



Fortalecimiento de la competencia indagación en los estudiantes de grado décimo mediante la articulación del laboratorio físico y virtual.

Jesús Mauricio Campo Bolaños

Universidad del Valle

Facultad de Educación y Pedagogía

Maestría en Educación - Énfasis en Enseñanza de las Ciencias

2023



Fortalecimiento de la competencia indagación en los estudiantes de grado décimo mediante la articulación del laboratorio físico y virtual.

Jesús Mauricio Campo Bolaños

Directora:

Mg. Miyerdady Marín Quintero

Universidad del Valle

Facultad de Educación y Pedagogía

Maestría en Educación - Énfasis en Enseñanza de las Ciencias

2023

AGRADECIMIENTOS

Porque siempre, detrás de un logro hay un grupo de personas que contribuyen a que este se pueda alcanzar, es por eso que hoy quiero dar mis más sinceros agradecimientos:

Primero que todo a Dios, por prestarme la vida para poder realizar este sueño. A mis padres, Flor de María Bolaños (Q.E.P.D) y Cesar Alberto Campo, a quienes les debo absolutamente todo lo que soy.

A mi adorada hija Guadalupe, mi motor y quien me inspira todos los días a ser mejor persona. A mi esposa Yury Milena por todo ese apoyo incondicional que siempre me ha brindado.

A mi hermana Maritza y mi sobrina Luna, por ser mi segunda fuente de energía, las que no me dejan caer en los momentos difíciles.

A todos y cada uno de los profesores del I.E.P de la Universidad del Valle, pero en especial a mi tutora, Mg. Miyerdady Marín Quintero, por todos sus conocimientos y apoyo brindado durante todo este proceso, sin su dedicación nada de esto sería posible. Igualmente, hacer una mención al profesor Edwin García, que siempre nos acompañó en este duro camino.

A todos mis compañeros y compañeras de la Maestría, personas inolvidables con las que la vida me dió la gran oportunidad de compartir, gracias por sus palabras y aportes durante todo este tiempo.

A todos mis compañeros, docentes y directivos de la Institución Educativa Nuestra Señora del Carmen, en especial al rector, Ingeniero, Yeris Alberto Ruiz y la profe Gloria, por todo su apoyo durante esta etapa de formación.

A mis estudiantes de grado décimo de la I.E.N.S.C, por su trabajo sincero y comprometido en todo este proceso.

A Minciencias y Gobernación del Cauca, por aportar su granito de arena en esta etapa de formación.

A mis amigos y demás familiares que siempre han tenido palabras de apoyo para conmigo.

¡A todos ustedes de verdad infinitas gracias!

Resumen

El proceso de enseñanza de las ciencias debería estar enfocado en desarrollar en los estudiantes habilidades que permitan el fortalecimiento de las competencias científicas propuestas por el ICFES. Dentro de las competencias que se evalúan en la prueba SABER, se ha determinado que la mayor falencia de los estudiantes se presenta en la competencia de indagación. Para resolver esta problemática, se propone una metodología con un enfoque cualitativo, esta se desarrollará en cuatro fases. La primera consiste en la aplicación de una prueba diagnóstica, con ella se busca determinar el nivel de la competencia de indagación que tienen los estudiantes de grado décimo al iniciar el trabajo de investigación. En la segunda y tercera fase se realiza el proceso de diseño e implementación de todas las actividades experimentales que articulan el trabajo en el laboratorio físico y virtual. La cuarta fase consiste en la aplicación de una prueba evaluativa, con esta se establece cuál es el nuevo nivel de esta competencia científica en los estudiantes. Los resultados obtenidos permiten evidenciar que la mayoría de estudiantes evaluados con la prueba diagnóstica, presentan el nivel más bajo de la competencia de indagación. Posteriormente se realiza el proceso de implementación de las actividades experimentales, físicas y virtuales, donde los estudiantes, a partir de una situación problema generada desde su propio contexto, buscan establecer, cuales son las mejores condiciones para producir biogás utilizando pulpa de café como materia prima, esto a partir de un proceso biotecnológico, como lo es la Biodigestión. Finalizada esta fase, se procede a la aplicación de la prueba evaluativa, los resultados obtenidos en esta prueba permiten evidenciar que hay un buen avance en cuanto al nuevo nivel de esta competencia en los estudiantes.

Palabras claves: Competencia de indagación, laboratorio real (físico), laboratorio virtual, proceso biotecnológico, pulpa de café.

Abstract

The science teaching process should be focused on developing in students skills that allow the strengthening of the scientific competencies proposed by the ICFES. Within the competencies that are evaluated in the SABER test, it has been determined that the greatest deficiency of students is in the competence of inquiry. To solve this problem, a methodology with a qualitative approach is proposed, which will be developed in four phases. The first phase consists of the application of a diagnostic test, which seeks to determine the level of inquiry competence of tenth grade students at the beginning of the research work. In the second and third phases, the process of design and implementation of all the experimental activities that articulate the work in the physical and virtual laboratory is carried out. The fourth phase consists of the application of an evaluative test, which establishes the new level of this scientific competence in the students. The results obtained show that most of the students evaluated with the diagnostic test present the lowest level of inquiry competence. Subsequently, the process of implementation of the experimental, physical and virtual activities is carried out, where the students, starting from a problem situation generated from their own context, seek to establish which are the best conditions to produce biogas using coffee pulp as raw material, this from a biotechnological process, such as biodigestion. The results obtained in this test show that there is a good progress in terms of the new level of this competence in the students.

Key words: Inquiry competence, real (physical) laboratory, virtual laboratory, biotechnological process, coffee pulp.

Tabla de contenido

Resumen	4
Abstract	5
Justificación	12
Antecedentes	16
Desarrollo y/o fortalecimiento y evaluación de la competencia indagación en los estudiantes.	16
Capítulo I. El Problema de Investigación.....	29
Capítulo II. Marco Teórico	39
La Enseñanza de las Ciencias y el enfoque CTSA.....	39
Las Competencias Científicas en Ciencias Naturales	44
Uso comprensivo del conocimiento científico:	47
Explicación de fenómenos:.....	47
Indagación:	48
Comunicar:	48
Trabajar en equipo:	48
Disposición para aceptar la naturaleza abierta, parcial y cambiante del conocimiento:	48
Disposición para reconocer la dimensión social del conocimiento y para asumirla responsablemente:.....	48
La competencia científica de indagación.	48
a) Indagación abierta:	50
b) Indagación guiada:	50
c) Indagación acoplada:	50
d) Indagación estructurada:	51
Las Prácticas de Laboratorio en la Enseñanza de las Ciencias Naturales	51
Sobre el Proceso Biotecnológico de la obtención del biogás a partir de los residuos de pulpa de café	63
Capítulo III. Marco Metodológico	67
Objetivos.....	67
Objetivo General.	67
Objetivos específicos	67
Metodología	67
Escenario investigativo y participantes	69
Técnicas e Instrumentos de Recolección de Información	70
Aplicación de pruebas diagnóstica y evaluativa.	71
Diseño, aplicación y recolección de las guías con las actividades experimentales físicas y virtuales.....	73
Documentos: cuadernos, guías e informes escritos por los estudiantes.....	79
Capítulo IV. Resultados	86
Resultados de la prueba diagnóstica	86
Diseño, aplicación y recolección de información de las guías con las actividades experimentales físicas y virtuales.....	91
Resultados de la prueba evaluativa a los estudiantes	134
Resultados comparativos de la Prueba Diagnóstica y la Prueba Evaluativa	140

Capítulo V. Conclusiones	165
Referencias	168
Anexos.....	176
Anexo 1. Prueba diagnóstica.....	176
Anexo 2. Prueba evaluativa	178
Anexo 3. Guías de aprendizaje diseñadas para ser desarrolladas a través del laboratorio físico.	180
Anexo 4. Guías de laboratorio virtual propuestas en la plataforma de Cloud Labs.	183
Anexo 5. Guía para trabajar el pensamiento computacional.	185
Anexo 6. Lectura las perturbaciones de las ondas.....	186

Lista de Tablas

Tabla 1. Trabajos prácticos basado en pequeña investigación dirigidas.	54
Tabla 2. Niveles de indagación que pueden alcanzar los estudiantes cuando desarrollan trabajos prácticos de laboratorio.	56
Tabla 3. Nivel de indagación que tienen las prácticas de laboratorio.	57
Tabla 4. Comparativo del laboratorio real vs. El laboratorio virtual.	62
Tabla 5. Biogás producido y proporción de metano que se obtiene utilizando diferentes sustrato	66
Tabla 6. Tema a tratar en cada una de las guías diseñadas para ser desarrolladas por los estudiantes mediante el trabajo en el laboratorio físico.	74
Tabla 7. Tema a tratar con los estudiantes en las guías propuestas por la plataforma Cloud Labs.	77
Tabla 8. Tema a tratar y tipo de actividad que desarrollaran los estudiantes durante la aplicación del entorno virtual del pensamiento computacional.	78
Tabla 9. Determinación de las habilidades y nivel de competencia de indagación en estudiantes de grado décimo de la I.E.N.S.C por medio de la prueba diagnóstica.	86
Tabla 10. Hipótesis planteadas por cada grupo de trabajo y que dan una posible respuesta a la pregunta de investigación.	101
Tabla 11. Materiales propuestos por los grupos los cuales utilizarían para realizar el diseño experimental.	103
Tabla 12. Orden de trabajo por grupo para determinar la influencia de las variables estudiadas en el proceso de Biodigestión.	107
Tabla 13. Respuestas de los estudiantes a la hipótesis, pregunta problema planteadas el inicio de este trabajo y conclusión que obtienen después de haber desarrollado toda la estrategia pedagógica.	132
Tabla 14. Resultados de la determinación de las habilidades y nivel de competencia de indagación en estudiantes de grado décimo de la I.E.N.S.C por medio de la prueba evaluativa.	135

Lista de Figuras

Figura 1. Proceso investigativo en el cual se indican las fases de la propuesta metodológica. ...	69
Figura 2. Test para medir el nivel de la competencia de indagación en estudiantes de secundaria.	72
Figura 3. Etapas de trabajo en el laboratorio por resolución de problemas que desarrollan habilidades propias de la competencia de indagación.....	74
Figura 4. Rúbrica para evaluar las habilidades desarrolladas en la competencia de indagación.	82
Figura 5. Rubrica para determinar el nivel de la competencia de indagación.....	83
Figura 6. Estudiantes presentando la prueba diagnóstica.....	84
Figura 7. Resultados del nivel de competencia indagación obtenidos durante la aplicación de la prueba diagnóstica.....	88
Figura 8. Desarrollo de habilidades de indagación alcanzado por los estudiantes durante el desarrollo de la prueba diagnóstica.	88
Figura 9. Evidencia de las respuestas que formulan los estudiantes a las preguntas establecidas en la prueba diagnóstica.	90
Figura 10. Evidencia de las respuestas de los estudiantes a las preguntas formuladas en la guía 1	93
Figura 11. Evidencia de las respuestas de los estudiantes a las preguntas formuladas en la guía 2.	95
Figura 12. Evidencia de las respuestas de los estudiantes a las preguntas formuladas para la primera lectura de la guía 3.	96
Figura 13. Evidencia de las respuestas de los estudiantes a las preguntas formuladas para la segunda lectura de la guía 3.....	97
Figura 14. Evidencia de las preguntas problema propuestas inicialmente por los estudiantes durante el desarrollo de la guía 3.	99
Figura 15. Evidencia de los esquemas realizados por los grupos de trabajo sobre como realizarían el proceso de Biodigestión.	104
Figura 16. Evidencia de los diagramas de flujo propuestos por los grupos de trabajo donde se explica cómo realizarán el proceso de Biodigestión.	106
Figura 17. Montaje realizado por el grupo 1, solo con pulpa de café.....	108
Figura 18. Montaje realizado por el grupo 1, mezcla de pulpa de pulpa de café y agua	109

Figura 19. Montaje realizado por el grupo 2, mezcla de pulpa de café y lodo activado.	110
Figura 20. Evidencia de la toma de datos realizada por el grupo 3.	113
Figura 21. Evidencia de la toma de datos realizada por el grupo 5.	113
Figura 22. Evidencia de la toma de datos realizada por el grupo 2	114
Figura 23. Evidencia de la toma de datos realizada por el grupo 1	115
Figura 24. Evidencia de la toma de datos realizada por el grupo 4	117
Figura 25. Evidencia de Guía de aprendizaje sobre el tema biotecnología propuesta en la plataforma cloud labs	119
Figura 26. Evidencia del uso de los estudiantes de la guía digital en la plataforma.....	120
Figura 27. Reportes generados por la plataforma Cloud Labs después que los estudiantes desarrollan la guía 1 del laboratorio virtual diseño de una fermentación	122
Figura 28. Evidencia de los reportes y trabajo de los estudiantes en la segunda práctica del laboratorio virtual, influencia de variables físicas en los procesos biotecnológicos	123
Figura 29. Evidencia de los reportes y trabajo de los estudiantes en la tercera práctica del laboratorio virtual, análisis de producción de metabolitos en las etapas de vida de un microorganismo	125
Figura 30. Tarjeta micro bit que ejecuta la simulación del programa diseñado por los estudiantes	126
Figura 31. Actividad desconectada realizada con los estudiantes	127
Figura 32. Trabajo de socialización del uso de la plataforma make code realizado con los estudiantes	128
Figura 33. Trabajos de programación realizado por los estudiantes para ser simulados por la tarjeta micro bit	129
Figura 34. Programa realizado por los estudiantes para que la micro bit realice la simulación de un termómetro.....	130
Figura 35. Evidencia del análisis de datos realizado por los estudiantes luego de realizar la parte experimental	133
Figura 36 Nivel de competencia indagación alcanzado por los estudiantes después de presentar la prueba evaluativa	136
Figura 37. Resultado del desarrollo de habilidades de indagación en los estudiantes después de aplicar la prueba evaluativa	137

Figura 38. Evidencia de las respuestas de los estudiantes a las preguntas formuladas en la prueba evaluativa	140
Figura 39. Resultados comparativos de la prueba diagnóstica y evaluativa que permiten establecer el nivel de competencia de indagación en los estudiantes de grado décimo	142
Figura 40. Resultados obtenidos en la prueba diagnóstica y la prueba evaluativa, para la habilidad, identificación de problemas o formulación de preguntas	145
Figura 41. Resultados obtenidos en la prueba diagnóstica y la prueba evaluativa, para la habilidad, formulación de hipótesis	146
Figura 42. Resultados obtenidos por los estudiantes en la prueba diagnóstica y la prueba evaluativa, para la habilidad, planificación de una investigación.....	147
Figura 43. Resultados obtenidos por los estudiantes en la prueba diagnóstica y la prueba evaluativa, para la habilidad, identificación de variables.....	149
Figura 44. Resultados obtenidos por los estudiantes en la prueba diagnóstica y la prueba evaluativa, para la habilidad, recogida y procesamiento de datos	150
Figura 45. Resultados obtenidos por los estudiantes en la prueba diagnóstica y la prueba evaluativa, para la habilidad, análisis de datos y obtención de conclusiones argumentadas	152
Figura 46. Resultados obtenidos por los estudiantes en la prueba diagnóstica y la prueba evaluativa, para la habilidad, Metarreflexión	153
Figura 47. Evidencia de la exposición del trabajo realizado por los estudiantes en una feria municipal de ciencias	159

Justificación

Hacer un cambio en la forma como tradicionalmente se enseñan las ciencias naturales en la Institución Educativa, es un reto muy grande, sobre todo, para los docentes que de alguna forma se encuentran sumidos bajo una corriente transmisora (positivista), donde el conocimiento simplemente es impartido y no admite objeción alguna por parte de los estudiantes. Pero, si con este cambio se logra generar unas prácticas educativas mucho más interesantes, contextualizadas y que puedan ser comprendidas por los educandos, que generen en ellos una transformación en cuanto a su disposición por aprender ciencias, que se mejore el rendimiento académico de esta área, que se fomente la participación y el trabajo colaborativo, y que además, puedan utilizar estos conocimientos como medio para poder solucionar problemas con los que a diario se encuentran en sus comunidades, creemos entonces que el reto vale la pena asumirlo.

Ante este tipo de retos que se han planteado, Delgado Angulo (2002), establece lo siguiente:

“los futuros profesores deben saber que hay más de una forma de explicar que es la ciencia y que las decisiones sobre que contenidos enseñar en el aula y para que enseñar ciencia a los alumnos, se toman fundamentándose en una de las posibles explicaciones sobre la naturaleza de la ciencia. Pero, por otra parte, implica la formación de un profesional habituado a cuestionar las propuestas que se le hacen y a cuestionarse sobre su pensamiento y su práctica; un profesor con autonomía para aprender desde su hacer, al reconocer aciertos y fallas, y que es capaz de tomar decisiones apoyándose en la teoría” (p. 37).

En la Institución Educativa, como profesor de ciencias naturales se ha podido evidenciar en los estudiantes una apatía y un desinterés muy grande por aprender y por formarse en esta área de conocimiento, además, de la alta repitencia y los malos resultados que presentan los educandos, en las pruebas, tanto internas como externas que se les aplican y donde se evalúan los conocimientos adquiridos en el aula. En este sentido, se ha podido observar como los resultados obtenidos para el área de ciencias naturales en las pruebas saber que se aplican anualmente a los estudiantes y que son formuladas por el ICFES (2020), no son buenos, pues en el respectivo análisis realizado, es claro que la mayoría de estudiantes se encuentran en los niveles más bajos de desempeño que son los niveles 1 y 2.

La prueba saber en ciencias que se aplica a los estudiantes evalúa el desempeño que ellos tienen en tres competencias, explicación de fenómenos, uso comprensivo del conocimiento científico y la indagación. En los resultados obtenidos para el año lectivo 2020, es evidente que, en los educandos, los desempeños más bajos se presentan en las preguntas que evalúan la competencia de indagación. Esto es de esperar, pues la forma como se está llevando a cabo el proceso de enseñanza no está generando en los estudiantes una motivación que permita despertar la curiosidad necesaria para que ellos puedan sumirse en procesos formativos que les ayude a comprender muchos de los fenómenos que se explican desde esta área de conocimiento. En este sentido, es claro que, a partir de la curiosidad, el estudiante empieza a desarrollar la competencia de indagación, ya que debe empezar a formularse preguntas, identificar problemas que posteriormente debe tratar de solucionar.

Sobre la competencia de indagación, Sanmiguel (2016), establece que este es un proceso que se da en el pensamiento humano desde las primeras etapas de su desarrollo. El niño pequeño que tantea tratando de averiguar a dónde fue a parar la pelota, está haciendo inferencias mediante la indagación. Ya en un sentido un poco más profundo, Ferres, et al. (2015) plantean la forma como la competencia indagación puede ser utilizada en dos sentidos diferentes, por un lado, se refiere a habilidades que los estudiantes deben desarrollar para ser capaces de realizar investigaciones científicas y trabajar de la forma que lo hacen los científicos en la resolución de problemas. Por otro lado, hace referencia a las estrategias de enseñanza y aprendizaje que permiten aprender ciencia a partir de la realización de investigaciones que aporten evidencias experimentales con la finalidad de promover la génesis y evolución del conocimiento científico escolar.

Por lo tanto, el fortalecer la competencia de indagación en los estudiantes de la I.E debe ser un proceso importante, pues a través de ella, se pueden lograr que ellos desarrollen un aprendizaje que les sea mucho más significativo. De esta forma, se busca generar en los educandos un mayor interés hacia el estudio y aprendizaje de las ciencias naturales, situación que contribuiría a que haya una mejoría en los resultados de las pruebas que se aplican tanto interna como externamente. Para esto, es importante que se lleven a cabo en el aula de clases actividades que permitan mejorar el modelo de enseñanza. Algunas de las actividades que se pueden desarrollar son: 1. Identificar y plantear preguntas que se respondan mediante la indagación. 2. Reunir información bibliográfica coherente, 3. Plantear problemas de la vida cotidiana, 4. Formular explicaciones al problema

planteado, a partir de la evidencia, 5. Conducir un trabajo de investigación bajo diversas acciones, 6. Compartir con compañeros mediante una buena argumentación lo que se ha aprendido.

Ahora bien, si se plantea la competencia indagación como lo hace Saab Camacho (2016), quien considera que la competencia indagación está orientada a la búsqueda de información que permite establecer la validez de una pregunta problema, lo cual implicaría que el estudiante pueda tener clara la planeación necesaria para plantear un experimento. En este sentido se puede establecer que una de las estrategias que es válida y que ayudaría en el proceso de fortalecimiento de la competencia de indagación en los estudiantes de la Institución, es la implementación de prácticas de laboratorio. Estas deben incluir como objeto de estudio, fenómenos que sean propios del contexto donde viven los jóvenes. De esta manera a partir de un problema real, se construye un proceso experimental que permita dar solución a ese problema planteado inicialmente, logrando que en el área de ciencias naturales los estudiantes aprendan a hacer haciendo o como lo establece Couso (2014), se aprende a indagar indagando.

