ucn.edu.co/index.php/RevistaRyS/article/view/1022/1469>
- Porlán Ariza, R., y Martín, J. (1996). *El diario del profesor: un recurso para la investigación en el aula*. Diáda, 1996.
- Real Academia Española. (2006). Investigar. En *Diccionario de la lengua española*.
<https://www.rae.es/desen/investigar>

- Restrepo, B. (2004). La Investigación-acción educativa y la construcción de saber pedagógico. *Educación y Educadores*, 7, 45-55.
<https://www.redalyc.org/pdf/834/83400706.pdf>
- Roldán-Pérez, G. (2016). Los macroinvertebrados como bioindicadores de la calidad del agua: cuatro décadas de desarrollo en Colombia y Latinoamérica. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 40(155), 254-274.
<http://www.scielo.org.co/pdf/racefn/v40n155/v40n155a07.pdf>
- Rueda, J., & López, C. (2003). Valoración de la calidad biológica de los ríos: claves de identificación para la Enseñanza Secundaria. *Didáctica de las ciencias experimentales y sociales*.
- Ruiz, F. J. (2007). Modelos didácticos para la enseñanza de las ciencias naturales. *Latinoamérica de Estudios Educativos*, 3(2), 41-60.
<https://www.redalyc.org/pdf/1341/134112600004.pdf>
- Sandoval, C. (2002). *Investigación Cualitativa*. ARFO editores e impresores LTDA.
- Toro, L. y Amado, M. (2018). Guía introductoria al diseño centrado en evidencias. *ICFES*.
<https://www.icfes.gov.co/documents/39286/14030789/1.+Guia+introdutoria+al+Dise%C3%B1o+Centrado+en+Evidencias.pdf>
- UNESCO. (1 de Julio de 1999). *UNESCO- World Conference on Science*. Obtenido de
http://www.unesco.org/science/wcs/esp/declaracion_s.htm
- Vazquez, K.V.C., & Monge, L.S.V. (2014). La evaluación cualitativa en el proceso enseñanza-aprendizaje como principio fundamental de una formación más humanista. *Revista nuevo humanismo*, 2(1), 37-50.
<https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/nuevohumanismo/article/view/6391/6431>

Zamora, H. (2015). Macroinvertebrados acuáticos registrados durante la época de lluvias en tres ríos del piedemonte llanero de Colombia. *Revista Colombiana de Ciencia Animal*, 7(2), 139-147.

14 ANEXOS

Anexo A. Carta solicitud de acceso a la i.e

San Martín de los llanos, fecha

Licenciado

GERMAN ALONSO RODRIGUEZ HERRERA

Rector

Institución Educativa Iraca

Ciudad

Cordial saludo.

Yo, LIDA BUSTOS ANZOLA, como estudiante de la Maestría en Enseñanza de las Ciencias de la Universidad Autónoma de Manizales, solicito ante usted permiso para desarrollar dentro de su institución educativa y con los estudiantes de décimo grado, la propuesta de investigación denominada *“Incidencia de la investigación escolar en el desarrollo de la competencia científica-explicación de fenómenos- evaluada en estudiantes de grado décimo de la I.E Iraca”*

Para el desarrollo de la investigación, se recolectará información a través de informes escritos por los estudiantes, recolección y clasificación de macroinvertebrados durante el trabajo de campo. Vale la pena resaltar que la información se utilizará únicamente con fines investigativos y se manejará la confidencialidad de esta, al igual que me comprometo a dar a conocer los resultados a la comunidad educativa una vez concluido el proyecto.

Atentamente,

LIDA BUSTOS ANZOLA

Estudiante Maestría Virtual en Enseñanza de las Ciencias

Universidad Autónoma de Manizales

Anexo B. Consentimiento y asentimiento de la participación de los estudiantes en la investigación

Yo _____, acudiente del estudiante: _____ y de _____ años, acepto de manera voluntaria que él (ella) se incluya como sujeto de estudio en el proyecto de investigación denominado: “*Incidencia de la investigación escolar en el desarrollo de la competencia científica-explicación de fenómenos- evaluada en estudiantes de grado décimo de la I.E Iraca*”, luego de haber conocido y comprendido en su totalidad, la información sobre dicho proyecto, riesgos si los hubiera y beneficios directos e indirectos de su participación en el estudio, y en el entendido de que:

- La participación del alumno no repercutirá en sus actividades ni evaluaciones programadas en el curso.
- No habrá ninguna sanción para el estudiante en caso de no aceptar la invitación.
- El estudiante podrá retirarse del proyecto si lo considera conveniente, aun cuando el investigador responsable no lo solicite, informando sus razones para tal decisión. Asimismo, si así lo deseo, puedo recuperar toda la información obtenida de la participación del estudiante.
- No haré ningún gasto, ni recibiré remuneración alguna por la participación en el estudio.
- Se guardará estricta confidencialidad sobre los datos obtenidos producto de la participación, con un número de clave que ocultará la identidad del estudiante.
- Si en los resultados de la participación del alumno se hiciera evidente algún problema relacionado con el proceso de aprendizaje, se le brindará orientación al respecto.
- Puedo solicitar, en el transcurso del estudio información actualizada sobre el mismo, al investigador responsable.

Lugar y Fecha: _____

Nombre y firma del participante: _____

Firma: _____

Número de cédula: _____

HUELLA

Huella índice derecho:

Nombre y firma de quien proporcionó la información para fines de consentimiento.

TESTIGOS

Nombre: XXX (del investigador o investigadores) _____

Yo _____ estudiante de grado X, confirmo que he sido informado de la investigación y estoy de acuerdo en participar de ella.

Fecha: _____

Anexo C. Prueba diagnóstica

Estimado estudiante, el propósito de la presente prueba diagnóstica es clasificar su desempeño en la competencia científica -explicación de fenómenos- con el fin de diseñar un plan de acción que permita mantener su nivel o mejorarlo. El resultado de ésta no afecta su valoración en la asignatura.

Gracias por su colaboración.

Escriba sobre las líneas su conocimiento o ideas con relación a:

1. Explique lo que conoce del Proyecto Ambiental Escolar (PRAE) de la I.E Iracá

2. Explique, mediante un esquema, cómo funciona la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) de la I.E Iracá



3. Explique lo que entiende por contaminación de las aguas

4. Si conoce el nombre científico de alguna o varias especies de plantas o animales, escribirlos indicando a la vez, el nombre común o el nombre como es conocido en la región

5. Complete la siguiente tabla, proponiendo 3 acciones que, usted considera, debe realizar la comunidad educativa (estudiantes internos y externos, padres de familia, docentes y directivos, administrativos, personal de aseo y cocina, visitantes) para evitar la contaminación del caño Iraca

Acción propuesta	¿Quién la realiza y para qué?

Anexo D. Pauta de la prueba diagnóstica

Enunciado 1 (PRAE)			
	Novato	Aprendiz	Avanzado
Nivel de desarrollo de la competencia científica: explicación de fenómenos	Su respuesta no está relacionada con las estrategias de acción del PRAE Institucional	<p>Explica una o dos estrategias de acción del PRAE institucional</p> <p>1. Implementación de planes de conservación y prevención en la I.E Iracá.</p> <p>El proyecto abarca los componentes de conservación y reconocimiento de especies nativas de mamíferos.</p> <p>2. Etnobotánica: Se realizará el inventario florístico de las plantas nativas que hay en la I.E Iracá.</p> <p>3. Entomología: Sensibilizar a la comunidad para la conservación de especies.</p> <p>4. Soy amanecer, joropo y canto...identidad del llano. Incentivar en la I.E Iracá la apropiación de los conocimientos ancestrales y tradición oral de la región llanera para</p>	<p>Explica 3 o más estrategias de acción del PRAE institucional</p> <p>1. Implementación de planes de conservación y prevención en la I.E Iracá.</p> <p>El proyecto abarca los componentes de conservación y reconocimiento de especies nativas de mamíferos.</p> <p>2. Etnobotánica: Se realizará el inventario florístico de las plantas nativas que hay en la I.E Iracá.</p> <p>3. Entomología: Sensibilizar a la comunidad para la conservación de especies.</p> <p>4. Soy amanecer, joropo y canto...identidad del llano. Incentivar en la I.E Iracá la apropiación de los conocimientos ancestrales y tradición oral de la región llanera para fomentar la diversidad cultural, identificando costumbres artísticas</p>