Es así, como el trabajo en el laboratorio se considera como un entorno adecuado para el aprendizaje a través del proceso de indagación. Es en este tipo de ambientes, donde los estudiantes utilizan el conocimiento teórico junto con las destrezas y actitudes científicas y sociales para resolver problemas. El emplear estas prácticas experimentales permite mejorar las destrezas del alumnado para formular preguntas, diseñar procedimientos y elaborar conclusiones. Por lo tanto, para que las prácticas de laboratorio alcancen con los objetivos formulados, es importante que estas estén diseñadas a partir de actividades que a) constituyan problemas, no preguntas retóricas de solución obvia; b) sean percibidas como relevantes para la vida de los estudiantes, que estén situadas en un contexto próximo a sus experiencias; c) tengan apertura, con un grado de respuestas posibles o caminos experimentales; d) que los estudiantes tomen parte en las prácticas científicas (Crujeiras & Jiménez, 2015) .

Es claro entonces que una práctica de laboratorio estructurada y diseñada adecuadamente, puede generar un ambiente de aprendizaje óptimo donde los estudiantes de la Institución Educativa puedan fortalecer la competencia de indagación científica. Sin embargo, hoy en día por la situación de emergencia sanitaria que vive el país y teniendo en cuenta los ambientes actuales de formación de los estudiantes, es importante plantear también estrategias alternativas de enseñanza en ciencias naturales. En este sentido, no se puede vivir alejado de las posibilidades que brinda el uso de herramientas tecnológicas como estrategias pedagógicas que permiten mejorar las prácticas

educativas, los laboratorios virtuales, una de estas herramientas, pueden ayudar con el proceso de fortalecimiento de la competencia científica mencionada anteriormente.

En efecto, Pósito (2012), afirma que el empleo de herramientas las TIC, como estrategia para el fortalecimiento de la competencia indagación en el área de ciencias naturales, es un aspecto importante, ya que le permiten al estudiante desarrollar ciertas habilidades, las cuales hacen que ellos mejoren su desempeño tanto a nivel de pruebas internas, así como también en las pruebas externas. Al respecto, otra de las herramientas TIC, que puede ser utilizada como estrategia de enseñanza es la del pensamiento computacional, esta fomenta el desarrollo en los estudiantes de las competencias del siglo XXI como son la resolución de problemas, creatividad, colaboración, búsqueda, selección y organización de información relevante. Estas competencias se encuentran inmersas dentro de las habilidades que desarrollan los estudiantes cuando pretenden fortalecer la competencia de indagación (Gómez. et al 2020, p. 2).

Por todo lo expuesto anteriormente, este trabajo lo que busca es fortalecer la competencia de indagación en los estudiantes de grado décimo de la Institución Educativa. Como estrategia de enseñanza se pretende articular el laboratorio físico con el laboratorio virtual (dentro del cual también se utilizará la estrategia del pensamiento computacional), esto a partir de la formulación de un problema, el cual debe ser contextualizado y donde los estudiantes puedan aprender haciendo. Es en este sentido que se estudia cómo se puede producir biogás a partir de un proceso biotecnológico como es la Biodigestión, para lo cual se utiliza como materia prima la pulpa de café, desecho producido en grandes cantidades durante la temporada de cosecha de este fruto, la cual no tiene un tratamiento adecuado de parte de las familias de los estudiantes. Esta articulación de lo físico con lo virtual es importante, pues además, de responder a las exigencias actuales que trae un proceso de formación, también se encuentra que en la literatura, la mayoría de trabajos revisados, y en los cuales se habla de las ventajas que trae para la enseñanza de las ciencias el uso de estos dos tipo de laboratorios, estos se trabajan generalmente de forma individual, abordando la problemática de estudio solo desde una perspectiva, la del laboratorio físico o la del laboratorio virtual.

Antecedentes

Para el desarrollo de este trabajo de investigación se revisaron diferentes trabajos que preceden y guardan relación con el estudio del problema que se planteó inicialmente. Estos se han dividido en dos bloques temáticos, en primer lugar, se establece un panorama general sobre cómo se puede desarrollar y/o fortalecer y evaluar la competencia de indagación en los estudiantes durante las clases de ciencias naturales. En segundo lugar, se muestra como a través de las prácticas de laboratorio, se generan ambientes de aprendizaje propicios, donde a través de estas, se puede ayudar a fortalecer la indagación científica en los educandos.

Desarrollo y/o fortalecimiento y evaluación de la competencia indagación en los estudiantes.

En este primer bloque temático se muestra un barrido de trabajos de investigación recientes, comenzando con los aportes que tanto a nivel internacional, así como también a nivel nacional se han realizado sobre cómo ayudar a desarrollar y/o fortalecer la competencia de indagación científica en los estudiantes, tanto de primaria como de bachillerato, todo esto llevado a cabo en clases de ciencias naturales.

Ferres, Marba y Sanmartí, (2014) en su trabajo titulado, Evaluación de la competencia de Indagación científica de los bachilleres, inicialmente exponen como los estudiantes de bachillerato de un colegio de Catalunya, presentan serias dificultades en el momento de realizar trabajos de investigación que generalmente deben presentar en último año escolar como requisito para poder obtener el título de bachiller. Esto se debe a que en estas actividades no se utiliza la indagación, la cual se define como una capacidad de la competencia científica que se pretende desarrollar en el área de ciencias naturales. Para estos autores la indagación, la cual en este trabajo se trabaja como objeto de aprendizaje (aprender a hacer ciencia y aprender sobre ciencia), constituye un elemento de innovación y progreso hacia modelos de didáctica de las ciencias no centrados exclusivamente en la transmisión de conocimientos y que persiguen los objetivos del enfoque competencial de la enseñanza.

Con el ánimo de determinar cuáles son las dificultades que presentan los estudiantes al momento de realizar estos trabajos de investigación, los autores, proponen un instrumento para la evaluación de estos. Los resultados obtenidos de esta evaluación, les permitirá observar cual es el nivel de la competencia de indagación que presentan los educandos. Para ello, parten de un test ya

desarrollado en 1982 por Tamir, Nussinovit y Friedler denominado el PTAI (*Practical Test Assessment Inventory*), el cual tiene como finalidad valorar la capacidad de los alumnos en la comprensión y aplicación de actividades prácticas. El modelo adaptado por los investigadores se denomina el “nuevo NPTAI o NPTAI”, este fue diseñado con el objetivo de valorar las habilidades específicas relacionadas con la comprensión de los pasos de un proceso de indagación.

El NPTAI a diferencia del PTAI, consta de siete categorías, dentro de las que se encuentra capacidad de plantear preguntas adecuadas, formular hipótesis, proponer estrategias y metodologías de recogida de datos, identificar las variables del proceso experimental, recogida y tratamiento de datos, análisis de datos y obtención de conclusiones argumentadas. Este instrumento a pesar de que en su descripción arroja valoraciones de datos cualitativos, también permite dar resultados de tipo cuantitativo. Esto ya que, a través de códigos jerarquizados formulados en la rúbrica propuesta para el NPTAI, este arroja unos valores numéricos que permite identificar en qué nivel del proceso indagativo se encuentra el estudiante.

El Instrumento de evaluación lo aplicaron, analizando los trabajos de un grupo de 25 estudiantes, durante los años 2012 y 2013, para ello cada alumno resumió, en un cuestionario pautado, las características de su trabajo de investigación. De igual forma respondieron una pregunta de tipo abierta, además de las presentaciones orales que hacen los estudiantes ante el docente evaluador. El análisis de los cuestionarios se realizó aplicando el NPTAI, este proceso fue llevado a cabo por dos docentes de forma independiente, mostrando una coincidencia muy alta de casi el 100%. Los resultados obtenidos muestran como uno de cada tres alumnos plantea problemas adecuados y formula hipótesis que guardan relación con el problema planteado. Uno de cada cuatro alumnos propone un diseño experimental excelente. Por último, establecen que donde encuentran mayores dificultades es en la identificación de variables, igual que en la categoría de la elaboración de conclusiones bien argumentadas.

Estos resultados les permiten concluir que solo el 30% de los estudiantes (7 en total) tienen un buen nivel de la competencia de indagación. Un 40% presenta un nivel de indagación bajo, lo que ellos llaman indagador incipiente o precientífico. Un 20 % muestra un nivel nulo de desarrollo de esta competencia, llamado o calificado como acientífico. Para los investigadores, el instrumento de evaluación diseñado es de gran utilidad en el asesoramiento del análisis de los trabajos por parte de los profesores, puesto que posibilita identificar dificultades en los procesos de la actividad de

indagación y poner en evidencia dónde conviene realizar las intervenciones o determinar qué actividades conviene planificar para mejorar la comprensión de algunos de estos procesos.

De igual forma, la investigación les permitió a los autores determinar las dificultades más habituales que plantean estas actividades a los alumnos, permitiéndoles establecer los distintos niveles de la competencia indagación que presentan los bachilleres. Por último, plantean que las dificultades encontradas coinciden con las esperadas y son coherentes con la realidad de la enseñanza de las ciencias más habitual en ese entorno, la cual está más centrada en la transmisión de conocimientos y en la que los procesos de indagación en el aula son muy infrecuentes.

Estos mismos autores **Ferres, Marba, (2017)** realizan otro trabajo de investigación cuyo objetivo fue el examinar la utilidad de cuestionarios de habilidades de indagación en la evaluación formativa de los estudiantes, de igual forma también pretenden identificar capacidades y dificultades de los bachilleres en relación a la competencia de indagación científica. Este trabajo fue desarrollado en segundo de bachillerato de una Institución Educativa en Catalunya. Fue llevado a cabo en dos etapas, la primera etapa se desarrolló con un grupo de 36 estudiantes, la segunda etapa se desarrolla con una estudiante, a la cual se le hace un seguimiento constante durante seis meses haciendo un proceso de recolección de todas las respuestas de los cuestionarios aplicados, la metodología utilizada fue por estudio de caso.

Este trabajo muestra uno de los cuestionarios utilizados para evaluar el nivel de la competencia de indagación que presentan los estudiantes, el tema que se evalúa es el de la actividad enzimática. Los resultados que se describen, muestran como en la primera etapa, los estudiantes en general presentan mayores dificultades en algunas habilidades propias de la indagación científica, como son la de formular hipótesis, identificación de variables y sobre que es un diseño metodológico. Se observa como los niveles de indagación para estas habilidades se encuentran en los niveles más bajos que son los niveles 0, 1 y 2. Estos resultados los obtienen aplicando el instrumento de evaluación diseñado por ellos en un trabajo anterior al que denominaron el NPTAI.

La segunda etapa del trabajo realizado y que fue llevado a cabo bajo el seguimiento permanente a una estudiante, muestra como en los resultados se evidencia una mejoría en las habilidades que se desarrollan dentro de la indagación, esto debido a que la estrategia está basada en el diálogo permanente entre estudiante e investigadores. Ante los resultados arrojados y analizados por los investigadores, estos concluyen que la indagación en el aula no tiene el lugar

que le corresponde, pues las actividades que se les presentan en una clase normal de ciencias a los estudiantes tienen un bajo nivel de la competencia.

De igual forma plantean que es importante evitar la separación entre conocimiento conceptual y procedimental, que generalmente se aplica en la enseñanza de las ciencias. es así como se proponen actividades de indagación en los diversos bloques temáticos y en contextos diferentes para poder así conseguir una promoción efectiva de la competencia en estudio y un desarrollo paralelo de las habilidades de indagación y del conocimiento científico.

Estos dos trabajos tienen un valor muy significativo para el proceso de investigación que se llevó a cabo con los estudiantes de grado décimo de la I.E. El primer trabajo descrito en los antecedentes nos proporciona los dos instrumentos (Rúbricas) que utilizamos para determinar tanto el grado de desarrollo de las habilidades que son propias de la competencia de indagación, así como también el nivel que presentan los estudiantes en cuanto al desarrollo de esta competencia científica. Estos dos instrumentos se aplicaron una vez los estudiantes desarrollaron la prueba diagnóstica y la prueba evaluativa. En cuanto al diseño de la prueba diagnóstica y de la prueba evaluativa, es donde toma relevancia el segundo trabajo propuesto en este apartado de los antecedentes, pues el trabajo realizado por estos investigadores, nos proporciona el test con las respectivas preguntas que ellos utilizan para determinar tanto el desarrollo de las habilidades indagativas, así como también el nivel que presentan los estudiantes en cuanto al desarrollo de esta competencia. Para nuestro trabajo de investigación, del test presentado por estos autores, se dejan de la misma forma las preguntas formuladas por ellos, lo que se adapta es la situación que se plantea, pues la idea es que los estudiantes partan de un problema que sea conocido por ellos y que se haya trabajado en el aula de clases.

Ahora bien, en el plano nacional también se han encontrado trabajos importantes que aportan y están relacionados con el problema planteado en la presente investigación. Uno de ellos es el realizado por **Sanmiguel (2016)**, quien en su investigación tiene como objetivo el de fortalecer la competencia de indagación en las Ciencias Naturales y Educación Ambiental a través del uso de diferentes estrategias pedagógicas, en los estudiantes. El trabajo realizado en una Institución Educativa del municipio de Girón Santander, surge por la necesidad de mejorar los resultados en las pruebas saber. Según los resultados analizados se observa que la mayor debilidad de los estudiantes se presenta en las preguntas que evalúan las habilidades de la competencia de indagación científica.

En aras de dar solución a esta problemática, la investigación es desarrollada bajo una metodología de tipo cualitativo. Para realizar el trabajo con los estudiantes, se utilizaron unidades didácticas ya que a través de ellas la autora puede usar diversas estrategias pedagógicas, tanto dentro como fuera del aula de clase, lo que permitirá acercar a los estudiantes a la labor científica, evidenciando el desarrollo de habilidades como: la observación de su entorno, el planteamiento de preguntas, búsqueda de información en diferentes fuentes y el análisis de las mismas. La primera unidad didáctica diseñada se apoyó en el uso de mapas mentales, esta unidad lo que buscaba era que el estudiante pudiera condensar la información para poder acceder a ella con una mayor facilidad. Sin embargo, los resultados no fueron los esperados. Pues según la autora esto se debió a dos causas: los estudiantes no están familiarizados con estos esquemas por cuanto no se utilizan en otras áreas y los organizadores condensan la información y permiten al lector de estos acceder fácilmente a la información, sin embargo, no favorecen para nada el fortalecimiento de la competencia de indagación.

Por lo tanto, y teniendo como base estos resultados, fue necesario diseñar una segunda unidad didáctica, la cual fue adaptada del trabajo de Shulman, esta consistía en generar una pregunta problematizadora por parte del docente, con este ajuste la investigación se enmarca en el aprendizaje por descubrimiento, donde el rol del docente ya no es el de un simple transmisor de conocimientos, sino que se convierte en un orientador en la construcción del nuevo conocimiento. Con la implementación de esta segunda unidad, se observó un mayor asertividad y una mayor autonomía por parte de los estudiantes, realizando consultas con un mayor compromiso, esto con el objetivo de entregar unos buenos trabajos producto del proceso de indagación y metacognición. Durante el desarrollo de esta segunda unidad fue importante el uso de herramientas TIC en todo momento.

Ante estos resultados la investigadora concluye que el uso de preguntas generadoras o problematizadoras fortalece directamente la competencia de indagación, ya que logra una conexión del estudiante consigo mismo, convirtiéndose en el protagonista de su propio entorno científico. También, se debe partir de la idea de enseñarle a construir al estudiante buenas preguntas, que lo lleven a un aprendizaje por descubrimiento, que dichas preguntas sean abiertas, de tal manera, que sus respuestas permitan la generación de nuevas preguntas y así sucesivamente. De igual forma es importante el uso de las TIC en el trabajo dentro y fuera del aula de clase, para poder atender a la población en general independiente de su estilo de aprendizaje; en razón a que

las TIC, les permite estar mejor comunicados, trabajar en equipo, permanecer actualizados para la creación y construcción del conocimiento, aportando nuevas hipótesis mediante la expresión de las ideas en forma visual, textual, verbal y corporal.

Barrera y Cristancho (2017), realizan un trabajo cuyo objetivo es el desarrollo de la competencia de indagación en Ciencias Naturales, esta investigación realizada en una Institución Educativa de un colegio de Boyacá, surge a partir de una serie de dificultades encontradas en los estudiantes en el desarrollo de esta competencia científica, esto lo evidencian en los resultados obtenidos durante la aplicación de las pruebas Saber. Para lograr el objetivo propuesto, los autores basan su metodología en la aplicación de una guía, la cual se basa en el modelo de enseñanza-aprendizaje del ABP (aprendizaje basado en problemas). Ellos parten de la idea que la indagación es una competencia que está muy relacionada con el proceso de investigación, por lo que los estudiantes a partir de esta deben desarrollar la capacidad para construir el conocimiento a partir de sus propias experiencias.

La guía de aprendizaje desarrollada bajo el modelo ABP, es utilizada como una herramienta que le permite al docente, seleccionar, de una forma sistemática una serie de actividades que favorezcan el aprendizaje para que el estudiante ponga en juego su creatividad, y, en este caso la solución de problemas para el desarrollo de la competencia de indagación. La guía modelo que diseñaron los investigadores contiene una serie de pasos: como primera medida se propone la observación del fenómeno, esta etapa es importante pues busca generar en el estudiante la motivación necesaria para se despierte en él, la curiosidad y el entusiasmo para proseguir con el aprendizaje. El segundo paso de la guía, consiste en la formulación de un problema, para los autores este debe estar sujeto al modelo que se quiere implementar, y como para este caso es el de desarrollar la competencia de indagación, por lo tanto, el problema debe permitirles a los estudiantes hacer investigación y desarrollar la capacidad para hacer juicios basados en lo aprendido.

En este sentido, los investigadores basan su trabajo en una buena formulación del problema, una vez hecho esto, buscan que los estudiantes planteen unas posibles soluciones, para ello deben empezar por formular preguntas, realizar predicciones o formular hipótesis, buscar y registrar la información necesaria, plantear experimentos e identificar variables, realizar mediciones y tomar datos de estas mediciones, organizar los datos y sustentarlos. Después de aplicar la secuencia de guías diseñadas bajo el modelo ABP, se observó un progreso en los estudiantes para diseñar

preguntas que generen un proceso de investigación, describir las observaciones, hacer predicciones, desarrollar prácticas para la comprobación de hipótesis, elegir instrumentos adecuados para registrar los datos obtenidos para luego representarlos en gráficos y tablas, esto es importante ya que le permite a los estudiantes hacer un buen análisis de esos datos y generar unas buenas conclusiones.

Para los autores, el desarrollar este tipo de actividades, diseñadas bajo el modelo de ABP es importante, pues además de contribuir con el desarrollo de la competencia de indagación en los estudiantes, también generan un cambio en el rol que tiene tanto el docente como el estudiante, esto debido a que el estudiante toma un rol más activo, es el quién guía el proceso de construcción de su conocimiento y los compromete con su aprendizaje, en el caso del docente, se convierte en un orientador que acompaña y motiva al estudiante durante todo el proceso de investigación, para evitar que este pierda de vista la meta a alcanzar.

Estos dos trabajos, tanto el de Sanmiguel (2016), como el de Barrera y Cristancho (2017), dan unos aportes muy valiosos al trabajo de investigación que se realizó. El planteamiento de un buen problema de investigación o de situación problematizadora, que es los que ellos desarrollan en sus investigaciones, y que fueron aspectos que les permitió concluir que el trabajo mediante esta metodología, es fundamental para desarrollar y/o fortalecer la competencia de indagación científica, se utilizó como una herramienta importante para el desarrollo y diseño de cada una de las actividades propuestas en las guías que se aplicaron a los estudiantes y que se trabajaron durante la etapa de trabajo en el laboratorio físico y virtual.

El uso del laboratorio como ambiente propicio para desarrollar la competencia de indagación.

En este segundo bloque temático se muestra un barrido de trabajos de investigación recientes, comenzando con los aportes que internacionalmente y finalizando con los aportes que a nivel nacional se han realizado sobre el uso del laboratorio como un ambiente propicio que ayude a desarrollar la competencia de indagación científica en los estudiantes.

Para empezar (*González y Crujeiras 2016*), proponen a partir de un trabajo de investigación llevado a cabo en España con estudiantes de 3° de educación Secundaria, mejorar los resultados en cuanto al aprendizaje de algunos temas propios de la química como lo es el de las reacciones química. Para ello, planean una serie de actividades que les permitirán a los

estudiantes mejorar el aprendizaje de las reacciones química a través de actividades de indagación en el laboratorio sobre cuestiones de la vida cotidiana. Los investigadores parten de la idea que el laboratorio escolar constituye un recurso idóneo para desarrollar el proceso de indagación, así como para contribuir al desarrollo de competencias científicas en el alumnado. De igual forma, establecen que las actividades de laboratorio que se les propone desarrollar a los estudiantes, deben enfocarse hacia la implicación del alumnado en la planificación de la investigación, la participación del alumnado como investigador apelando al desarrollo de aptitudes de razonamiento más que de manipulación y la contextualización de estas en situaciones auténticas de resolución de problemas.

El estudio que realizan en la investigación cualitativa, utilizando como estrategia el análisis de contenido, encaminado a describir de forma sistemática el significado del material cualitativo mediante su clasificación en una serie de categorías dentro de un marco de codificación. Los participantes de la investigación son dos grupos de estudiantes, un grupo llamado clase A con 27 participantes, y el otro grupo clase B con 26 participantes. Los estudiantes tienen experiencia en realizar actividades de laboratorio del tipo experiencias de confirmación, pero es la primera vez que se enfrentan a la resolución de actividades de indagación. Para desarrollar la temática de las reacciones químicas las investigadoras proponen 9 sesiones de clase, de las cuales 3 se dedican a resolver las actividades de indagación propuestas.

Las actividades de laboratorio propuestas, consisten en el desarrollo de dos tareas, estas parten de una situación problema propuesta por el docente. El primer problema que se les formula a los estudiantes, es el de averiguar si es cierto o no que la vitamina C desaparece si no se bebe el zumo recién exprimido. Partiendo de que es la primera vez que los estudiantes se enfrentan a este tipo de actividades, las investigadoras les proporcionan a los estudiantes un guión con una serie de informaciones que les ayudará a darle solución a esta problemática, en este caso, la información suministrada les ayudará a plantear un diseño experimental, que luego deberá ser ejecutado, de tal forma que, con los resultados obtenidos, los estudiantes podrán darle respuesta al problema propuesto inicialmente.

En la segunda tarea, denominada “investigadores en acción” los estudiantes deberán en una sesión de clase, planificar y resolver una situación problema en la que interviene una reacción similar a la formulada en la actividad anterior. Para este caso, se pretende que los estudiantes

investiguen si es cierto que algunas marcas de embutidos incluyen cierta proporción de almidón como sustituto de la carne que están vendiendo. Para el desarrollo de esta tarea no se les proporciona ningún tipo de información a los estudiantes, por lo tanto, son ellos con sus propios medios y utilizando todos los conocimientos adquiridos que deben proponer un diseño experimental, ejecutarlo, para luego, con los datos obtenidos poder dar respuesta a la situación problema formulada al inicio de la sesión.

Los resultados obtenidos de cada una de las tareas permiten observar como durante la aplicación de la tarea 2, para la cual no se le dio al estudiante ningún tipo de información, hay una evolución para alguna de las operaciones relacionadas con la fase de planificación, como lo son la selección de cantidades y de materiales. Sin embargo, hay otras habilidades puestas en práctica y que son propias del proceso de indagación que muestran un tipo de evolución negativa, estas habilidades son, el planteamiento de conclusiones. A pesar de que los autores expresan que estos son unos resultados positivos, también señalan que la evolución debería examinarse en un periodo de tiempo más amplio, y realizando tareas de indagación sobre las reacciones químicas con complejidad creciente.

Sobre el trabajo realizado, los autores concluyen, que a pesar de que los resultados obtenidos no son excelentes, cabe señalar que los estudiantes nunca se habían enfrentado a la resolución de este tipo de tareas, solamente desarrollaban actividades tipo receta de cocina. Por lo tanto, aunque las operaciones que debían desarrollar eran sencillas, para ellos resultaron ser complejas. Además, las actividades fueron diseñadas con el propósito de familiarizarlos con el tema de las reacciones Redox de forma práctica a la vez que participan del proceso de indagación, ya que en general el problema de muchas actividades de indagación es que no se relacionan con el conocimiento teórico necesario para llevar a cabo la indagación y se centran solamente en las destrezas.

En el ámbito nacional nos encontramos con el trabajo realizado por **Quiñónez, Benítez y Alba (2015)**, el cual se titula La Experimentación como Estrategia para el Desarrollo de la Competencia Científica Indagativa, este trabajo de investigación fue llevado a cabo en una Institución Educativa del municipio de Barichara en el departamento de Santander. Esta investigación surge a partir de la evidente deficiencia que tienen los estudiantes de esta I.E en cuanto al desarrollo de competencias científicas propias de las ciencias naturales y en especial de

la competencia de indagación. es por esto, que los autores plantan como objetivo el de fomentar en los estudiantes de quinto grado el desarrollo de la competencia científica Indagativa a través de la experimentación como estrategia pedagógica,

La metodología utilizada corresponde al tipo de estudio de casos. Durante el desarrollo y aplicación de este proyecto se realizó el seguimiento y recolección de datos por medio de guías y rúbricas implementadas en la población escogida, y analizadas posteriormente para la comprobación de los objetivos planeados. Como técnica de recolección de datos los investigadores utilizaron tres tipos de instrumentos, en primer lugar, aplican una prueba diagnóstica y una prueba final a los estudiantes, esto con el ánimo de determinar el estado inicial y final que tienen los educandos con respecto al nivel de la competencia de indagación, en segundo lugar, utilizan la observación directa de los experimentos realizados por los estudiantes durante la aplicación del proyecto, por último, implementan unas guías de trabajo, talleres y rúbricas que dirigen la realización de las actividades experimentales. Es de esta forma, como según los autores, los educandos desarrollan la competencia Indagativa y ponen a prueba los conocimientos adquiridos durante el proceso de investigación.

Los resultados obtenidos de la implementación de la estrategia pedagógica permiten evidenciar que esta estrategia utilizada, logró desarrollar en los estudiantes los desempeños propios de la competencia Indagativa, tales como, comprobar, establecer y verificar hipótesis, registrar datos, identificar instrumentos, argumentación, identificación del método científico, interpretación de los resultados, interpretación de gráficas, manejo de gráficas, lenguaje científico, y manejo de información sistemática, organizada y coherente. Al realizar la comparación de la prueba diagnóstica con la prueba final, se puede observar que los estudiantes que inicialmente estaban en un nivel bajo de la competencia, alcanzaron un nivel alto y los estudiantes que se encontraban en un nivel básico pasaron a un nivel superior.

Con estos resultados lograron demostrar que, con la experimentación utilizada como estrategia de enseñanza en las ciencias naturales, los estudiantes tienen una mejor comprensión de los temas y desarrollan una actitud investigativa y la capacidad de solucionar problemas. De esta forma, logran concluir que el proyecto de investigación mostró que al implementar diferentes actividades experimentales, estas fortalecen en los estudiantes la competencia Indagativa y el pensamiento crítico, de tal forma, que el estudiante tiene la oportunidad de desarrollar

competencias para un aprendizaje significativo, fomentando en ellos el deseo a investigar, plantear preguntas y procedimientos adecuados, organizar e interpretar información relevante para dar respuesta a estas preguntas.

Estos dos trabajos de investigación, tanto el formulado por González y Crujeiras (2016) y el de Quiñónez, Benítez y Alba (2015), dan unos aportes bien importantes a nuestro trabajo de investigación. Sobre ellos radica la justificación de nuestra propuesta pedagógica, la cual consiste en utilizar un trabajo práctico de laboratorio con el fin de fortalecer en los estudiantes la competencia de indagación científica. Pues es claro, como en los resultados obtenidos de los trabajos de investigación realizado por estos autores, quienes a su vez, utilizan la experimentación y el trabajo práctico en el laboratorio como estrategia pedagógica, se pudo observar la mejoría que presentan los estudiantes en cuanto al desarrollo de habilidades que son propias de la competencia de indagación, como la formulación de preguntas, planteamiento de hipótesis, identificación de variables, entre otras, esta situación a su vez conlleva por lo tanto a que los estudiantes mejoren en cuanto al nivel que presentaban de esta competencia antes de trabajar bajo esta estrategia.

Ahora bien, en cuanto al uso de herramientas tecnológicas que permitan fortalecer en los estudiantes la competencia de indagación, **Rincón (2016)**, propone en su tesis de maestría, el fortalecimiento de la competencia indagatoria en los estudiantes de grado quinto, a través de un ambiente de aprendizaje que utiliza la indagación científica mediada por tecnologías de la información y la comunicación (TIC). este trabajo surge debido a la problemática encontrada en los estudiantes de la Institución Educativa donde se desarrolló esta investigación, pues es evidente que no se está preparando a los estudiantes en el desarrollo de competencia científicas, esto sumado a los bajos resultados obtenidos en la aplicación de las pruebas saber, y donde los niveles más bajos se encuentran en la competencia indagatoria.

Por esta razón la investigadora, propone un trabajo el cual se desarrolla bajo un ambiente de aprendizaje que utiliza la indagación guiada como estrategia didáctica de las ciencias naturales. Esto con el fin de fortalecer el desarrollo de la competencia de indagación, partiendo del cuestionamiento sobre las problemáticas medio ambientales que afectan el entorno. Para este caso se utiliza la indagación guiada, que, según la autora, es una metodología que está centrada en el estudiante y permite que este trabaje colaborativamente con sus pares y se involucre en su proceso, tomando parte activa de su aprendizaje. Además, apoya este proceso de indagación con la

integración de las TIC al aula como elementos motivadores y medios que facilitaron la comunicación, la investigación y el acceso a diferentes materiales, apoyando así el proceso de enseñanza-aprendizaje.

El trabajo plantea como objetivo general el determinar la contribución de un Ambiente de Aprendizaje presencial que utiliza la indagación científica apoyado por TIC; en el fortalecimiento de la competencia indagatoria de los niños y niñas de grado Quinto, para lograr cumplirlo se propone entonces una metodología de enfoque cualitativo, donde se busca especificar, las propiedades, características y perfiles de las personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis. De igual forma se aplican dos pruebas cuantitativas como lo son el pre test y el pos test, sin embargo, los resultados se presentan de forma cualitativa.

Los resultados obtenidos permiten evidenciar como a partir del proceso de indagación guiada, aplicado a un ambiente de aprendizaje, logró fortalecer en los estudiantes la competencia de indagación científica, pues se puede observar como los estudiantes que inicialmente, según los resultados obtenidos de la prueba diagnóstica, se encontraban en un nivel mínimo en muchas habilidades de esta competencia, después de la implementación de la estrategia pedagógica, obtienen unos resultados que los ubican en un nivel satisfactorio y avanzado. En cuanto a la inclusión de las TIC en el proceso de indagación, se puede observar que este tipo de recursos favoreció el éxito del ambiente de aprendizaje, dado que facilitó la interacción y la comunicación con cada uno de los miembros del grupo, así como la sistematización, organización y presentación de las propuestas, dejando en evidencia la importancia de incorporar las TIC, en las prácticas educativas como potencializadoras de los procesos de aprendizaje.

Es por esto que la autora concluye, que incorporar las TIC en este tipo de ambientes de aprendizaje contribuye a fortalecer la competencia indagatoria, porque permite crear espacios de interacción, de comunicación y de expresión, motivando la participación de los estudiantes y el uso de los recursos tecnológicos que se implementaron, los cuales ampliaron el panorama de aprendizaje, enriquecieron la estrategia y facilitaron la apropiación de conceptos.

Este trabajo planteado por Rincón (2016), a pesar de que no se utiliza el trabajo en el laboratorio, si justifica el uso en nuestro trabajo de investigación de un entorno virtual donde se utilizan herramientas TIC, pues es claro como los resultados obtenidos en su investigación, la lleva

a concluir, que el uso de herramientas TIC en el proceso de enseñanza, contribuye a fortalecer en los estudiantes la competencia de indagación científica. Esta situación sumada a la descrita en unos párrafos anteriores, es la que nos motivan a realizar un trabajo de investigación en la I.E donde se lleve a cabo un proceso de articulación del trabajo en el laboratorio físico con el trabajo en el laboratorio virtual, cuyo objetivo principal es el de fortalecer en los estudiantes participantes de este proyecto su nivel en esta competencia. Pues es claro como los resultados encontrados en los trabajos analizados, permiten evidenciar como se fortalece esta competencia cuando se realizan prácticas de laboratorio y cuando se utilizan herramientas TIC como estrategias pedagógicas.

Capítulo I. El Problema de Investigación

Sobre el sentido de educar y el oficio docente, el Ministerio de Educación Nacional de Colombia (2005), resalta lo siguiente:

“El maestro del siglo XXI es un formador de ciudadanos, capaz de leer los contextos locales y globales que le rodean y de responder a los retos de su tiempo. Es un facilitador que domina su disciplina y que, a través de metodologías activas, ofrece las herramientas necesarias para que los estudiantes comprendan el mundo desde diversos lenguajes, aprendan a vivir con los demás y sean productivos. La Revolución Educativa es consciente de estas necesidades y de las exigencias que tiene esta visión para la institución educativa” (p. 1).

Desde mi rol como profesor de ciencias naturales con varios años de desempeño profesional en una Institución Educativa ubicada en la vereda del Sauce, zona rural del municipio de Rosas Cauca al sur de este departamento y con los estudios recientes en la maestría me llevan a una reflexión pedagógica crítica de mi propio quehacer educativo y de la forma como se realiza la enseñanza de las ciencias naturales en este contexto escolar que me invitan y retan desde la perspectiva que aporta la investigación actual y las declaraciones que como en la cita anterior el MEN se expresa.

En 10 años de trabajo en esta I.E, se han evidenciado una serie de dificultades en cuanto al proceso de enseñanza y aprendizaje de las ciencias naturales. Se observa con preocupación cómo un alto porcentaje de estudiantes ven en esta, un área difícil, llena de una cantidad de contenidos y de teorías científicas que los confunden y que poco o nada comprenden. Esto se refleja con los bajos resultados que presentan cuando se aplican las diferentes pruebas internas, hecho que conlleva a una alta repitencia y un alto nivel de pérdida por parte de los estudiantes. Esta situación, conlleva a que los estudiantes de la Institución Educativa no se decidan por seguir sus estudios profesionales y ser formados en alguna de las áreas que conforman las ciencias naturales. Está claro que la metodología de enseñanza utilizada no favorece para nada en los estudiantes el desarrollo de competencias alrededor de la construcción de explicaciones acerca de los fenómenos naturales que hacen parte de su vida cotidiana (Chona et al. 2006).

Se ha identificado entonces, que en el aula de clases es evidente la falta de autoaprendizajes, donde los saberes adquiridos se realizan por una simple transmisión, y no desde la formación de un espíritu crítico y reflexivo de un saber para qué, un porque y un cómo enseñar (Saavedra & Cárdenas, 2017). Esta problemática ha generado que los estudiantes de la Institución a lo largo de su proceso de formación, se hayan acostumbrado a ser unos simples receptores de información, la cual debe ser suministrada en su totalidad por el docente. El aprendizaje que los estudiantes adquieren, es un aprendizaje momentáneo, al que no le encuentran sentido ni aplicación, esto se puede evidenciar cuando se realiza días después la evaluación de conceptos y se observa que ya estos no son recordados por los estudiantes (Saavedra & Cárdenas, 2017). Esta situación se traduce por lo tanto en unas prácticas educativas mal diseñadas y mal ejecutadas, afectando así el desarrollo de competencias científicas en los estudiantes.

Se ha podido observar como desde hace mucho tiempo (2002), en Colombia, se han propuesto diversas estrategias que contribuyan al mejoramiento de la didáctica de la enseñanza en ciencias, estrategias que le permitan al docente, evaluar de una forma integral los desempeños y competencias científicas adquiridas por los estudiantes en esta área de conocimientos, que es lo que se busca actualmente generar en los procesos educativos. En este sentido, Escobedo (2001, p 47), establece que un estudiante es competente en el área de ciencias naturales cuando ha desarrollado el pensamiento científico, el trabajo en equipo y el interés por el conocimiento científico. Es por todo esto que, el Ministerio de Educación Nacional, en el año 2004, desarrolló una guía sobre los estándares básicos de competencias que deben ser abordados en el aula de clase para el área de ciencias naturales (Borja et al., 2015),

Para Hernández. Et al. (2010, p 21), las competencias científicas a desarrollar en ciencias, son un conjunto de conocimientos, capacidades, y actitudes que permiten actuar e interactuar significativamente en contextos en los que se necesita producir, apropiar y aplicar comprensiva y responsablemente los conocimientos científicos. En este mismo sentido, Chona, et al. (2006), define las competencias científicas como la capacidad que tiene un sujeto para reconocer el lenguaje científico, desarrollar habilidades de tipo experimental, organizar la información y trabajar en equipo, entre otros desempeños.

Igualmente, el ICFES, Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior (2007), define las competencias como la capacidad de saber e interactuar en un contexto social y

material. Para este organismo son siete las competencias que se deben desarrollar en las clases de ciencias naturales: identificar, indagar, explicar, comunicar, trabajar en equipo, disposición para aceptar la naturaleza abierta, disposición para reconocer la dimensión social del conocimiento. Sin embargo, el ICFES toma como fundamento para elaborar sus pruebas saber 5, 9 y 11 solamente tres competencias, (explicación de fenómenos, indagación y el uso comprensivo del conocimiento científico).

En este caso, la prueba saber diseñada por el ICFES para el área de ciencias naturales, evalúa en una mayor proporción la competencia de indagación, pues un 40% del total de las preguntas formuladas a los estudiantes tienen como objetivo la evaluación de esta competencia. Los resultados obtenidos en el año 2020 por los estudiantes de la Institución en el desarrollo de esta competencia, fueron los más bajos, y no difieren de los que se han obtenido en los últimos años. Se puede observar cómo según el reporte que hace el ICFES el 71% de los estudiantes que presentaron la prueba, se encuentran en un nivel de desempeño 1 y 2, para lo cual se establece que aquellos estudiantes que estén en estos niveles, es porque demuestran un insuficiente desarrollo de la competencia de indagación, el 29% de los estudiantes están en un nivel 3, que es donde se desarrolla medianamente esta competencia y el 0% están en el nivel 4, donde se presenta un mejor desarrollo en cuanto a esta competencia científica (Perilla I, 2019).

De igual forma, también se puede evidenciar mediante la interpretación de estos resultados, como los estudiantes de la Institución tienen serias dificultades en elaborar conclusiones, realizar predicciones, argumentar con evidencias, registrar y clasificar información pertinente, formular preguntas, plantear hipótesis, identificar variables, usar información adicional para dar solución a un problema. Estas son capacidades que se evalúan a los estudiantes, y que están inmersas dentro de las preguntas que se formulan para evaluar la competencia de indagación (Perilla I, 2019). Los resultados muestran como el porcentaje de respuestas incorrectas para estas preguntas están por encima del 60%, inclusive llegando a tener un porcentaje muy malo, del 100% de desacierto en algunas de ellas, como son las que evalúan la capacidad que tienen los educandos para elaborar conclusiones y realizar predicciones de fenómenos.

Ante este tipo de situaciones problemáticas, se han establecido una serie de parámetros que se deben tener en cuenta en el proceso de enseñanza de las ciencias naturales, y que permitirían desarrollar y fortalecer la competencia de indagación en los estudiantes, pues es evidente que en

los resultados de las pruebas saber analizados, es en esta competencia donde se presentan los resultados más bajos. Dentro de los parámetros propuestos, se encuentran: observar detenidamente una situación, formular preguntas, recurrir a libros u otras fuentes de información, hacer predicciones, plantear experimentos, identificar variables, realizar mediciones, organizar y evaluar resultados. Todo esto, permite establecer que la indagación está muy relacionada con el proceso de investigación, por lo tanto, los estudiantes que logren fortalecer esta competencia bajo unas actividades programadas en el aula de clases, adquieren la capacidad para construir el conocimiento a partir de sus propias experiencias (Saavedra & Cárdenas, 2017).

El ICFES (2013, p. 101), plantea que el desarrollo de esta competencia en ciencias naturales, brinda a los estudiantes la capacidad para formular preguntas y procedimientos adecuados, buscar, seleccionar, organizar e interpretar información relevante para dar respuesta a esas preguntas. De igual forma, para (Fernandez, 2018), la indagación es un proceso intencional de diagnóstico de problemas, crítica de experimentos y distinción de alternativas, planificación de investigaciones, investigación de conjeturas, búsqueda de información, construcción de modelos, debate con los compañeros y construcción de argumentos coherentes.

Ante todo, lo planteado anteriormente, surge un primer cuestionamiento hacia la práctica docente que se lleva a cabo actualmente en la Institución Educativa; ¿cómo hacer un proceso de enseñanza en ciencias naturales que permita fortalecer la competencia indagación en los estudiantes de la Institución Educativa? Ante este cuestionamiento, Couso (2014, p. 2,3) plantea lo importante que es fomentar en los estudiantes el proceso de indagación, establece que la mejor forma para que un estudiante aprenda a indagar, es precisamente involucrándose en la actividad, cultura y contexto de una indagación científica. Por lo tanto, mediante este proceso los estudiantes logran comprender cuál es la naturaleza de la ciencia (como es y cómo se hace) esto a partir de su participación en prácticas educativas lo más auténticas y reales posibles.

De igual forma, Pavón. Et al. (2014), proponen la metodología de resolución de problemas como investigación (MRPI) para que pueda ser utilizada como estrategia que permita desarrollar en los estudiantes la competencia científica de indagar. Así mismo, Camacho. Et al. (2008) establecen lo importante que es involucrar a los estudiantes en actividades que conlleven a desarrollar la competencia indagar, como una estrategia innovadora que es útil para el aprendizaje de procesos de investigación. Estos planteamientos, permiten establecer la relación dinámica que

existe entre el pensamiento y la acción, es decir, la relación entre los aspectos tanto teóricos como prácticos de la actividad científica escolar.

Por lo tanto, una estrategia que puede ser utilizada como medio de enseñanza en las ciencias naturales y que ayudaría a fortalecer la competencia científica indagar en los estudiantes de la Institución Educativa, son las prácticas de laboratorio. Para, Marín (2008) el laboratorio es un ambiente de aprendizaje donde se establece la relación entre los aspectos teóricos y metodológicos de las ciencias naturales. Igualmente, Crujeiras. Et al. (2015), establecen que el laboratorio es potencialmente un contexto adecuado que permite desarrollar practicas científicas que fortalecen el desarrollo de procesos de indagación, así mismo promueve un aprendizaje más real de las ciencias, también proponen que la indagación es una dimensión importante en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias naturales porque requiere que los estudiantes utilicen el conocimiento teórico junto con las destrezas y actitudes científicas y sociales para resolver problemas.