		<p>fomentar la diversidad cultural, identificando costumbres artísticas como el baile, folclore, y gastronomía.</p> <p>5. Rescatemos el fitoplancton presente en el afluente y efluente del caño Iracá como herramienta indicadora de la calidad de agua afectada por la comunidad de la I.E Iracá en el municipio de san martín de los llanos (meta) Identificar el impacto ocasionado por la planta de tratamiento del I.E Iracá utilizando fitoplancton como bioindicador.</p> <p>6. Manejo de residuos sólidos</p> <p>7. Reconocer la diversidad de fauna silvestre en los llanos orientales como estrategias para la construcción de políticas ambientales educativas potenciando el ecoturismo en la I.E Iracá.</p>	<p>como el baile, folclore, y gastronomía.</p> <p>5. Rescatemos el fitoplancton presente en el afluente y efluente del caño Iracá como herramienta indicadora de la calidad de agua afectada por la comunidad de la I.E Iracá en el municipio de san martín de los llanos (meta) Identificar el impacto ocasionado por la planta de tratamiento del I.E Iracá utilizando fitoplancton como bioindicador.</p> <p>6. Manejo de residuos sólidos</p> <p>7. Reconocer la diversidad de fauna silvestre en los llanos orientales como estrategias para la construcción de políticas ambientales educativas potenciando el ecoturismo en la I.E Iracá.</p>
--	--	---	--

Estudiante

P1			
P2			
P3			
P4			
P5			

Enunciado 2 (PTAR)

Nivel de desarrollo de la competencia científica: explicación de fenómenos	Novato	Aprendiz	Avanzado
	Su respuesta no está relacionada con el funcionamiento de la PTAR	Su explicación está relacionada con uno de los tratamientos, ya sean físicos, biológicos o químicos	Su explicación está relacionada con tratamientos físicos, biológicos y químicos

Estudiante			
P1			
P2			
P3			
P4			
P5			

Enunciado 3 (Contaminación de aguas)

Nivel de desarrollo de la competencia científica: explicación de fenómenos	Novato	Aprendiz	Avanzado
	Su respuesta no está relacionada con al menos 3 de las diferentes formas de contaminación de las aguas	Respuesta relacionada con al menos 3 tipos de contaminación del agua: microorganismos patógenos, desechos orgánicos, sustancias químicas inorgánicas, compuestos orgánicos, sedimentos y materiales suspendidos, sustancias radiactivas y contaminación térmica.	Respuesta relacionada con 4 o más tipos de contaminación del agua: microorganismos patógenos, desechos orgánicos, sustancias químicas inorgánicas, compuestos orgánicos, sedimentos y materiales suspendidos, sustancias radiactivas y contaminación térmica.

Estudiante			
P1			
P2			
P3			
P4			
P5			

Enunciado 4 (Nombre Científico)			
Nivel de desarrollo de la competencia científica: explicación de fenómenos	Novato	Aprendiz	Avanzado
	Su respuesta no está relacionada con el nombre científico de especies animales o de plantas	Escribe el nombre, de al menos una especie animal o vegetal, pero éste presenta errores en su escritura	Escribe de forma correcta el nombre de una o varias especies

Estudiante			
P1			
P2			
P3			
P4			
P5			

Enunciado 5 (Acciones para evitar la contaminación del caño Iracá)

Nivel de desarrollo de la competencia científica: explicación de fenómenos	Novato	Aprendiz	Avanzado
	Otras respuestas Sin respuesta	Propone soluciones que no son posibles o efectivas de acuerdo con el contexto	Propone soluciones reales, posibles y efectivas de acuerdo con el contexto

Estudiante			
P1			
P2			
P3			
P4			
P5			

Anexo E. Formato docente: Observacion trabajo de campo

Grupo:

Fecha:

Hora de Inicio:

Hora final:

Lugar:

Participantes:

- | | |
|----|---|
| 1. | 5 |
| 2. | 6 |
| 3. | 7 |
| 4. | 8 |

Dimensión	Participante							
Conceptual								
Expone lo aprendido utilizando las propias palabras								
Explica la importancia de clasificar taxonómicamente los seres vivos.								
Describe las adaptaciones que presentan los maroinvertebrados en ecosistemas acuáticos.								
Clasifica los macroinvertebrados recolectados hasta el taxon orden.								
Reconoce las diferentes partes de los insectos.								
Relaciona los macroinvertebrados recolectados con la calidad del agua del caño Iracá.								
Metodológica y procedimental								
Desarrolla destrezas en el manejo del estereoscopio.								
Observa e identifica las partes de los macroinvertebrados en el estereoscopio.								
Asocia las partes de los macroinvertebrados con sus adaptaciones a ecosistemas acuáticos.								
Procesa la información obtenida.								
Formula conclusiones fundamentadas.								