Ahora bien, en la Institución Educativa, estas prácticas son llevadas a cabo de forma esporádica con los estudiantes, además, las pocas que se realizan, solo se han limitado a fortalecer y sustentar el aprendizaje teórico que se imparte en el aula de clase. Esto ha llevado a que la experimentación sea vista por los estudiantes como algo secundario, algo simple, tipo receta, que es subsidiaria y está supeditada a una teoría, que poco o nada aporta al desarrollo crítico que se quiere establecer en ellos.

En este sentido, es normal que, en el momento de la planeación y preparación de una práctica de laboratorio, por parte del docente se recurra a las que se encuentran planteadas en los libros de texto, los cuales son utilizados como guía para su proceso de enseñanza en el aula. Este tipo de actividades no genera en los estudiantes el interés que se busca, pues no encuentran en ellas una aplicación que les pueda servir para dar alguna solución a los problemas con los que a diario conviven. Ante esto, Fernández (2018), plantea que las actividades prácticas de laboratorio que se encuentran formuladas en los libros de texto promueven una visión distorsionada de la ciencia, pues estas actividades más bien están diseñadas como una receta de cocina, lo cual no le permite al docente abordar la enseñanza como un proceso de construcción permanente y dinámica.

De igual forma, García Ruiz (2001), establece que cuando las actividades experimentales son llevadas a cabo bajo la orientación estricta de un libro, estas no permiten opciones alternativas, las preguntas son generadas para que el estudiante responda lo esperado. De igual forma, no se da

la opción para que el estudiante elabore su propio cuestionamiento y, por tanto, no se propicia un espacio de análisis o discusión de lo observado en los experimentos.

Esta situación, permite plantear que las prácticas de laboratorio desarrolladas bajo la forma descrita anteriormente, no ayudan en el desarrollo y/o fortalecimiento de la competencia indagar en los estudiantes. Las actividades que se presentan y se llevan a cabo con los estudiantes, son muy pautadas, cerradas o de una solución inmediata, igualmente estas prácticas promueven la repetición de las ideas que se plantean en el texto, por lo tanto, su único objetivo es el de ser el medio de comprobación de la teoría impartida en la clase magistral. Es evidente que el nivel de indagación en este tipo de actividades es muy bajo (Fernández, 2018), estas son completamente descontextualizadas, pues se encuentran alejadas de los problemas reales que viven los estudiantes dentro de sus comunidades, y que se podrían estudiar mediante este tipo de prácticas, generando en ellos una mayor aceptación e interés hacia este tipo de estrategias.

Esta problemática, lleva entonces a proponer una forma diferente de realizar las prácticas de laboratorio en la Institución Educativa, pues la idea es que estas sean utilizadas como una estrategia que permita fortalecer en los estudiantes la competencia de indagación. Por lo tanto, las actividades que se quieran desarrollar deben ser bien estructuradas, ya que estas son fundamentales para el proceso de formación de los estudiantes en el área de ciencias naturales. Es importante que en el momento de la planeación, se tenga bien claro por parte del docente, cuál es el objetivo que se quiere lograr con la implementación de estas actividades, esto debido a que en una misma práctica se pueden presentar objetivos didácticos muy distintos (Edith, 2015).

En este sentido, la práctica de laboratorio debe estar diseñada desde un problema que sea reconocido por el estudiante, es decir que lo viva en su contexto, una práctica que relacione de igual forma lo teórico y lo experimental, donde se aprende haciendo, buscando siempre dar solución al problema formulado inicialmente. En la búsqueda de ese logro, el estudiante puede desarrollar habilidades como: plantear preguntas, sugerir experimentos, identificar variables, organizar y analizar datos, consultar diferentes fuentes, sistematizar información, proponer diseños alternativos, argumentar a sus compañeros, plantear conclusiones, trabajar en equipo. Estas son Habilidades que contribuirían al fortalecimiento de la competencia indagativa en los jóvenes de la Institución.

Igualmente, en el proceso de enseñanza y aplicación de estas prácticas, también se deben tener en cuenta otras situaciones, como son los contextos actuales en los que se desarrollan los procesos formativos de los estudiantes. Por lo tanto, no se puede ser ajeno a los aportes que brinda hoy en día la tecnología en el fortalecimiento de las competencias científicas, en especial, la competencia indagar. Se observa como las habilidades de consultar fuentes, sistematizar información, argumentar, trabajar en equipo, proponer diseños alternativos, manejar e identificar variables, que se desarrollan cuando se fortalece la indagación científica mediante una práctica de laboratorio físico, también se podrían desarrollar o fortalecer cuando se utilizan herramientas tecnológicas en el proceso de enseñanza de las ciencias naturales. A través de estas, se pueden diseñar, planear y ejecutar laboratorios virtuales, los cuales, ayudarían a mejorar la comprensión de muchos fenómenos que no son estudiados en una práctica de laboratorio tradicional.

Ante esta situación, Nieves (2016), plantea la necesidad de generar estrategias pedagógicas como la incorporación y desarrollo de laboratorios virtuales en las clases de ciencias naturales, estos aportan al proceso de enseñanza y aprendizaje herramientas importantes y útiles, que pueden ser utilizadas por el docente y los estudiantes para realizar simulaciones de las prácticas de laboratorio tradicionales. Así mismo, Fiad y Galarza (2015), establecen que el diseño de entornos educativos virtuales hace que el proceso de enseñanza y aprendizaje se centre en el alumno, quien es el protagonista principal de su formación. Por lo tanto, a partir de estas prácticas educativas se contribuye a desarrollar en los estudiantes un pensamiento crítico e innovador que le permitirá trabajar siempre en un ambiente de colaboración.

En este mismo sentido, otra estrategia de enseñanza que implica el uso de herramientas tecnológicas, bajo la cual se pueden diseñar laboratorios virtuales, y que también contribuiría a desarrollar en los estudiantes sus competencias digitales, las cuales a su vez ayudarían para que se fortalezca desde la clase de ciencias la competencia de indagación, es la del pensamiento computacional. Sobre esta estrategia, Gómez M (2020, p. 2) la define como el proceso mental que tiene el estudiante de formular problemas y sus soluciones para representarlas de manera que puedan ser llevadas a cabo por un agente de procesamiento de información. Es así como el estudiante a través de un proceso de codificación y de programación, para lo cual utiliza las herramientas tecnológicas con las que cuenta el colegio, puede diseñar simulaciones, que pueden ser utilizadas como laboratorios virtuales, a través de los cuales se explica el comportamiento de algunos fenómenos complejos que se estudian en las ciencias naturales.

Esta estrategia no es nueva, pues su constructo se formuló en el año 2006 Wing (2006), igualmente en países europeos ya se ha empezado a incluir dentro de los currículos ordinarios o materias extraescolares, actividades relacionadas con la robótica y el pensamiento computacional (Llopis, M. 2018). Sin embargo, en nuestro país la implementación de esta alternativa está apenas comenzando, pues es a finales del año 2020 cuando el Ministerio de las TIC empiece con un proceso de capacitación y formación de docentes, con el ánimo de que se empiece a desarrollar el pensamiento computacional en el aula de clase. De esta forma, se promueve la creación de comunidades de aprendizaje, las cuales permiten enfrentar a los estudiantes con problemáticas reales, para las que deben formular posibles soluciones, generando así en ellos un aprendizaje que es mucho más significativo.

Ahora bien, teniendo en cuenta lo planteado anteriormente y en cuanto al uso de herramientas tecnológicas en la Institución Educativa, se encuentra que estas están siendo subutilizadas por los docentes, pues los únicos que tienen acceso a ellas son los del área de informática. Es así, como se están desaprovechando los saberes y experticia que algunos docentes tienen sobre programación, mediante la cual se pueden realizar simulaciones de fenómenos que se explican en el área de ciencias naturales. Por otra parte, también se puede observar como el acceso a instrumentos como celulares y computadores por parte de los estudiantes es cada día más numeroso, los aprenden a utilizar de una forma fácil y rápida. Sin embargo, el manejo de estos aparatos, ha sido limitado por parte de ellos al uso de redes sociales y juegos (Chiecher, 2020).

De igual forma, a los estudiantes de la Institución se les dificulta o son muy poco competentes para organizar, buscar y seleccionar información relevante sobre un tema determinado o una tarea que es dejada para que sea consultada utilizando internet como principal fuente de información. Además, los jóvenes no utilizan las herramientas tecnológicas con las que cuenta el colegio para poder diseñar o desarrollar trabajos de forma grupal o individual que les permita proponer posibles soluciones a los diferentes problemas que a diario se presentan en su comunidad. Además de lo mencionado anteriormente, los estudiantes de la Institución Educativa también carecen de conocimientos en programación, por lo tanto, se les dificulta realizar simulaciones que expliquen el comportamiento de algunos fenómenos que se estudian en las clases de ciencias naturales y que muchas veces no se pueden analizar desde el laboratorio físico.

Es claro entonces que el uso de las prácticas de laboratorio, realizadas en sus dos modalidades, físico y virtual, pueden contribuir a que los estudiantes desarrollen de una mejor manera la competencia de indagación. También es claro que esta práctica de laboratorio debe ser diseñada y formulada desde un problema que sea familiar al estudiante, que lo viva a diario, de esta forma el estudiante lo puede reconocer y buscará entonces darle la mejor solución posible, pues es algo que directamente lo afecta a él y a toda su comunidad. En este sentido, la I.E se encuentra ubicada en una de las zonas donde más se cultiva el fruto del café, este cultivo anualmente genera unas grandes cantidades de pulpa, producto generado del proceso de descerezado de este fruto, este tipo de desecho no se trata de una forma adecuada, ya que simplemente se almacena al aire libre para que se degrade de forma abierta, esto genera malos olores, proliferación de insectos, contaminación de algunas fuentes hídricas donde caen los productos que se obtienen de la descomposición de esta materia prima. Es importante mencionar que las fuentes hídricas contaminadas son las que la misma comunidad utiliza para realizar labores importantes como la cocción de alimentos y de higiene personal.

Los estudiantes y sus familias desconocen de algunos usos que se le puede dar a este tipo de desechos, Rodríguez (2010), quien es citado por (Espinoza, 2017), establece que la pulpa que queda después de descerezar el café tiene gran cantidad de aplicaciones en la industria y a nivel de la hacienda campesina, pues sus propiedades químicas y físicas hacen de ella una importante materia prima. La pulpa es utilizada en la producción de alimento para animales, lombricultivo, compost, fertilizantes, generación de energía como biogás y bioetanol, y hasta las industrias de bebidas hacen cada vez más investigaciones especializadas. El biogás, uno de los productos obtenidos después de que la pulpa de café sufra un proceso de biodigestión, es un fenómeno que sería interesante desarrollar mediante una práctica de laboratorio. Este, es un proceso biotecnológico que permitiría a los estudiantes plantear un mejor aprovechamiento de este tipo de desechos. Sin embargo, esta temática (biotecnología) es desconocida por los educandos, pues en el tiempo que duró la pandemia y durante la etapa de presencialidad, este tipo de fenómenos no han sido abordados en el aula de clases.

Por todo lo descrito durante este capítulo, se cree entonces que es pertinente considerar el uso articulado de las prácticas de laboratorio en sus dos modalidades, el laboratorio físico y el laboratorio virtual (incluyendo en esta parte de trabajo virtual, además de los laboratorios virtuales, la estrategia educativa del pensamiento computacional), esta práctica debe ser pensada y diseñada

a partir de una situación problema, la cual se presenta en el contexto propio de los estudiantes. Todo esto debido al posible potencial que aporta cada uno de ellos a los aprendizajes de los estudiantes y al fortalecimiento de la competencia de indagación. De igual forma permite adaptar el proceso de enseñanza a las circunstancias actuales que vive el país y el mundo en general. Toda la problemática planteada hasta este momento lleva a que en el presente trabajo se formule como pregunta problema:

¿Cómo fortalecer en los estudiantes de grado décimo la competencia de indagación científica mediante la articulación del laboratorio físico y el laboratorio virtual?

Capítulo II. Marco Teórico

Para la construcción y formulación de la pregunta problema se hace necesario ahondar en algunos conceptos teóricos que son relevantes. Tales como, la enseñanza de las ciencias naturales y su relación con el enfoque CTSA, los laboratorios como ambientes de aprendizaje, competencias científicas que se adquieren en el área de ciencias naturales, la competencia de indagación, procesos biotecnológicos.

La Enseñanza de las Ciencias y el enfoque CTSA

¿Cómo debería ser el proceso de enseñanza de las ciencias naturales a estudiantes en el siglo XXI? Esta es una pregunta valida actualmente, pues hoy en día nos encontramos con estudiantes que presentan una memoria donde solo recuerdan lo que se ha vivido durante este siglo, jóvenes conocidos como los nativos digitales que habitan un mundo donde la ciencia y la tecnología son imprescindibles y se desarrollan con bastante celeridad. Sin embargo, encontramos que en el aula de clase se sigue implementando una forma de enseñanza completamente desactualizada, ante esto Gordillo (2017), establece que unos jóvenes nacidos en el siglo XXI, son educados con profesores formados en el siglo XX en escuelas que presentan estructuras que aún parecen del siglo XIX.

Históricamente, el proceso de enseñanza de las ciencias naturales ha estado influenciado por una corriente netamente positivista. Esta corriente según Torres Salas (2010), se caracteriza por interpretar los fenómenos y la forma como funcionan por medio de teorías y leyes, en los que el contexto y el ser humano tienen un papel protagónico muy pobre, a lo que los autores llaman el cientificismo, lo cual quiere decir que el desarrollo científico-técnico, se valora por encima, incluso de las necesidades humanas. Es así como entonces la enseñanza de las ciencias en el aula de clases se ha visto reducida a una simple aplicación de lo que se ha denominado el método científico, donde simplemente se recogen datos, se analizan, se realizan experimentos que ya están establecidos, para poder llegar a formular unas conclusiones las cuales son extraídas de las diversas leyes y teorías que las soportan.

Este tipo de enseñanza ha conllevado a que la ciencia sea vista por parte de los estudiantes como un mundo alejado y muy complejo de conocer. La desconexión que se encuentra entre la ciencia que se enseña y la vida real es muy grande, hecho que ha conducido a que se genere un desinterés muy alto por parte de los educandos hacia el aprendizaje de esta área (Sobes y Vilches, 2000). Para estos autores, toda esta situación se profundiza aún más cuando como medio de

enseñanza el docente utiliza libros de textos, los cuales contribuyen a que la ciencia y el trabajo que hacen los científicos se vean alejados de los problemas reales del mundo, pues estos no tienen en cuenta las problemáticas sociales, económicas, tecnológicas, medioambientales, que enmarcan lo que es el desarrollo científico.

En este sentido, se ha podido observar que los libros de texto utilizados por el docente, no tienen en cuenta y si lo hacen es por medio de unos resúmenes un poco vagos, que generalmente se encuentran siempre al final de cada unidad, sobre los avances que se han presentado en lo relacionado a ciencia y tecnología, y como estos han contribuido al desarrollo de una sociedad, lo cual supone un claro condicionamiento de lo que es el desarrollo científico. De igual forma se encuentra que en estos textos tampoco se atienden las relaciones entre la ciencia y tecnología con el medio ambiente, ignorando por completo los problemas que por medio de estas se han logrado solucionar, dentro de los que se encuentran; un mejor conocimiento del medio y de los seres que lo habitan, mejora de cosechas y productividad, investigaciones en el campo de la contaminación, propuestas para el uso de energías alternativas, reciclaje, etc. (Sobes y Vilches, 2000).

Hacer cambios en el proceso de enseñanza de las ciencias es por lo tanto algo fundamental de parte de los docentes, pues lo que se pretende es mejorar la atención, actitud e interés de unos estudiantes hacia el aprendizaje de esta área. Las actuales y nuevas generaciones, nacen, crecen y se educan bajo un contexto altamente tecnológico, el cual está invadido por lo global. Aceptar los constantes cambios que se presentan en el mundo es algo inevitable, por lo tanto, no se puede desconocer como la revolución tecnológica ha contribuido de gran manera a estos cambios acelerados. Es por esto que debemos ser conscientes de que las formas de interacción y de comunicación entre las personas y los nuevos escenarios, condicionan los aprendizajes inmediatos y futuros que se quieran implementar en el aula (Torres Salas, 2010).

Gordillo (2017), plantea como a través de la educación, se pretende que los estudiantes se integren a su propio contexto social. Esto mediante la adquisición de conocimientos, destrezas y actitudes necesarias que permitan la participación activa de la vida social y el ejercicio de la ciudadanía en sociedades complejas y democráticas. Es ahí, en la interacción entre los valores y el saber, donde la acción educativa y los estudios en Ciencia Tecnología Sociedad (CTS) tienen su principal espacio de confluencia. Este enfoque CTS dentro del proceso educativo actual es bien importante, pues a través de él se reivindica un desarrollo tecno científico el cual es sensible a los

compromisos sociales. Esto permite que la educación de los estudiantes se lleve a un nivel más lejos de lo que es una simple enseñanza de saberes.

Inicialmente, se buscó introducir únicamente el enfoque CTS como una propuesta que ayudara a desarrollar y actualizar los currículos de ciencias de muchos países. El interés por fomentar este enfoque en las clases de ciencias naturales se remonta hacia las décadas de los ochenta y noventa, el cual surge con el objeto de promover en los estudiantes una cultura científica. Por lo tanto, para llegar a este logro, es necesario proveer a los docentes orientaciones que les permitan adaptar los currículos de ciencias a la sociedad actual, esto con el ánimo de que se puedan llevar a cabo prácticas pedagógicas donde se promueva el desarrollo de dicha cultura en los estudiantes (Fernández. Et al. 2014).

Sobre este enfoque, Acevedo J (1996) quien cita de (Waks, 1996) establece:

“El enfoque CTS como propuesta educativa constituye un nuevo planteamiento radical del currículo en todos los niveles de enseñanza, con la principal finalidad de dar una formación de conocimientos y, especialmente, en valores que favorezca la participación ciudadana responsable y democrática en la evaluación y control de las implicaciones sociales de la ciencia y la tecnología. Por lo tanto, la educación CTS es una innovación destinada a promover una extensa alfabetización científica y tecnológica, de manera que se capacite a todas las personas para poder tomar decisiones responsables en cuestiones controvertidas relacionadas con la calidad de las condiciones de vida, en una sociedad cada vez más impregnada de ciencia y tecnología.” (p. 2)

Ahora bien, teniendo en cuenta que en una sociedad tecnológica como en la que actualmente vivimos, donde los avances científicos se presentan a diario, donde se busca dar una imagen más contextualizada de la ciencia, lo cual supone que es necesario considerar la comprensión de cuestiones ambientales y de la calidad de vida, se ha incluido la letra A de ambiente a las siglas de CTS (Fernández & Pires, 2014). De este modo, el ahora enfoque CTSA para Fernández & Pires, (2014), permite promover desde la enseñanza de la ciencia una vía eficaz para desarrollar en los estudiantes una cultura científica.

El enfoque CTSA es importante, pues como establece Murillo & Tirado (2020), quienes citan de (Acevedo. Et al 2003), este busca humanizar la ciencia, haciéndola más accesible a todas las personas. Para ello, es fundamental que en todo momento del proceso de enseñanza se promueva en los estudiantes una actitud positiva hacia la ciencia, de tal forma que se suscite la

curiosidad y la motivación, logrando así que se genere en ellos un apego hacia esta área no solo durante la etapa de formación escolar en la Institución Educativa sino también para toda la vida (Murillo & Tirado, 2020).

La enseñanza bajo el enfoque CTSA tiene entonces varios propósitos, como, por ejemplo, generar en los estudiantes actitudes de formación personal en relación con el ambiente y la calidad de vida, permitir al estudiante tomar decisiones sobre las temáticas trabajadas en clase, teniendo en cuenta aspectos científicos, técnicos, económicos y políticos que posibilitan la participación individual y social de los estudiantes de una forma que sea autónoma y responsable. Por lo tanto, este enfoque surge como una alternativa de enseñanza diferente y apropiada, mediante la cual el proceso de enseñanza-aprendizaje deja de concebirse como un proceso netamente memorístico, sino más bien como una estrategia fuertemente motivadora y enriquecedora para los estudiantes (Martínez & Rojas, 2006).

Teniendo en cuenta lo mencionado anteriormente, es importante y necesario empezar por realizar cambios en los currículos, de tal forma que estos sean mucho más atractivos y adaptados a las necesidades de los estudiantes, así como también a los avances tecnológicos y científicos que caracterizan a la sociedad actual. De esta forma se puede lograr lo que plantea Fernández & Pires (2014), quienes establecen que solo los individuos críticos, autónomos y portadores de competencias, tales como la capacidad de resolver problemas en contextos reales, serán capaces de integrarse plenamente a la sociedad donde viven, es decir podrán tomar decisiones responsables e informadas en un mundo cada vez más complejo, y comprender las consecuencias de sus actos, decisiones y opciones.

Por todo lo descrito hasta este momento, es válido recordar que el principal objeto de la enseñanza bajo el enfoque CTSA es el de poder desarrollar una cultura científica en los estudiantes -entendida esta como el dominio del conocimiento científico y la capacidad del pensamiento crítico sobre una determinada situación, así como la capacidad de aplicar este conocimiento para resolver problemas-. Es así como ellos, podrán comprender de mejor manera los avances científicos-tecnológicos que hoy predominan en la sociedad, buscando siempre que los conocimientos y las competencias adquiridas en el aula de clase, se puedan utilizar en contextos reales (Fernández & Pires, 2014).

Para el proceso de enseñanza de las ciencias naturales bajo el enfoque CTSA, es necesario que la ciencia y la tecnología sean vistas como dos sistemas que interactúan intelectual y

socialmente, de igual forma es importante seleccionar problemas y acontecimientos de la vida cotidiana del estudiante. Esta situación exige que, en el proceso educativo, tanto los aspectos científicos, tecnológicos y sociales deben ser contextualizados. Fernández & Pires, (2014), establecen algunos parámetros que son importantes y se deben tener en cuenta para mejorar la enseñanza de las ciencias bajo el enfoque CTSA, estos son;

- a) Dar prioridad al aprendizaje de conceptos que sean importantes y relevantes para las necesidades de los estudiantes, para el progreso social y para el bien común, centrando la enseñanza en temas científicos socio-ambientales relevantes y polémicos.
- b) Promover el aprendizaje de los conceptos científicos a partir de ejemplos de su vida diaria, conectando el conocimiento científico con el conocimiento cotidiano, involucrando a los estudiantes en aprendizajes significativos y contextualizados.
- c) Comprender los aspectos epistemológicos y sociológicos de la construcción de la ciencia, llevando a los estudiantes a reconocer las ventajas y limitaciones de la ciencia y la tecnología.
- d) Conocer, valorar y usar la tecnología en su vida personal, así como ser capaz de contrastar las explicaciones científicas con las ideas del sentido común.

Es claro entonces que el enfoque CTSA en la enseñanza de las ciencias naturales es muy productivo, pues fomenta el aprendizaje significativo, así como también el desarrollo de competencias y habilidades que les permitirán a los estudiantes entender y comprender los diversos fenómenos que se estudian desde esta área de conocimiento. Esto debido a que se enfrentan a situaciones problema que se presentan dentro de sus contextos, y para los cuales deben proponer posibles soluciones que permitan mejorar la calidad de vida de su comunidad. Para ello, es importante aplicar los conocimientos científicos-tecnológicos que se adquieren en el aula.

Ahora bien, existen diversas estrategias didácticas que se pueden implementar con el ánimo de mejorar el proceso de enseñanza de las ciencias naturales. Sin embargo, si el proceso de enseñanza se hace bajo el enfoque CTSA, es importante que, dentro de las estrategias a utilizar, - las cuales se encuentran fundamentadas dentro de una perspectiva socio-constructivista-, deberán estar, la resolución de problemas, el debate, el diálogo y la argumentación en el aula. En este sentido, Fernández & Pires, (2014), sugieren a los docentes utilizar algunos procedimientos metodológicos que incentiven a los estudiantes a: (a) utilizar diferentes recursos dentro y fuera del aula; (b) proponer la realización de actividades prácticas, experimentales, de laboratorio donde sea

posible realzar y explorar las relaciones CTSA; (c) involucrar activamente al estudiante al debate y a la resolución de problemas.

Por otro lado, y teniendo como referencia el contexto, se observa que la Institución educativa y por ende la comunidad donde esta se encuentra, no es ajena a las diversas problemáticas que hoy día acarrea nuestra sociedad. El calentamiento global el cual se encuentra asociado a la acción del ser humano, la escasez de agua, el mal manejo de basuras y en especial el de residuos orgánicos provenientes de algunos cultivos como el café, la capacidad de generar algunos tipos de energías renovables, hace que sea indispensable la formación de ciudadanos comprometidos y capaces de tomar decisiones científicas las cuales deben ser acordes a los retos afrontados por la sociedad actual. Una sociedad que cada día está más permeada por la ciencia y la tecnología (Murillo & Tirado, 2020). Es por esta razón, que en este trabajo se hace necesario introducir el enfoque CTSA en el proceso de enseñanza, pues lo que se busca es formar estudiantes íntegros y competentes a las exigencias que hoy día les presenta la sociedad.

Las Competencias Científicas en Ciencias Naturales

El proceso educativo en la formación de los niños y jóvenes de las Instituciones educativas es bien importante, pues este influye directamente tanto en el desarrollo personal e intelectual del estudiante, así como en su relación con toda una sociedad que lo rodea. Hoy en día y en un mundo cada vez más complejo, se ha observado como la globalización ha influido en la educación, aspecto expresado en el papel que ocupa la ciencia y la tecnología en la sociedad y en las demandas por la formación de estudiantes que sean capaces de contribuir a los propósitos y tareas colectivas en el contexto de una democracia participativa (Castro & Ramírez, 2013).

Ante esta situación globalizadora que se vive desde hace unos años, la OCDE aconsejó desde finales del siglo XX, establecer un nuevo enfoque de enseñanza-aprendizaje cuya base es el desarrollo de competencias. En este sentido, Ferres. Et al. (2015), establecen que la competencia es la capacidad para poner en práctica de manera integrada, en contextos y situaciones diversas, los conocimientos, las destrezas y las actitudes desarrolladas en el aprendizaje. Por lo tanto, hoy en día el desarrollo de competencias en los estudiantes es fundamental dentro del proceso educativo, pues lo importante no es simplemente adquirir unos conocimientos teóricos, sino, implementarlos en el desarrollo personal del estudiante, así como también el poder utilizarlos para solucionar problemáticas reales generadas en sus contextos sociales. Ante esto, Hans Peter Christensen (2006), establece que:

“Las competencias son aquellos comportamientos, destrezas y actitudes visibles que las personas aportan en un ámbito específico de actividad para desempeñarse de manera eficaz y satisfactoria y consisten en la capacidad de vincular los conocimientos teóricos de las personas, El Saber, con ciertas destrezas prácticas, El Hacer, convirtiéndolo en un Saber Hacer, que facilitará el acercamiento del mundo de la educación superior y el mercado laboral.”

En la actualidad, es importante que para comprender su entorno y poder participar de las decisiones sociales, es fundamental para los estudiantes, tener una formación básica en ciencias naturales, pues esta área es parte esencial en su formación. Para ello, lo que se busca es implementar en el aula unas competencias que estén acordes a lo que el mundo exige hoy en día. Ahora bien, según el régimen educativo colombiano las competencias que se deben adoptar son las comunicativas, argumentativas, propositivas e interpretativas, aquí se sintetizan todo un conjunto de conocimientos, destrezas y habilidades que los estudiantes deben tener para poder desarrollar cualquier actividad intelectual y científica, ya que todas ellas conforman un conjunto de dominios indispensables para el desarrollo científico, cultural, tecnológico y social de los educandos (Castro & Ramírez, 2013).

Es así como y en particular, la enseñanza de las ciencias naturales debe responder a las necesidades actuales que demanda la sociedad. En ese sentido, los estudiantes deben desarrollar ciertas competencias propias del área, así como también habilidades lógicas de pensamiento, lo cual los llevará a estar mejor informados y capacitados, permitiéndoles apropiarse de una mejor manera de los nuevos contenidos de los diferentes campos conceptuales y poder comprender mejor su realidad (Castro & Ramírez, 2013). De este modo, se puede establecer que, en la enseñanza de las ciencias, uno de sus principales objetivos es el de promover en los estudiantes, la construcción de modelos científicos escolares que sean útiles para la toma de decisiones autónomas y para consolidar en ellos, una adecuada y pertinente relación entre lo que piensa, dice y hace (Ruiz, 2010. p 76).

En Colombia el Ministerio de educación Nacional (MEN) bajo la ley 115 de 1994 establece como uno de los fines de la educación, la formación científica básica. Para lograr esto, las competencias son adoptadas por el mencionado Ministerio, mediante la expedición de los diferentes lineamientos curriculares y estándares de competencias con el fin de poder desarrollar en los estudiantes una cultura científica. De esta forma, se busca fomentar el desarrollo de procesos

investigativos que les permita a los estudiantes desarrollar habilidades como la curiosidad, el deseo de conocer, plantearse preguntas, observar, criticar, reflexionar, argumentar, experimentar y poder solucionar problemas (Castro & Ramírez, 2013).

Estas habilidades, están muy asociadas con lo que es el proceso de formación de los estudiantes de la básica secundaria y media, también asociadas con las competencias específicas que se encuentran relacionadas con el área de ciencias naturales. Según el ICFES (2007), estas son definidas como acciones concretas de pensamiento y de producción agrupadas con el eje me aproximo al conocimiento como científico social o natural. Esta situación, ha permitido que, en Colombia, los estudiantes de básica y media, con el desarrollo de las habilidades mencionadas anteriormente, puedan comprender como se produce o se llega al conocimiento científico y cómo funcionan las comunidades científicas. Todo esto con el fin de desarrollar en ellos unas competencias propias del área de ciencias naturales, denominadas competencias científicas (Gallego García G, 2018).

Al respecto, sobre las competencias científicas Hernández, Fernández y Batista (2010), establecen que estas son todos aquellos conocimientos, capacidades y actitudes que les permiten a los estudiantes actuar e interactuar significativamente en contextos en los que se necesita producir, apropiar o aplicar comprensiva y responsablemente los conocimientos científicos. Otros autores como Castro & Ramírez, (2013), quienes citan de (Quintanilla 2005, p.22) asumen a las competencias científicas desde tres dimensiones: conocimientos, habilidades y valores, es decir, saber, hacer, ser. Para estos autores es claro que Quintanilla establece dentro de la dimensión del saber todo aquello que implique el identificar, conocer e identificar teorías desde la lectura tradicional. La dimensión del saber hacer, comprende las habilidades que van al campo de los procedimientos. Y la dimensión del ser todo lo relacionado con valores.

Otro concepto importante sobre las competencias científicas es el que establece PISA, quien, según Castro & Ramírez, (2013) citando de (Cañas, Díaz y Niedo, 2007, p. 34) las define como la capacidad de usar el conocimiento científico, identificar las cuestiones científicas y concluir con base en la evidencia para comprender y ayudar a tomar decisiones sobre el mundo natural y los cambios hechos a través de la actividad humana. Es así como entonces el desarrollo de estas competencias en los estudiantes es bien importante, pues de esta forma se puede llegar a lo que establece Cañas, Díaz y Niedo (2007), quienes plantean que una persona que ha desarrollado la competencia científica es capaz de utilizar el conocimiento científico en contextos cotidianos,

de aplicar los procesos que caracterizan a las ciencias y sus métodos de investigación, al mismo tiempo que es consiente del papel que ejercen la ciencia y la tecnología en la sociedad tanto en la solución de problemas como en la producción de nuevos conocimientos.

Ahora bien, es claro que las competencias científicas a desarrollar en el área de ciencias naturales son propias para dicha asignatura, pues cada área del conocimiento debe desarrollar formas particulares de comprender los fenómenos que le son propios y de indagar acerca de ellos. Por lo tanto, se define entonces que para las ciencias naturales son siete las competencias científicas que se han considerado pertinente desarrollar en clase y que además son las más relevantes. Estas son: explicación de fenómenos, uso comprensivo del conocimiento científico, indagar, comunicar, trabajar en equipo, disposición para aceptar la naturaleza abierta, parcial y cambiante del conocimiento, y disposición para reconocer la dimensión social del conocimiento y para asumirla responsablemente (ICFES, 2007).

De las siete competencias citadas anteriormente solo las tres primeras “Explicación de fenómenos, uso comprensivo del conocimiento científico y la de indagar”, son evaluadas por el ICFES durante la aplicación de las pruebas saber. Las otras cuatro competencias están relacionadas más con la dimensión actitudinal y comportamental, estas a pesar de que se deben desarrollar en el aula, de momento no se pueden rastrear desde una evaluación oficial externa ICFES, (2007). Todas estas competencias científicas deben desarrollarse desde los primeros grados de la educación, esto con el objetivo de llevar al estudiante a que aprenda a interactuar de manera lógica y propositiva en el mundo en que se desarrolla. A continuación, se dará una breve definición de las competencias específicas a desarrollar en las clases de ciencias naturales:

Uso comprensivo del conocimiento científico:

es la capacidad de comprender y usar nociones, conceptos y teorías de las ciencias naturales en la solución de problemas, y de establecer relaciones entre conceptos y conocimientos adquiridos, y fenómenos que se observan con frecuencia (Perilla I, 2019).

Explicación de fenómenos:

es la capacidad de construir explicaciones y comprender argumentos y modelos que den razón de un fenómeno, y de establecer la validez o coherencia de una afirmación o de un argumento relacionado con un fenómeno o problema científico (Perilla I, 2019).

Indagación:

es la capacidad para comprender que, a partir de la investigación, se construyen explicaciones sobre el mundo natural. Además, involucra los procedimientos o metodologías que se aplican para generar más preguntas o intentar dar respuestas a ellas (Perilla I, 2019).

Comunicar:

Capacidad para escuchar, plantear puntos de vista y compartir conocimiento (ICFES, 2007).

Trabajar en equipo:

Capacidad para interactuar productivamente asumiendo compromisos (ICFES, 2007).

Disposición para aceptar la naturaleza abierta, parcial y cambiante del conocimiento:

Los estudiantes de la educación básica, deben comprender que la ciencia cambia continuamente, gracias al esfuerzo y el cuestionamiento de aquellos que producen conocimiento, además desde una perspectiva histórica o generacional dicho proceso se puede evidenciar en el aula, con el objeto de romper las falsas concepciones de una ciencia acumulativa y absoluta (Rodríguez, 2018).

Disposición para reconocer la dimensión social del conocimiento y para asumirla responsablemente:

Los estudiantes deben comprender que la ciencia es un acto social, que se produce a partir de comunidades científicas, con sus modos de comunicarse e interactuar, con el objetivo de mostrar sus avances en la ciencia y retroalimentar sus saberes, además deben comprender que el conocimiento es importante para los avances tecnológicos, para el desarrollo de nuevos mecanismos de producción y para solucionar problemáticas que se dan en el presente de la sociedad (Rodríguez, 2018).

La competencia científica de indagación.

Para Caamaño (2014), es necesario realizar un proceso de contextualización de las ciencias, esto con el objetivo de alcanzar las competencias científicas en los estudiantes. Para poder lograrlo, propone, entre otros factores, a la indagación tanto como método didáctico, así como contenido para aprender la naturaleza de las ciencias. El autor, relaciona directamente a esta competencia con el uso de las nuevas herramientas tecnológicas para alcanzar la evolución del proceso de enseñanza-aprendizaje, tanto dentro del aula como por fuera de ella. Por todo esto, es necesario

que en el aula de clase se generen cuestionamientos acerca de los fenómenos naturales y, a partir de ellos, espacios de experimentación, de intercambio de hipótesis, resultados de laboratorio, argumentación de los resultados, lo cual conllevará a que el estudiante logre construir verdaderamente un conocimiento científico para que le resulte más fácil apropiarse de este (San Miguel Arizmendy, 2016).

Sobre la indagación, se puede decir que es un término que, a nivel educativo, ha sido utilizado de dos formas diferentes. Por un lado, se refiere a las habilidades que los estudiantes deben desarrollar para ser capaces de realizar investigaciones científicas y trabajar de la forma que lo hacen los científicos en la resolución de problemas. Por otro lado, se refiere a las estrategias de enseñanza y aprendizaje que permiten aprender ciencia a partir de la realización de investigaciones que aporten evidencias experimentales con la finalidad de promover la génesis y evolución del conocimiento científico escolar (Ferrés. Et al. 2014). Estas cuestiones permiten establecer que la indagación en las clases de ciencias puede tomarse entonces, como un modelo didáctico de enseñanza o como objeto de aprendizaje. para el caso del presente trabajo la indagación es vista como objeto de aprendizaje ya que se busca desarrollar en los estudiantes habilidades que le permitan realizar investigaciones que los lleven a solucionar problemáticas auténticas y reales que se presentan en sus propios contextos.

De esta forma, mediante el desarrollo de la indagación como competencia científica, se busca promover en los estudiantes el ejercicio propio de las ciencias naturales, para lo cual se debe partir de una pregunta (esto implica que se realice antes una observación). Ahora bien, en busca de una posible solución a la pregunta formulada, los estudiantes ganan en el fortalecimiento de habilidades, tales como, observar detenidamente una situación, plantear hipótesis, buscar relaciones de causa-efecto, recurrir a libros u otras fuentes de información, hacer predicciones, identificar variables, realizar mediciones, organizar y analizar resultados, formular conclusiones bien argumentadas (ICFES, 2007). Es así como mediante actividades que promuevan esta competencia en los educandos, se busca que ellos no repitan un protocolo que ha sido elaborado metodológicamente por el docente, sino que sea el estudiante quien elabore sus propias preguntas y diseñe con la orientación del maestro su propio procedimiento. Solo así se podría decir que el estudiante aprende a aprender (ICFES, 2007, p 19).

Es por esto que autores como Sala, Front y Giménez (2012), establecen que la competencia de indagación es una competencia netamente metodológica, pues hace referencia directa a

aprender métodos de trabajo y estrategias para resolver problemas de forma eficaz. Inicialmente esto se realiza dentro del entorno escolar, sin embargo, también debe significar positivamente en una preparación para la vida cotidiana, así como también para la vida adulta de los estudiantes. Para llegar a lo anteriormente mencionado, es bien importante que los docentes puedan distinguir entre los diferentes tipos de indagación que están implícitos dentro de las actividades que se desarrollan en el aula. En este sentido, Martin Hansen (2002), plantea que hay cuatro tipos distintos de indagación: Indagación abierta, indagación guiada, indagación acoplada e indagación estructurada.

a) *Indagación abierta:*

También llamada indagación completa, este tipo de indagación está centrado en el alumno, esta comienza con una pregunta formulada por el, seguida por el diseño y la realización de una investigación o experimento por parte del estudiante. Este tipo de indagación es el que mejor refleja el trabajo que hacen los científicos. La clave de la indagación abierta está en que sean los estudiantes quienes formulen las preguntas que guíen sus propias investigaciones (Hansen M, 2002).

b) *Indagación guiada:*

En este tipo de indagación es el docente quien ayuda a los alumnos a desarrollar investigaciones en el aula. Aquí es el profesor quien normalmente elige la pregunta para la investigación. Después de esto, son los estudiantes quienes, mediante el trabajo en grupo, pueden ayudar al profesor a decidir cómo proceder con la investigación. La indagación guiada es un paso natural para llegar a la indagación abierta. Durante este tipo de indagación, cuando los alumnos deben aprender sobre fenómenos más complejos que no pueden investigarse directamente en el aula, el profesor puede proporcionar datos científicos aplicables procedentes de diversas fuentes para utilizarlos en la investigación (Hansen M, 2002).

c) *Indagación acoplada:*

Esta forma de indagación combina lo que es una indagación guiada con una indagación abierta. Al comenzar un proceso de investigación con una forma de indagación guiada, el docente elige la primera pregunta a investigar, dirigida específicamente a un estándar o un punto de referencia en concreto. Después de la indagación guiada, se adopta un enfoque más centrado en el alumno, mediante la aplicación en la investigación de una indagación abierta. La indagación acoplada da lugar a preguntas generadas por los alumnos que se relacionan estrechamente con el

estándar o punto de referencia de la pregunta formulada en la primera investigación (indagación guiada), (Hansen M, 2002).

d) Indagación estructurada:

También denominada indagación dirigida, por lo general se trata de una lección de libro de cocina en la que los alumnos siguen las instrucciones del profesor para llegar a un punto final o producto específico. Mediante este proceso indagativo, la participación de los alumnos en la tarea se limita a seguir las instrucciones del docente. Por lo tanto, el hecho de seguir las instrucciones de un libro, no implica que se fomente la participación activa de los estudiantes (Hansen M, 2002).

Esta caracterización de la competencia de indagación, ha permitido que autores como Tuesta Calderón (2020); Ferrés, Marba y Sanmartí (2014), diseñen rúbricas que permiten identificar las capacidades y dificultades que muestran los bachilleres en el desarrollo de esta competencia científica. Es importante establecer que el modelo de la rúbrica diseñado por estos autores, está inspirado en el modelo de evaluación NPTAI (Practical Test Assessment Inventory), propuesto por Tamir, Nussinovits y Friedler. Gracias a este modelo se puede determinar el nivel de dificultad que presentan los estudiantes en ciertos procesos y/o habilidades que son propios de la competencia de indagación científica.

Así mismo, se puede observar dentro de la clasificación de la competencia de indagación, que una forma de desarrollar esta competencia en los estudiantes es mediante trabajos prácticos de investigación o trabajos de laboratorio (actividades experimentales). Los trabajos prácticos bajo el modelo de indagación, son actividades que se diseñan con el objetivo de dar a los estudiantes la oportunidad de trabajar de un modo que tiene similitudes con el utilizado por los científicos en la resolución de problemas. Mediante la realización de estos trabajos, se espera que los estudiantes sigan las etapas de planteamiento de problemas investigables, obtención de información, formulación de hipótesis, diseño experimental, realización del proceso experimental o de observación y obtención de datos, procesamiento de los resultados, contrastación con las hipótesis y la información inicial y obtención de conclusiones argumentadas (Ferrés, Marba y Sanmartí, 2014).

Las Prácticas de Laboratorio en la Enseñanza de las Ciencias Naturales

Hoy en día en el ámbito educativo es imposible desconocer la importancia que tiene la implementación de prácticas de laboratorio para generar ambientes donde se promueva el

desarrollo de procesos de indagación. Eso se logra mediante la implementación de actividades y estrategias didácticas basadas en la interacción social de los estudiantes con su propio medio (Guzmán, 2016). Sin embargo, se ha podido identificar a lo largo de la historia de la enseñanza de las ciencias que este tipo de prácticas no está generando en los estudiantes el interés que se desea, pues está claro que el aprender por aprender o el hacer por hacer sin saber para qué, que es lo que se fomenta con la implementación de este tipo de prácticas actualmente, no permite fomentar el desarrollo de competencias científicas y más específicamente la de indagación.