Construye y propone un modelo que represente las conclusiones de la investigación desarrollada.							
Actitudinal							
Fomenta la participación de los integrantes del grupo.							
Valora las opiniones de los integrantes del grupo.							
Valora la importancia de evitar la contaminación de las aguas.							
Participa activamente en el desarrollo de las actividades propuestas							
Promueve la comunicación de los resultados obtenidos.							

N: Novato

A: Aprendiz

V: Avanzado

Anexo F. Bitácora digital

Grupo:

Fecha:

Hora de Inicio:

Hora final:

Lugar:

Participantes con contacto:

Participante	Contacto

Recuento de lo que sucede con evidencias

--

Acuerdos

--

Tareas asignadas

--

Reflexiones

--

¿Qué se aprendió?

¿Qué gustó?

¿Qué no fue agradable?

¿Qué se pudo haber hecho mejor?

Recomendaciones

Anexo G. Autoevaluación

Estudiante: _____ **Fecha:** _____

	Excelente	Satisfactorio	Insatisfactorio
Criterios			
Responsabilidad: he llevado a cabo mi parte asignada, aporté ideas relevantes y expliqué el tema al grupo de manera clara y oportuna.			
Aprendizaje: he sido capaz de aprender desde la discusión grupal aspectos relevantes del tema asignado.			
Aprendizaje y cooperación: incorporo en mi reporte las intervenciones que realizan mis compañeros para enriquecer mis sustentos.			
Comunicación: sugiero ideas cuestionando afirmaciones. Respeto las ideas de los demás miembros del grupo.			
Actitud: sigo las instrucciones indicadas de la actividad didáctica para el logro de objetivos			
Mis fortalezas: _____	Mis debilidades: _____		
Cambios: _____			

Nota. Tomada de Vázquez y Monge (2014, p. 48)

Anexo H. Evaluación cualitativa

Su opinión es muy importante para ajustar las fases de desarrollo de la investigación escolar “Macroinvertebrados, presentes en el caño Iracá, empleados como indicadores de la calidad del agua”. Por favor responda los siguientes enunciados de forma justa y sincera, seleccionando solamente una de las opciones presentadas.

1. En cuanto a la pregunta del problema de investigación, la considera relevante, con posibilidad de solución, motiva a la investigación y contribuye al desarrollo del conocimiento.

Totalmente en desacuerdo <input type="radio"/>	En desacuerdo <input type="radio"/>	Ni de acuerdo, ni en desacuerdo <input type="radio"/>	De acuerdo <input type="radio"/>	Totalmente de acuerdo <input type="radio"/>
---	--	--	-------------------------------------	--

2. La metodología utilizada es la adecuada para resolver el problema de investigación

Totalmente en desacuerdo <input type="radio"/>	En desacuerdo <input type="radio"/>	Ni de acuerdo, ni en desacuerdo <input type="radio"/>	De acuerdo <input type="radio"/>	Totalmente de acuerdo <input type="radio"/>
---	--	--	-------------------------------------	--

3. Se evidencia objetividad en el análisis de los datos

Totalmente en desacuerdo <input type="radio"/>	En desacuerdo <input type="radio"/>	Ni de acuerdo, ni en desacuerdo <input type="radio"/>	De acuerdo <input type="radio"/>	Totalmente de acuerdo <input type="radio"/>
---	--	--	-------------------------------------	--

4. Las conclusiones responden a los objetivos y mantienen objetividad al expresar las ideas.

Totalmente en desacuerdo <input type="radio"/>	En desacuerdo <input type="radio"/>	Ni de acuerdo, ni en desacuerdo <input type="radio"/>	De acuerdo <input type="radio"/>	Totalmente de acuerdo <input type="radio"/>
---	--	--	-------------------------------------	--

5. La divulgación de hallazgos fue concisa y precisa

Totalmente en desacuerdo <input type="radio"/>	En desacuerdo <input type="radio"/>	Ni de acuerdo, ni en desacuerdo <input type="radio"/>	De acuerdo <input type="radio"/>	Totalmente de acuerdo <input type="radio"/>
---	--	--	-------------------------------------	--

Observaciones y recomendaciones al proceso