Esta situación invita a que el uso del laboratorio como estrategia pedagógica sea implementado de una forma diferente, donde la interacción docente-estudiante no sea vertical y donde la transmisión de conocimiento no sea solamente unidireccional. En este sentido, y retomando lo que plantea Duarte (2009), se propone entender el laboratorio como un *“espacio y un tiempo en movimiento, donde los participantes desarrollan capacidades, competencias, habilidades y valores”* p. 5, -que es lo que se busca en este trabajo- la idea es entonces generar un ambiente óptimo donde el proceso de enseñanza y la relación entre docente y estudiante, permita hacer un proceso de construcción del conocimiento, donde se fomente la creación de un espacio, donde haya un rico entendimiento mutuo de respeto, confianza y compromiso por parte de los actores para poder llegar a acuerdos que sean ideales (Guzmán, 2016).

Ahora bien, es claro entonces que el laboratorio no debe limitarse simplemente a un ambiente donde se trabaje bajo ciertas características básicas de carácter material como infraestructura o con recursos que tengan especificaciones propias de interacción entre docente y estudiante. Por lo tanto, se deben tener en cuenta y profundizar en otros aspectos importantes que están ligados al desarrollo humano y afectivo, a la relación entre contexto y aprendizaje, buscando que los trabajos que se realicen sean de tipo constructivista (Guzmán, 2016). Esto llevará a diseñar prácticas donde se puedan llevar a cabo verdaderos procesos de indagación, donde los grupos de trabajo formados por los estudiantes realicen prácticas investigativas buscando siempre dar solución a una problemática en común, para lo cual se debe tener el espacio suficiente para el trabajo tanto individual como grupal (Guzmán, 2016).

Es por lo anteriormente mencionado que en este trabajo lo que se busca es que el laboratorio escolar sea visto como un ambiente y/o recurso idóneo que ayuda a desarrollar el proceso de indagación científica, así como el de contribuir al desarrollo de otras competencias en los estudiantes de la Institución educativa. Por lo tanto, implementar unas actividades bien diseñadas,

permiten que los educandos participen activamente en las prácticas de la comunidad científica, promueven el interés por el aprendizaje de la materia a la vez que se familiarizan con el manejo de técnicas que ayudan a ejemplificar la teoría y a comprender la naturaleza de las ciencias (González & Crujeiras, 2016).

Marín (2008), Establece la importancia de implementar prácticas de laboratorio en el proceso enseñanza-aprendizaje como un método que debe ser guiado por el docente, este debe ser organizado, planificado y aplicado en un ambiente adecuado que conste con las normas de seguridad, para el cuidado de los estudiantes. De igual forma, este tipo de prácticas, permite realizar acciones sociales, psicológicas y motoras, por medio de un trabajo colaborativo, permitiendo establecer una comunicación de carácter científico con fuentes de información, manejar materiales, equipos e instrumentos que permitan a los estudiantes solucionar problemas con una dirección científica.

En este sentido, es fundamental tal y como lo establece Chinn y Malhotra, (2002), quien es citado por (González & Crujeiras, 2016), que para que las actividades de laboratorio alcancen los objetivos perseguidos se sugiere que las tareas que se vayan a realizar estén diseñadas a partir de problemas que sean propios y auténticos. Ante esto, hay autores como Aleixandre, (2010) quien también es citado por (González & Crujeiras, 2016), que logra realizar una caracterización de lo que son las actividades auténticas, estableciendo dentro de estas como las que:

- a. Constituyen problemas, no preguntas retóricas con una solución obvia.
- b. Son percibidas como relevantes para la vida de los estudiantes, además que están situadas en un contexto próximo a su experiencia.
- c. Tienen un grado de apertura con varias respuestas posibles o caminos experimentales.
- d. Requieren que los estudiantes tomen parte en las prácticas científicas (Formular hipótesis, contrastarlas con pruebas, modelizar o argumentar).

Es claro entonces que el desarrollo de este tipo de prácticas de laboratorio, diseñadas bajo el modelo de actividades auténticas, además de mejorar las destrezas de los estudiantes para formular preguntas, diseñar procedimientos y elaborar conclusiones, también son importantes para fomentar la indagación científica, ya que proporciona a los educandos contextos reales de resolución de problemas. De tal forma que se hace necesario que los alumnos utilicen el conocimiento teórico junto con las destrezas y actitudes científicas y sociales, para poder

encontrar posibles soluciones a la problemática planteada inicialmente (González & Crujeiras, 2016).

Así pues, se puede observar como un estilo mediante el cual se puede desarrollar y/o fortalecer la competencia de indagación mediante el uso de prácticas de laboratorio como estrategia de enseñanza es la resolución de problemas. Este estilo se encuentra inmerso dentro de las diferentes clasificaciones que distintos autores realizan sobre el trabajo práctico de laboratorio en la enseñanza de las ciencias. Por ejemplo, Marín (2008), Caamaño (2004), hacen una clasificación de estos trabajos prácticos en varios tipos, dentro de los cuales encontramos los: demostrativos e ilustrativos, basados en experiencias, basados en actividades ateóricas, experimentos didácticos y las pequeñas investigaciones dirigidas. De estos tipos de trabajo práctico, son las pequeñas investigaciones dirigidas las que tienen una relación directa con el estilo de la resolución de problemas, pues establecen lo que se resume en la siguiente tabla:

Tabla 1. *Trabajos prácticos basado en pequeña investigación dirigidas.*

<i>Definición y uso</i>	
Pequeñas investigaciones dirigidas	Son investigaciones ejecutadas por los estudiantes y se direccionan al aprendizaje de la metodología del trabajo científico, facilitando su aproximación a los procesos de construcción de la ciencia, por medio de una verdadera tarea de investigación. Están dirigidas para dar la oportunidad de trabajar y resolver problemas como científicos o tecnólogos en la resolución de nuevos problemas, pudiendo ser investigaciones teóricas, dirigidas a la resolución de un problema particular y las investigaciones prácticas, dirigidas a resolver un problema práctico. Es un tipo de actividad muy completa, precedida de una situación problemática, y en la que muy bien se pueden integrar los demás tipos de prácticas de laboratorio, desarrollándose como una pequeña investigación al tener que enfrentarse los estudiantes a una serie de etapas de la labor científica, que transitan desde la exploración de la realidad hasta la generalización del método, luego de la comunicación de los resultados en la discusión del informe técnico como parte del sistema de evaluación y en eventos científico estudiantiles, siendo el verdadero valor del trabajo de laboratorio (Miguens y Garrett, 1991; Crespo y Vizoso, 2001).

Fuente. Marín (2008)

Sobre la incorporación de la resolución de problemas al ámbito educativo Marín (2008), plantea que cuando el estudiante se enfrenta a sucesos naturales, puede llevar a que este se formule preguntas sobre el que es, para que, como ocurre y el porqué de los mismos, apareciendo constantemente problemas que despiertan su interés y necesidad por resolver. Ahora bien, es importante tener en cuenta que el problema que se establezca en el aula de clases sea de interés

para el alumno, de tal forma que este se sienta identificado con él, motivándolo a buscar información y desarrollar estrategias que le permitan dar una posible solución a esta situación que termina afectando no solo al estudiante sino también todo su entorno.

Por lo tanto, cuando se trabaja bajo la estrategia de la resolución de problemas, es fundamental contextualizar la problemática que se desea abordar desde el laboratorio escolar. Esto con el fin de lograr lo que plantea Marín (2008), que es el de promover la integración de la teoría y la experimentación en la enseñanza de las ciencias, lo cual conlleva a que los estudiantes se apropien de los conceptos y los procesos experimentales que son propios de las ciencias, de tal forma que se vaya aproximando la actividad escolar a parámetros más cercanos de la actividad científica habitual. Es así como se busca que los estudiantes puedan realizar prácticas de laboratorio que les permitan identificar algunos procesos que realizan los científicos cuando intentan dar solución a un problema de investigación, esto es importante desarrollar en los educandos ya que es parte fundamental en el fortalecimiento de la competencia de indagación en el área de ciencias naturales.

De igual forma, también es importante dejar claro que los problemas propuestos y a los que se les desea dar solución mediante el uso de prácticas de laboratorios como estrategia de enseñanza, deben estar alejados de cómo tradicionalmente se han estado formulando, pues estos al plantearse de una forma cerrada no permite que el estudiante se sienta implicado en su solución, además, la solución y la información necesaria para resolverlo es proporcionada por el docente, un libro de texto o por ambos. Esta situación ha influido claramente en el desinterés que muestran los estudiantes en el momento de realizar este tipo de actividades prácticas ya que muchas veces lo que prima es el interés del docente, es el quien plantea el problema que se desea resolver y es el quien, además, también tiene la solución ya establecida, de esta forma utiliza esta estrategia como un simple refuerzo de comprobación de una teoría orientada en el aula. Por lo tanto, bajo este modelo no se tienen en cuenta para nada las necesidades de los estudiantes (Marín, 2008).

Por tal razón, es importante entonces que, en el momento de formular un problema e implementar un trabajo práctico, se tengan muy bien definidos cuales son los objetivos que se desean alcanzar en dicho trabajo. Pues es de esta forma como se podrán diseñar actividades que le permita a los estudiantes tener todas las oportunidades de comprender los contenidos relacionados con la problemática planteada, además, de poder diseñar estrategias o

procedimientos que permitan formular posibles soluciones a dicha situación (Sánchez & Fernández, 2017). Es por esto que, desde hace ya varias décadas, autores como Herrón (1971), quien es citado por (Tamir & García, 1992), propone en su trabajo de investigación cuatro niveles de indagación por los cuales los estudiantes pasan cuando desarrollan un trabajo práctico de laboratorio según el nivel de exigencia planteado por cada docente. Estos cuatro niveles se resumen en la siguiente tabla.

Tabla 2. *Niveles de indagación que pueden alcanzar los estudiantes cuando desarrollan trabajos prácticos de laboratorio.*

<i>Niveles</i>	
Nivel Cero	Se proporciona al estudiante la pregunta, el método y la respuesta.
Nivel Uno	Se le proporciona al estudiante la pregunta y el método, el estudiante debe hallar la respuesta.
Nivel Dos	Se proporciona la pregunta y el estudiante debe hallar el método y la respuesta
Nivel Tres	Se da al estudiante un fenómeno y él debe formular la pregunta, encontrar el método adecuado y la respuesta.

Fuente. Tamir & García (1992).

Según lo que se observa en esta tabla, es evidente como un estudiante vive una práctica de laboratorio de acuerdo con el nivel que a este se le exija. Se puede establecer como el nivel de menor exigencia, el nivel cero, en este se encuentran las prácticas que tradicionalmente se realizan en el aula de clases, pues estas se caracterizan por ser de tipo descriptivas o ilustrativas, viéndose reducidas a unas simples prácticas de comprobación y repetición, donde la respuesta a la que se quiere llegar ya está previamente establecida. Caso contrario es lo que ocurre con las prácticas que se encuentran en el nivel tres, en estas solo se le da al estudiante el fenómeno o problema y él se encarga de diseñar y formular la pregunta, el método y así poder llegar a una respuesta posible (Sánchez & Fernández, 2017).

El estudio realizado por Herrón (1971), sobre los niveles de indagación que los estudiantes pueden desarrollar a través de las prácticas de laboratorio, fue de gran importancia para que autores como (Fay, Grove, Towns & Bretz, 2007) diseñaran una rúbrica que permitiera identificar el nivel de indagación que tienen las prácticas de laboratorio que se deseen implementar como estrategia de enseñanza de las ciencias naturales. El uso de esta rúbrica es bien importante, pues brinda la oportunidad de equiparar a los docentes con un medio cuantitativo para comparar y debatir los niveles de indagación cuando estos diseñen el plan de estudios buscando siempre

mejorar el aprendizaje de las ciencias por parte de los estudiantes (Fay, Grove, Towns & Bretz, 2007). La rúbrica se resume en la siguiente tabla.

Tabla 3. *Nivel de indagación que tienen las prácticas de laboratorio.*

<i>Niveles de indagación</i>	<i>Descripción</i>
Nivel Cero	Se proporciona al alumno el problema, el procedimiento y los métodos de solución. El alumno realiza el experimento y verifica los resultados con el manual.
Nivel Uno	El problema y el procedimiento se le facilitan al alumno. El alumno interpreta los datos para proponer soluciones viables.
Nivel Dos	Se proporciona el problema al estudiante. El estudiante desarrolla un procedimiento para investigar el problema, decide que datos recoger e interpreta los datos para proponer soluciones viables.
Nivel Tres	Se proporciona al estudiante un fenómeno “en bruto”. El estudiante elige el problema a explorar, desarrolla un procedimiento para investigar el problema, decide que datos recoger e interpreta los datos para proponer soluciones viables.

Fuente. Fay, Grove, Towns & Bretz, (2007)

El uso sistemático de esta rúbrica de indagación es importante ya que permite a los docentes hacer una buena elección de las prácticas de laboratorio que deseen implementar como estrategia de enseñanza en la clase de ciencias naturales. Esto, debido a que esta rúbrica proporciona unas instrucciones que son fáciles de seguir, permitiendo hacer una buena selección de los experimentos, los cuales a su vez brindan a los estudiantes unas oportunidades que son cuidadosamente elaboradas para que estos se puedan involucrar en el proceso de la indagación científica (Fay, Grove, Towns & Bretz, 2007).

Ante todo, lo planteado anteriormente, no cabe duda sobre la importancia que tiene el uso de prácticas de laboratorio en el proceso de enseñanza de las ciencias naturales, y más cuando lo que se quiere es fortalecer y/o desarrollar en los estudiantes competencias científicas como lo es la indagación. De igual forma, es importante reconocer los contextos actuales en los que se desarrollan los procesos educativos con los estudiantes que también permiten desarrollar esta competencia científica. Hoy en día se vive dentro de una sociedad globalizada, donde las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), surgidas de la mano de la computadora e internet, construyen un nuevo régimen de relación del sujeto con las técnicas, un paradigma de pensamiento y acción que resalta la importancia de las interacciones y la creación de capacidades de generación de conocimiento (Moro & Maris, 2011).

Autores como Fiad y Galarza O (2015), plantean que el éxito de un proceso educativo con los estudiantes está relacionado no solo con sus capacidades intelectuales sino también, con los

procedimientos o estrategias que se han desarrollado para alcanzar sus objetivos de aprendizaje. Estas estrategias son usadas por los estudiantes en función de factores motivacionales, por lo que plantean que la motivación para aprender juega un rol fundamental en cualquier campo de estudio. Esto hace que los docentes estén en la obligación de encontrar nuevos e innovadores métodos pedagógicos que permitan fortalecer el proceso de enseñanza de las ciencias naturales. Es en este contexto, donde las TIC juegan un papel esencial en la reestructuración del proceso de enseñanza-aprendizaje; además de que pueden ser usadas como herramientas potencializadoras en la enseñanza de las ciencias, siempre tratando de que su uso sea de una forma consciente y reflexiva (Enrique y Alzugaray (2013).

Ante el uso de las TIC en el aula, Dussel (2011) quien es citado por (Moro L, Maris S, 2011) establece:

“La presencia de las tecnologías en las aulas ya no tiene vuelta atrás. Si hasta hace unos años autoridades escolares y docentes podían pensar que los medios digitales debían restringirse a algunas horas por semana o a algunos campos de conocimiento, hoy es difícil, sino imposible, ponerle límites a su participación en los procesos de enseñanza y aprendizaje. Experiencias como los modelos 1 a 1 (una computadora por alumno), las pizarras electrónicas, los laboratorios de informática móviles, los laboratorios virtuales, o incluso la convivencia cotidiana con los celulares y otros artefactos digitales, muestran que las nuevas tecnologías llegaron para quedarse.” (p. 1)

Es por esto que desde años atrás, se están implementando como estrategia de enseñanza en las ciencias naturales, los entornos virtuales. Uno de estos entornos y que sobresale por el uso de herramientas TIC, es el de los laboratorios virtuales. Si bien, los laboratorios virtuales se encuentran un poco limitados en la enseñanza de ciertos aspectos relacionados con las ciencias naturales, cuentan con virtudes muy grandes ya que ofrecen más plasticidad que un laboratorio real en la enseñanza de esta área. Por lo tanto, el uso de este tipo de laboratorios, se puede complementar con los laboratorios reales para mejorar y optimizar el desarrollo de competencias científicas en el área de ciencias naturales (Cataldi. Et al. 2011).

Sobre el diseño de entornos educativos virtuales y en especial de los laboratorios virtuales, Fiad & Galarza, (2015), establecen:

“El diseño de entornos educativos virtuales hace que el proceso enseñanza-aprendizaje se centre en el alumno, que es el protagonista de su formación por lo que es necesario

contribuir al desarrollo de un pensamiento crítico e innovador y que sepa trabajar en un ambiente de colaboración. El utilizar las TIC para mejorar el aprendizaje implica diseñar actividades idóneas como la realización de proyectos o trabajos de colaboración. Las TIC contribuyen a facilitar el trabajo del estudiante en un doble sentido: por un lado, fomentando su trabajo individual, y por otro, estimulando la interacción con sus compañeros de grupo de trabajo. Las TIC ofrecen un amplio abanico de posibilidades y su naturaleza es muy variada. Los laboratorios virtuales se enmarcan en lo que se conoce como Entornos Virtuales de Aprendizaje (EVA) que, aprovechando las funcionalidades de las TIC, ofrecen nuevos contextos para la enseñanza y el aprendizaje, libres de las restricciones que imponen el tiempo y el espacio en la enseñanza presencial y son capaces de asegurar una continua comunicación (virtual) entre alumnos y docentes” (p. 5).

De esta forma, se puede establecer que los laboratorios virtuales son herramientas informáticas que aportan las TIC y simulan actividades que se realizan en un laboratorio real, pero desde un entorno virtual de aprendizaje. Esta herramienta constituye una alternativa complementaria válida que brindan ventajas para el aprendizaje de las ciencias naturales. En este sentido, se puede decir que el laboratorio virtual les permite a los estudiantes la posibilidad de trabajar en un ambiente de enseñanza e investigación protegido y seguro, igualmente les permite realizar los trabajos tanto de forma individual, así como también grupal y colaborativo (Cataldi et al, 2011).

Por tal razón, estos autores (Cataldi. et al. 2011), ven en los laboratorios virtuales una alternativa complementaria de los laboratorios reales que le brindan a los estudiantes además de las ventajas ya mencionadas en el párrafo anterior, otras ventajas como:

- a. Ofrecer a los y las estudiantes prácticas que por su costo y la falta de materiales y reactivos no se podrían realizar en la Institución Educativa.
- b. Poder repetir y reproducir un experimento un número indeterminado de veces.
- c. Extender el concepto de laboratorio al aula de clases a través del uso de una computadora e inclusive al domicilio de cada estudiante.
- d. Ofrece al estudiante una serie de elementos adicionales, como bloc de notas, calculadoras científicas entre otros.
- e. Permite grabar los procesos seguidos durante la realización de la práctica por los estudiantes y obtener sus registros a fin de observarlos cuantas veces se requieran.

- f. Requiere de menos inversión de tiempo para la preparación de las experiencias y la recogida de los materiales.

Otras virtudes que encuentran estos autores sobre el uso de laboratorios virtuales, además de las ventajas ya antes mencionadas, es la que tiene este tipo de entorno educativo para incrementar la motivación de los estudiantes debido a dos causas: a) las actitudes positivas que muestran hacia entornos tecnologizados y b) por la habilidad que inicialmente tienen en el manejo de simuladores e instrumentos informáticos, los estudiantes se encuentran totalmente capacitados para desenvolverse rápida y fácilmente en este tipo de entornos tecnológicos.

Ahora bien, el desarrollo de laboratorios virtuales se puede hacer de diferentes maneras, pues estos se pueden encontrar en Internet de forma gratuita en plataformas educativas y también hay plataformas que prestan el servicio educativo de estos laboratorios, y que para su acceso se debe cancelar una suscripción. Otra estrategia que permite el uso de herramientas tecnológicas y que puede ser utilizada en las clases de ciencias para realizar simulaciones de prácticas de laboratorio virtual, es la del pensamiento computacional. Diversos autores manifiestan la importancia de promover su desarrollo desde edades muy tempranas, considerando que esto favorece significativamente las habilidades de los estudiantes para enfrentar y resolver los problemas de diversa índole: académicos, sociales, personales entre otros (Rosas. Et al. 2017). Un autor importante que fue quien empezó a desarrollar el término del pensamiento computacional fue Wing J (2008), ella define el pensamiento computacional como el conjunto de los procesos de pensamiento implicados en la definición de problemas y en la representación de sus soluciones, de manera que dichas soluciones pueden ser efectivamente ejecutadas por un agente de procesamiento de información.

Todo esto, permite entonces establecer que hoy en día, el pensamiento computacional se define como el proceso mental de formular problemas y sus soluciones para representarlas de manera que puedan ser llevadas a cabo por un agente de procesamiento de la información (computadora). El uso de herramientas como las computadoras ofrece oportunidades únicas para la solución de problemas, dentro de los cuales están la representación de fenómenos complejos a través de procesos de simulación (Gómez. et al, 2020). De esta forma se pueden diseñar una o varias actividades virtuales que fortalezcan el proceso de enseñanza de las ciencias naturales, además de reforzar el trabajo que se realiza en un laboratorio real, es así como se pretende

fortalecer la competencia de indagación científica en los estudiantes de grado décimo de la Institución educativa.

El pensamiento computacional no es un área curricular, pero si es de naturaleza transversal y hoy en día resulta fundamental la inclusión de estas herramientas para realizar actividades de modelación, simulación, registro, representación y análisis que puedan ser utilizadas en el aprendizaje de las ciencias naturales y en otras áreas como las de salud, matemáticas, entre otras. Por lo tanto, cuando se requiere implementar una estrategia de enseñanza nueva como lo es el pensamiento computacional, se hace necesario generar ajustes curriculares relacionados con los espacios para su enseñanza y aprendizaje y su articulación con las demás áreas (Gómez. et al, 2020).

Para el caso de las ciencias naturales, además de realizar una conexión directa con esta área, gracias al uso de artefactos de procesamiento de información - como sería el caso de simulaciones- con fines de mejorar el aprendizaje y el fortalecimiento de competencias científicas como la indagación en los estudiantes, el pensamiento computacional es también una estrategia muy pertinente ya que fomenta la creación de comunidades de aprendizaje (Gómez. et al, 2020). A través de estas comunidades lo que se busca es promover el trabajo en equipo, la responsabilidad, la colaboración, aspectos que son fundamentales en el proceso formativo de los educandos, que, además, también son importantes cuando en el ámbito educativo se trabaja bajo el enfoque de la resolución de problemas reales y contextualizados, que afectan no solo a los estudiantes sino a toda la comunidad educativa.

En conclusión, la formulación de prácticas de laboratorio es supremamente importante en el proceso enseñanza de las ciencias, más cuando estas se plantean desde los propios contextos donde se desarrolla el proceso formativo de los estudiantes. Si bien, el uso de prácticas de laboratorio reales favorece la interactividad del estudiante, pues permite el contacto con los elementos, su manipulación y sus transformaciones; al poder observar lo que sucede en el experimento, el alumno desarrolla habilidades cognitivas y destrezas prácticas, que le facilitan el planteamiento de problemas y la aplicación de sus conocimientos acerca del mundo que lo rodea. El uso de entornos virtuales, resultan también ser muy útiles, ya que pueden utilizarse como herramienta de refuerzo y apoyo para que los estudiantes potencien sus conocimientos por si solos, o bien se pueden implementar como elementos didácticos en las clases expositivas fomentando de esta manera un entorno participativo y constructivista (Infante, 2014).

En este caso, no se trata de establecer qué tipo de práctica de laboratorio es la mejor, si la real o la virtual, lo que se busca es poder dinamizar una relación entre estas dos estrategias que permitan o favorezcan el desarrollo de competencias en los estudiantes, que, en este caso de estudio, es la competencia de indagación científica. Por lo tanto, es válido realizar un proceso comparativo, como el que se observa en la siguiente tabla entre estos dos entornos de aprendizaje, esta comparación, planteada por (Nájera & Estrada, 2007) permite evidenciar las falencias que puede tener el uso únicamente del laboratorio real como estrategia de enseñanza, estas falencias no se presentan o se minimizan cuando se aplica la otra estrategia (laboratorio virtual). De esta forma, se pretende que, mediante un proceso de integración de prácticas de laboratorio, se genere un ambiente de aprendizaje óptimo, donde el protagonista principal del proceso de formación sea el estudiante.

Tabla 4. *Comparativo del laboratorio real vs. El laboratorio virtual.*

Criterios	Laboratorio Real	Laboratorio virtual
Generación de desechos	Genera desechos y se debe hacer tratamiento de los mismos.	No genera desechos
Nivel de representación de los fenómenos	Los fenómenos se encuentran desde un nivel microscópico y macroscópico.	Los fenómenos se pueden representar en distintos niveles (Macroscópico, submicroscópico y simbólico).
Idioma	Las guías por lo general se encuentran en español.	La mayoría de simuladores y laboratorios virtuales se encuentran en inglés.
Manejo de variables.	Las variables a manejar dependen de la planeación de la práctica y los recursos.	Las variables a manejar están determinadas por el diseño del programa.
Fuentes de información durante la práctica.	El docente y/o la guía es la fuente del conocimiento.	El conocimiento depende de varios recursos multimedia.
Seguridad.	Mayor riesgo de que se presenten daños o accidentes.	Sin riesgo de daños o accidentes.
Disposición de tiempo.	Se tiene tiempo restringido para la realización de la práctica.	Se dispone de más tiempo para estudiar y desarrollar cada laboratorio.
Disposición del espacio de trabajo.	Se requiere un espacio físico para la práctica.	Se puede utilizar tanto en instituciones con o sin laboratorio físico, e incluso de forma remota.

Fuente. Nájera & Estrada, 2007

De esta forma, y de acuerdo a todo lo planteado anteriormente, lo que se pretende es que, a partir de una problemática real, que sea del contexto propio de los estudiantes, y que donde en la búsqueda de las posibles soluciones a esta, se realice un proceso de articulación entre el laboratorio real y el laboratorio virtual (donde además de desarrollar laboratorios virtuales formulados y establecidos en plataformas que ofrecen este tipo de ayudas educativas, también se trabaje en esta parte desde la estrategia del pensamiento computacional). Todo esto con el propósito de mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje en las ciencias naturales que se lleva a cabo en la Institución Educativa, lo cual, a su vez permita contribuir de forma directa en el fortalecimiento de la competencia científica indagación en los estudiantes de la Institución.

Sobre el Proceso Biotecnológico de la obtención del biogás a partir de los residuos de pulpa de café

Las condiciones actuales bajo las cuales se da el proceso educativo, exige a los docentes diseñar nuevas estrategias que permitan a los estudiantes acceder a los conocimientos científicos de tal forma que estos puedan ser aplicados dentro de sus contextos, permitiéndoles dar posibles soluciones a las diversas problemáticas que se presentan en sus comunidades. Es así como desde hace varios años, se vienen promoviendo estrategias que permiten contribuir al logro de propósitos como promover el acceso al conocimiento, la ciencia, a la técnica, fomentar la investigación, la promoción en la persona y la sociedad para crear, investigar y adoptar tecnologías – este último término incluye todo lo relacionado con la biotecnología- (Franco Senior, 2020).

En este sentido, el empleo de la biotecnología como estrategia de enseñanza-aprendizaje en las ciencias naturales en básica secundaria, mediante el modelo de aprender haciendo, es bien importante, pues permite que el conocimiento adquirido en el aula por los estudiantes, sea bien significativo. Al respecto Roa y Valbuena (2013), plantean que:

“la biotecnología puede ser entendida como un campo de conocimiento de diferente naturaleza de las ciencias como química, biología y física, que junto con estas tributa a la explicación del fenómeno de lo vivo, a la vez que contribuye a dar cuenta de las técnicas y las tecnologías para la transformación artificial de la vida.” (p. 158)

Es así como Roa Acosta (2010), según el análisis que hacen a diferentes publicaciones internacionales, permiten conocer todas las potencialidades y la relevancia que tiene la biotecnología para la enseñanza y la naturaleza de las ciencias. Igualmente, estos autores logran evidenciar que los procesos de corte Biotecnológico son introducidos en el aula de clase bajo

diversos mecanismos y objetivos, que van desde los formativos –su utilización para el desarrollo de habilidades y destrezas que buscan aportar desde lo referente a competencias laborales-, hasta su inclusión en propuestas didácticas que contribuyan a mejorar las actitudes de los estudiantes frente a la ciencia y su aprendizaje. De esta forma, se promueve la formación de ciudadanos y ciudadanas con apropiación social de la ciencia, que promueva la discusión, reflexión y crítica frente a procesos biotecnológicos.

Ahora bien, según la Unesco (1990) citado por (Roa Acosta, 2010), los contenidos que se deben abordar de biotecnología deben contemplar una visión general, historia, principios e implicaciones sociales. Es así, como los ejes temáticos de biotecnología que se pretenden dar a conocer en las clases de ciencias naturales, y más específicamente en el área de biología, son todos aquellos que se relacionan con la Genética humana, Fermentación, Producción de Energía renovables, Biotecnología vegetal, Inmunología práctica. En este sentido, es fundamental que, en el momento de implementar un contenido biotecnológico en una clase de ciencias, se deben tener en cuenta aspectos como la concepción del docente hacia la ciencia, la selección de estrategias didácticas para su inclusión y análisis del contenido, además de que es el docente el actor principal a quien le corresponde poner en escena la biotecnología en su proceso de enseñanza (García y Roa, 2009).

De acuerdo a lo anterior, se puede reconocer como uno de los temas que se abordan desde lo biotecnológico, es el de la producción de energías renovables. Esto es bien importante, ya que este tipo de temáticas permiten hacer un proceso de contextualización en la enseñanza de las ciencias, mediante el cual se busca que este aporte significativamente tanto en la formación académica, así como también en el desarrollo personal y social de los estudiantes. Realizar un proceso que permita obtener algún tipo de energía renovable a partir de materia orgánica producida en el contexto de la Institución, es un trabajo que lleva al estudiante a poder dar solución y ser más reflexivo sobre la problemática que anualmente se presenta en su comunidad, problemática generada por una mala disposición que se hace por parte de las familias campesinas de algunos residuos sólidos orgánicos como la pulpa de café que se produce en cantidades muy grandes.

Es por esto que es importante conocer sobre los usos que puede tener este tipo de materia orgánica que en muchas ocasiones se le trata como un simple desecho. Ante esta situación, Rodríguez (2010), quien es citado por (Espinoza, 2017), establece que la pulpa que queda después de descerezar el café tiene gran cantidad de aplicaciones en la industria y a nivel de la hacienda

campesina, pues sus propiedades químicas y físicas hacen de ella una importante materia prima. La pulpa es utilizada en la producción de alimento para animales, lombricultivo, compost, fertilizantes, generación de energía como biogás y bioetanol, y hasta las industrias de bebidas hacen cada vez más investigaciones especializadas.

Ahora bien, es claro que a partir de la pulpa de café se pueden obtener productos que pueden ser de gran utilidad para el hombre, uno de ellos es la producción de sustancias como el biogás, considerado hoy en día como uno de los tipos de energía renovable. Para la obtención de este producto es importante realizar un proceso de descomposición de la materia prima (pulpa de café), esta descomposición se realiza a partir de la acción coordinada de un grupo de microorganismos especializados en la degradación de una amplia variedad de sustratos orgánicos dentro de los que se encuentran los residuos orgánicos generados a partir de las actividades agrícolas (Casanovas G, 2019). El proceso mediante el cual se realiza esta descomposición de la materia prima, se conoce como biodigestión o también como digestión anaerobia, ya que la acción llevada a cabo por los microorganismos requiere de la ausencia total de oxígeno.

Cárdenas y Zapata, (2016), establecen que la digestión anaerobia es un proceso bioquímico complejo y degradante tanto por el número de reacciones bioquímicas, como por la cantidad de microorganismos involucrados en ellas. En este proceso, la materia orgánica se descompone por medio de varias vías metabólicas de los microorganismos bajo un ambiente reducido de oxígeno donde se obtiene como productos el biogás y fertilizantes. Este biogás, es un tipo de energía limpia que posteriormente puede ser convertida en un producto sustituto del gas natural y del gas licuado del petróleo que es el que más se utiliza en las familias campesinas de nuestra región. El biogás producido es una mezcla de diferentes sustancias gaseosas dentro de las que se encuentran principalmente el dióxido de carbono CO_2 , el gas metano CH_4 , y en una menor proporción otros gases dentro de los que se destaca el sulfuro de hidrógeno H_2S (Casanovas G, 2019).

De estos gases, es el gas metano el que tiene un alto poder calorífico, además de que no es venenoso ni explota fácilmente, por lo tanto, lo que se busca es que en el proceso de biodigestión el producto gaseoso obtenido contenga en una mayor proporción el gas metano. a continuación, se pueden observar los valores de gas metano y el valor energético que este tiene cuando se utilizan diferentes sustratos para la obtención del biogás.

Tabla 5. *Biogás producido y proporción de metano que se obtiene utilizando diferentes sustrato*

Material	Proporción (%)	M³ de biogás / Kg de materia	CH₄ (%)
Gallinaza	100	0.3111	59.8
Bovinaza	100	0.0871	65.2
Porquinaza	100	0.3234	65.0
Basura de cocina	100	0.2110	61.9
Residuos de papel	100	0.2178	67.1
Desechos agrícolas	100	0.2999	60.0

Fuente. Olaya (2006)

Lo mencionado anteriormente, permite establecer la importancia que tiene la producción del biogás en los contextos rurales como el nuestro, pues dentro del campo de las energías no convencionales, la obtención de este producto se revela como uno de los de más inmediata y segura aplicación, donde se utilizan recursos renovables y que son prácticamente inagotables en el medio donde se lleva a cabo el estudio, además los costos de producción son relativamente bajos. Por otro lado, la obtención de biogás a partir de sustratos orgánicos también presenta una serie de ventajas que se describen a continuación: no se utilizan combustibles fósiles agotables, reducen la peligrosidad y la contaminación de los residuos portadores de agentes patógenos, eliminan el olor desagradable de los desechos, no producen desequilibrio en los ecosistemas y además se obtiene como un subproducto, un efluente con altas propiedades de biofertilizante que puede ser utilizado luego por las mismas familias como abono orgánico para el cultivo del café (Serrano C, 2011).

Capítulo III. Marco Metodológico

El marco metodológico de la investigación presenta los objetivos, general y específicos que lo orientan y las características de los asuntos metodológicos indicándose el tipo de metodología, el procedimiento investigativo, el escenario investigativo y participantes, las técnicas de recolección de información y de análisis.

Objetivos

Objetivo General.

Fortalecer en los estudiantes de grado décimo la competencia de indagación científica mediante la articulación del laboratorio físico y virtual.

Objetivos específicos

1. Determinar el estado de la competencia de indagación en los estudiantes de grado décimo.
2. Elaborar e implementar el plan de actividades experimentales que contribuyan al fortalecimiento de la competencia de indagación
3. Valorar el desarrollo de la competencia de indagación en los estudiantes posterior a la intervención educativa

Metodología

La investigación tiene un *enfoque cualitativo*, de carácter descriptivo (Hernández Sampieri et al., 2014), esta, se caracteriza por la descripción integral que parte en los procesos de observación que se dan en el aula de clase; situaciones y eventos que resultan de la interacción o la introspección de los agentes observados, incorporando la voz de los mismos, así como sus experiencias, emociones, reflexiones, críticas y aportes tal y como son expresadas y definidas por ellos mismos (San Miguel 2016). El diseño se elabora sobre la información recogida, el muestreo es intencional se apoya en criterios internos, la recogida de los datos combina la aplicación de una prueba diagnóstica y una prueba evaluativa, con el seguimiento de las actividades a través de estrategias interactivas como la observación participante, apuntes e informes presentados por los estudiantes, Marín (2009).

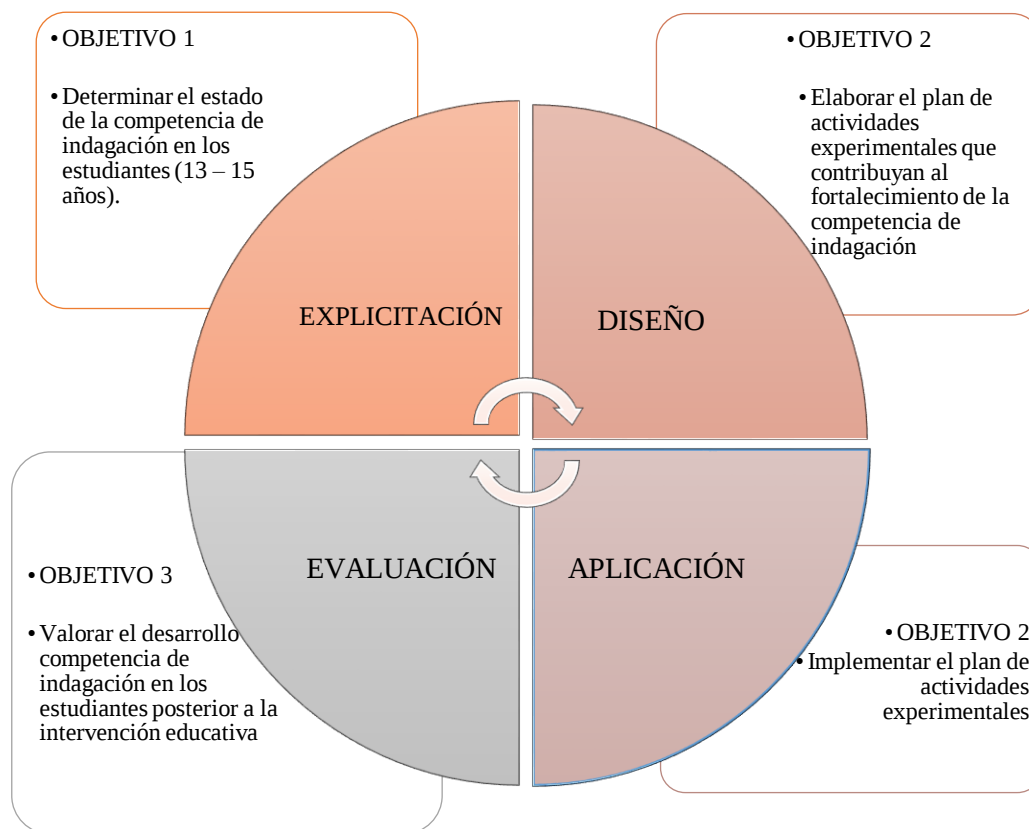
Es así como para poder dar cumplimiento a los objetivos propuestos, y de esta manera, se le pueda dar una solución a la pregunta de investigación formulada, se asume un diseño

metodológico que se llevará a cabo en cuatro fases. La primera fase busca dar respuesta al primer objetivo específico planteado, durante esta fase de explicitación, se utiliza una fuente de recolección de información que consiste en la aplicación de una prueba escrita que se aplica al inicio, llámese a esta, prueba diagnóstica. Con esta, se busca determinar cuál es el estado en cuanto al nivel de la competencia de indagación que presentan los estudiantes de grado décimo de la Institución Educativa.

La segunda y tercera fase direcciona el segundo objetivo específico formulado. En la segunda fase que corresponde a la etapa del diseño, lo que se pretende es elaborar el plan de las diferentes actividades que implican un trabajo experimental y que contribuirán en el fortalecimiento de la competencia de indagación en los estudiantes. La tercera fase corresponde al proceso de intervención directa en el aula, durante esta fase de aplicación, se implementarán con los estudiantes las diferentes actividades experimentales que fueron diseñadas durante la fase anterior, durante este tiempo, se recogen datos a partir de la observación participativa, los apuntes en los cuadernos, la solución de las guías de trabajo, y la presentación de un informe final realizado de forma escrita por los estudiantes.

La cuarta y última fase corresponde a la etapa de evaluación, en esta fase se da respuesta al tercer objetivo específico planteado en esta investigación, para ello, se utiliza una fuente de recolección de información que consiste en la aplicación a los estudiantes de una prueba escrita que se aplica al finalizar todo el proceso de intervención pedagógica, llámese a esta, prueba evaluativa. Con esta, se busca valorar en los educandos si hubo o no un fortalecimiento en el desarrollo de la competencia de indagación posterior a la etapa de intervención educativa (fase 3) para ello se realiza una comparación con los resultados obtenidos en la prueba diagnóstica, que fue aplicada durante la primera fase de este trabajo.

Figura 1. Proceso investigativo en el cual se indican las fases de la propuesta metodológica.



Escenario investigativo y participantes

El lugar donde se llevará a cabo la presente investigación es una Institución Educativa ubicada en el sector rural del municipio de Rosas en el departamento del Cauca, esta Institución es de carácter pública con modalidad académica, ofrece los servicios desde educación preescolar hasta grado once, atiende a estudiantes provenientes de familias campesinas quienes basan sus actividades económicas principalmente en el cultivo de café.

La población muestra para este trabajo de investigación son 16 estudiantes que pertenecen al grado décimo de la educación media. Este es el grado que presenta el mayor número de estudiantes en toda la I.E, está conformado por 11 hombres y 5 mujeres que oscilan entre unas edades de los 14 a los 16 años. De estos estudiantes, 15 son jóvenes que han llevado todo su proceso educativo dentro de la Institución, solamente una niña llegó nueva al grado décimo durante el presente periodo lectivo 2022. Este fue uno de los pocos grados que logró conservar la totalidad

de sus estudiantes después del proceso de virtualidad que se dio durante la época de trabajo en casa, todo esto suscitado por los problemas de salud pública mundial que fueron originados por la pandemia del coronavirus.

A los estudiantes durante los dos últimos años, donde se trabajó bajo la modalidad de virtualidad con el desarrollo de guías de aprendizaje, solamente se les oriento durante las clases de ciencias naturales algunos conceptos básicos y de una forma muy superficial del área de biología, por lo tanto, desconocen por completo lo que es un proceso biotecnológico, y como a partir de este, se pueden originar algún tipo de energía renovable, donde se utilicen residuos orgánicos que se originan en su propio contexto. Además, los educandos, nunca se han enfrentado a un proceso de investigación donde las actividades prácticas de laboratorio sean desarrolladas bajo el modelo de la resolución de problemas. De igual forma desconocen por completo como a partir de estas actividades prácticas ellos pueden con el acompañamiento constante del docente, formular preguntas, plantear hipótesis y realizar diseños experimentales, que son habilidades propias que se desarrollan dentro de la competencia de indagación.

La muestra seleccionada de estudiantes no se considerará representativa en el universo de estudiantes que cursan el área de ciencias naturales en el grado décimo. Los resultados y conclusiones que se obtengan son únicamente para el grupo humano escogido a partir de sus características particulares, teniendo una realidad educativa múltiple y diversa, rescatando aquellas estrategias didácticas y algunas habilidades que propicien aprendizajes significativos, en busca de mejorar la práctica docente y la enseñanza de las ciencias naturales que conlleve a un potencial fortalecimiento de la competencia científica de indagación que deben desarrollar los estudiantes en el área de ciencias naturales (Guzmán, N. 2016).

Técnicas e Instrumentos de Recolección de Información

Para el proceso de recolección de datos se utilizaron diversas técnicas como: la aplicación de una prueba diagnóstica y una prueba evaluativa, observación, recolección de documentos escritos y presentación de informes. Con este estudio en particular, lo que se pretende es determinar como a partir de un proceso de intervención en el aula -dentro de la clase de ciencias- mediante la articulación de una práctica de laboratorio real con una práctica de laboratorio virtual, se fortalece en los estudiantes de grado décimo la competencia de indagación científica. Para conocer la respuesta a este propósito, los datos se obtienen a partir de un proceso riguroso de observación de las clases de ciencias, igualmente se recogen y analizan los documentos escritos y los informes

finales presentados por los estudiantes. También se aplicó una prueba en dos momentos, la primera prueba (diagnóstica) se aplicó antes de realizar el proceso de intervención, la segunda prueba (evaluativa), se aplicó una vez finalizó la intervención en el aula de la estrategia pedagógica, con esto lo que se busca es poder determinar el progreso que presentan los estudiantes, si es que se da, en cuanto al desarrollo y/o fortalecimiento de habilidades propias que evalúa la competencia de indagación científica.

Aplicación de pruebas diagnóstica y evaluativa.

La recolección de la información que permite establecer el nivel de la competencia de indagación en los estudiantes, se realiza mediante la aplicación de dos pruebas, diagnóstica y evaluativa. Este tipo de instrumentos son muy adecuados para el estudio que se está realizando, puesto que el resultado obtenido por cada estudiante permitirá establecer si la estrategia pedagógica ayuda a fortalecer en cada educando el estado inicial en el que se encuentra su competencia indagativa.

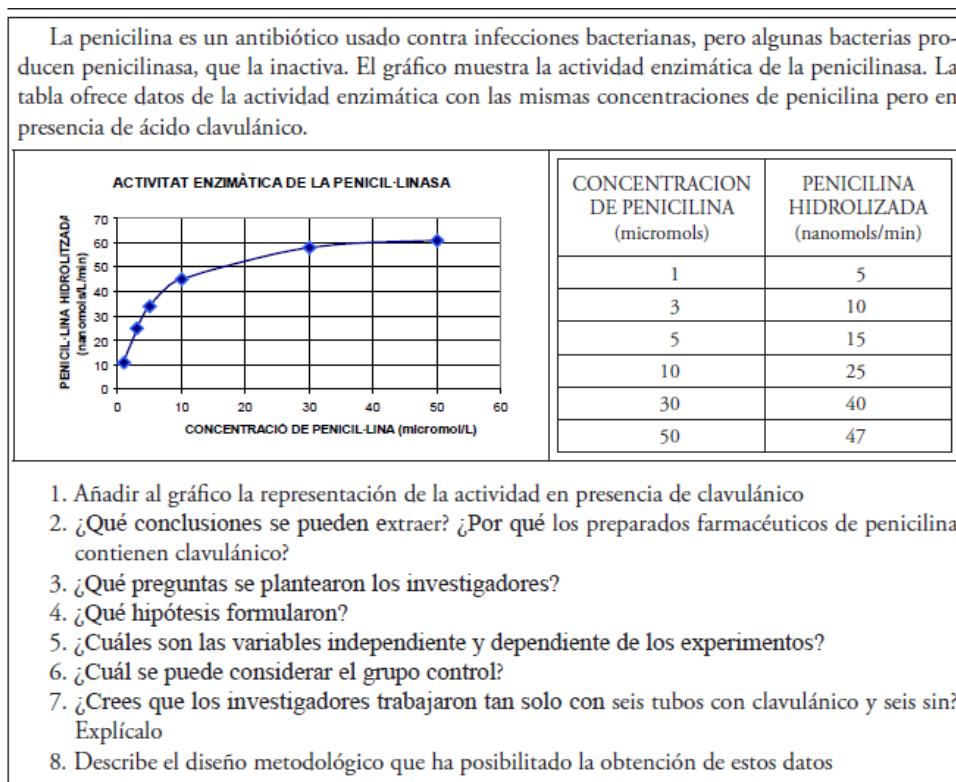
Las pruebas aplicadas a los estudiantes están configuradas por 9 preguntas que se responden de forma abierta. Estas preguntas fueron adaptadas de un test diseñado por Ferres y Marba (2017), en este, después de brindar un concepto teórico, se desprenden una serie de preguntas abiertas, que permiten identificar el nivel de la competencia de indagación en el que se encuentran los estudiantes a quienes se les aplicó esta prueba. El test diseñado por estos autores se observa en la figura 2. Inicialmente se seleccionó un grupo de estudiantes a los cuales se les dió a conocer la prueba utilizada y diseñada por estos autores, esto con el fin de determinar si estaban en condiciones de aplicarla tal y como está descrita. Ante esta situación, los educandos seleccionados manifiestan desconocer por completo la temática tratada y planteada en dicha prueba.

Por tal razón, se realiza una adaptación al problema planteado en la prueba con un tema conocido, el cual haya sido tratado en la clase de ciencias con los estudiantes participantes de este trabajo de investigación. De esta forma, la prueba diagnóstica diseñada para ser aplicada, trata el tema de la fermentación, proceso aplicado en la elaboración del yogurt. Una vez redactada la prueba, se selecciona un grupo de estudiantes, se les da a conocer el test, ellos dan algunas sugerencias, se realizan los cambios pertinentes, una vez realizado este proceso, la prueba queda lista para ser aplicada a todos los estudiantes del grado décimo. Las preguntas que se formulan en la prueba se rigen a la prueba diseñada y aplicada por los autores, de esta forma se le da validez a

la prueba diagnóstica que desarrollarán los estudiantes, ya que primero que todo, el tema a tratar es conocido por ellos, segundo, las preguntas se hacen siguiendo los parámetros de una prueba ya diseñada y aplicada por expertos, es así como los datos que se obtengan de este trabajo de investigación tendrán un grado alto de confiabilidad. El concepto teórico y las preguntas formuladas en el test diagnóstico se pueden evidenciar en el Anexo 1

En cuanto a la prueba evaluativa, la cual se aplica una vez a finalizado la intervención con la estrategia pedagógica, se utiliza un tema que tiene una estrecha relación con el proceso llevado a cabo con los estudiantes durante la etapa del fortalecimiento de la competencia de indagación, la cual consiste en la articulación del trabajo en el laboratorio físico con el trabajo en el laboratorio virtual. La validación de esta prueba evaluativa se realiza de la misma forma como se llevó a cabo el proceso de validación de la prueba diagnóstica. La prueba evaluativa diseñada para ser aplicada a los estudiantes, se evidencia en el anexo 2.

Figura 2. Test para medir el nivel de la competencia de indagación en estudiantes de secundaria.



Fuente. Ferres y Marba (2017)

En el diseño de las pruebas aplicadas a los educandos, cada pregunta formulada tiene su propia intención, de esta forma, se puede evidenciar en los estudiantes el nivel de las habilidades

que se desarrollan y que son propias de la competencia de indagación científica. Estas habilidades, como la identificación de problemas o formulación de preguntas, formulación de hipótesis, planificación de una investigación, identificación de variables, recogida y procesamiento de datos, análisis de datos y obtención de conclusiones, son las que se someten a estudio durante la aplicación de la prueba.

En este sentido, se puede observar como en la prueba escrita, las preguntas 1 y 8 permiten establecer el nivel de la habilidad “Recogida y procesamiento de datos”; las preguntas 2, 6 y 7 determinan el nivel de la habilidad “Análisis de datos y obtención de conclusiones argumentadas”; la pregunta 3 determina el nivel de la habilidad “Formulación de problemas o formulación de preguntas”; la pregunta 4 determina el nivel de la habilidad “Formulación de hipótesis”; la pregunta 5 determina el nivel de la habilidad “Identificación de variables” y por último la pregunta 9 determina el nivel de la habilidad “Planificación de una investigación”.

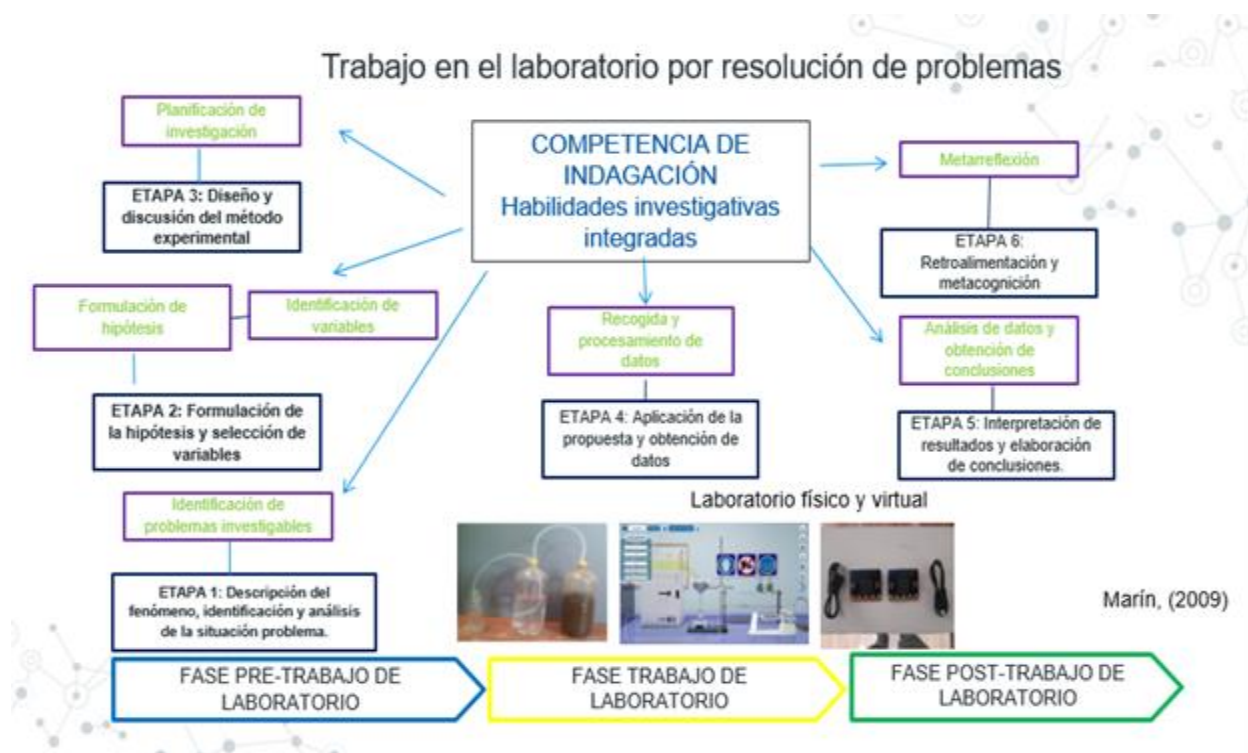
Diseño, aplicación y recolección de las guías con las actividades experimentales físicas y virtuales.

Una vez finalizada la aplicación de la prueba diagnóstica que permite evidenciar el nivel que tienen los estudiantes en cuanto al nivel de su competencia indagativa, se procede a la implementación de unas guías de aprendizaje, las cuales están diseñadas bajo una serie de actividades experimentales, que permitirán realizar con los estudiantes un trabajo en el laboratorio, de forma física y virtual. Estos entornos, son potencialmente un contexto adecuado si lo que se pretende es fortalecer en ellos la competencia de indagación científica, pues es mediante este tipo de trabajo que los educandos utilizan el conocimiento teórico junto con las destrezas y actitudes científicas y sociales para resolver problemas. De esta forma se contribuye a que los estudiantes desarrollen de una mejor manera las habilidades que se mencionaron en párrafos anteriores, fortaleciendo así la competencia de indagación científica en los educandos de grado décimo, que es lo que se pretende durante el desarrollo de este trabajo de investigación (Crujeiras & Jiménez, 2015).

En la siguiente figura (fig. 3) se puede observar cómo se ha diseñado el trabajo en el laboratorio, y las etapas en las que se divide este. Esta parte es importante, ya que, dentro de cada una de estas etapas, se busca con la aplicación de las guías, desarrollar en los estudiantes, ciertas habilidades que permitirán fortalecer la competencia de indagación científica. En este sentido el

trabajo en el laboratorio se divide en tres fases, la fase pre-trabajo en el laboratorio, la fase de trabajo en el laboratorio y la fase pos-trabajo en el laboratorio. Cada una de estas fases tiene sus propias etapas y cada una de estas etapas desarrolla a su vez, habilidades diferentes en los estudiantes, habilidades que se desarrollan cuando se trabaja sobre la competencia científica de indagación.

Figura 3. Etapas de trabajo en el laboratorio por resolución de problemas que desarrollan habilidades propias de la competencia de indagación.



Fuente. Adaptado de Marín, (2009).

Las guías que se diseñaron para trabajar durante las clases de ciencias en el laboratorio físico y que se evidencian en el anexo 3, fueron siete en total, cada guía tiene su propia meta de aprendizaje. En la siguiente tabla se resume el objetivo, el tema y la habilidad que se pretende desarrollar en los estudiantes con cada una de las guías aplicadas en el aula de clase.

Tabla 6. Tema a tratar en cada una de las guías diseñadas para ser desarrolladas por los estudiantes mediante el trabajo en el laboratorio físico.

Guía No.	Tema a tratar	Meta de aprendizaje
----------	---------------	---------------------

1	¿Cuál es el potencial de los residuos sólidos orgánicos generados de la actividad productiva de mi familia? ¿Cómo podemos aprovechar los residuos sólidos orgánicos generados de la actividad productiva de mi familia?	Reconocer el potencial de los <i>residuos sólidos orgánicos</i> de mi entorno (pulpa de café) para la obtención de productos de consumo humano (biogás) e indico sus posibles usos (usos del biogás).
2	Introducción a los procesos biotecnológicos.	Conocer como una parte de la biotecnología aporta en el manejo de residuos sólidos al servicio del medio ambiente y el bienestar de las personas.
3	Formular preguntas de investigación.	Formular preguntas específicas sobre el uso que se le puede dar a los residuos sólidos orgánicos (Pulpa de café) producidos en mi región, estas deben ir enfocadas al proceso de biodigestión.
4	Formulación de hipótesis que permitan dar posibles soluciones a la pregunta de investigación.	Formular hipótesis con base en el conocimiento cotidiano, teorías y modelos científicos. Identificar las variables que se estudian durante el proceso de biodigestión.
5	Diseñar un procedimiento experimental que permita comprobar las hipótesis formuladas.	Proponer modelos que me permitan predecir los resultados de mis experimentos. Realizar mediciones con instrumentos que me brinda el contexto
6	Técnicas de recolección de datos.	Registrar mis observaciones y resultados utilizando esquemas, gráficos y tablas. Registrar mis resultados en forma organizada y sin alteración alguna.
7	Análisis de datos y formulación de conclusiones.	Analizar los datos obtenidos del proceso de biodigestión y formular conclusiones que estén acordes a los resultados obtenidos.

Fuente. Propia

Estas guías antes de ser aplicadas a todo el grado, son revisadas por la docente tutora de este trabajo de investigación, posteriormente, se socializan con un pequeño grupo de estudiantes del mismo grado, esto con el fin de establecer que los temas tratados y las actividades propuestas en cada una de las guías sean claras y puedan ser resueltas en su totalidad por todos los estudiantes a los que se les aplicarán. Posteriormente se ajustan las sugerencias realizadas, si las hay, por ese grupo de estudiantes para cada guía y se procede a su aplicación. De esta forma se obtienen unos datos que le darán una mayor confiabilidad a este trabajo de investigación.

Ahora bien, teniendo en cuenta lo que establece Nieves (2016) sobre la necesidad de generar estrategias pedagógicas como la incorporación de laboratorios virtuales en las clases de

ciencias, debido a que estos aportan al proceso de enseñanza-aprendizaje herramientas importantes y útiles que permiten simular las prácticas de los laboratorios tradicionales, contribuyendo así, en el desarrollo de un pensamiento crítico e innovador en los estudiantes (Fiad & Galarza, 2015). Se propone que durante el desarrollo de la guía número 6 de trabajo en el laboratorio físico, se realice el proceso de articulación con el laboratorio virtual. El entorno virtual donde trabajarán los estudiantes es a través de una plataforma en línea llamada Cloud Labs y también mediante un proceso de programación llamado pensamiento computacional.

Sobre Cloud Labs, esta es una multiplataforma de simuladores de laboratorios físicos, que se pueden trabajar desde el área de ciencias naturales, los cuales permiten complementar el proceso educativo de los estudiantes de forma interactiva. Estos espacios virtuales simulan situaciones, procesos, métodos y equipos, con la finalidad de desarrollar actividades de exploración, medición y análisis de fenómenos. A través del trabajo realizado en este entorno virtual, se busca que los estudiantes generen estrategias que les permitan dar solución a problemáticas reales que se plantean en estos laboratorios, para lo cual se hace supremamente importante el trabajo en equipo. De esta forma, los educandos logran desarrollar procesos de observación de fenómenos, analizar datos para entenderlos, formular conclusiones bien argumentadas, identificación de variables e interpretación de gráficos, corroborar hipótesis, habilidades que como se ha estudiado anteriormente, son propias de la competencia de indagación científica.

El trabajo en esta plataforma se realiza mediante el desarrollo de unas guías las cuales ya están estructuradas y diseñadas por expertos para tratar un tema de estudio propio del área de ciencias naturales. Para el caso de este trabajo de investigación, se utilizaron tres guías para trabajar tres laboratorios virtuales. Antes de iniciar con la aplicación de estas guías, se realiza un trabajo de socialización de manejo de la plataforma con los estudiantes, también se familiariza a los educandos con la estructura de las guías diseñadas, ya que estas, para todos los temas a trabajar en el área de ciencias naturales, están diseñadas bajo un mismo modelo.

Una vez finalizada esta etapa, se desarrolla por parte de los estudiantes, una unidad de aprendizaje, la cual también se encuentra propuesta como una herramienta de estudio en este entorno virtual. El tema objeto de estudio tanto en la unidad de aprendizaje, así como en las prácticas de laboratorio virtual, se encuentra dentro de lo que es la microbiología, y como esta es aplicada a los procesos biotecnológicos, esta temática está en concordancia con lo tratado y trabajado en las guías diseñadas para realizar en el laboratorio físico, de esta forma los estudiantes

se encuentran familiarizados con el proceso que deben desarrollar en este tipo de entorno virtual. En este sentido, el primer trabajo que llevarán a cabo los estudiantes utilizando la plataforma Cloud Labs, es la unidad de aprendizaje, la cual, ya se encuentra estructurada en la plataforma. En el desarrollo de esta actividad virtual se estudian todos conceptos asociados a la microbiología, donde se profundiza en temas como lo es la biotecnología, aplicaciones básicas de la biotecnología, organismos usados en la biotecnología, fermentaciones, cultivo y crecimiento microbiano.

Una vez finalizada esta unidad de aprendizaje, y ya conociendo como es el manejo de la plataforma y la estructura que tienen las guías propuestas para trabajar en este tipo de entornos, se procede por parte de los estudiantes al desarrollo de las guías propuestas y ya diseñadas que se encuentran en la plataforma Cloud Labs, estas guías se evidencian en el anexo 4, y en la siguiente tabla se resume el tema a tratar y la meta de aprendizaje propuesta para cada unidad de trabajo.

Tabla 7. Tema a tratar con los estudiantes en las guías propuestas por la plataforma Cloud Labs.

Guía No	Tema a tratar	Meta de aprendizaje
1	Diseño de una fermentación.	Comprender como es y los agentes que intervienen en un proceso de fermentación.
2	Influencia de variables físicas en los procesos biotecnológicos.	Comprender como es el comportamiento de algunas variables físicas durante el desarrollo de una fermentación.
3	Análisis de producción de metabolitos en las etapas de vida de un microorganismo.	Comprender como es el proceso de producción de metabolitos durante el desarrollo de una fermentación.

Fuente. Propia

De igual forma, una vez concluida la etapa de desarrollo de las guías del laboratorio virtual utilizando la plataforma Cloud Labs, y trabajando los estudiantes aún en la guía 6 del laboratorio físico, se procede a utilizar otra herramienta tecnológica que permite también realizar procesos de simulación en clases de ciencias, y que puede ser utilizada como un laboratorio virtual. Esta herramienta se trabaja utilizando la estrategia del pensamiento computacional, la cual se define como el proceso mental de formular problemas y sus soluciones para representarlas de manera que puedan ser llevadas a cabo por un agente de procesamiento de la información (computadora). Esta herramienta es bastante útil, pues permite mejorar la estrategia de enseñanza-aprendizaje, ayudando a fortalecer en los estudiantes diversas competencias científicas como lo es la indagación.

En el Pensamiento computacional se trabaja bajo el enfoque de resolución de problemas reales y contextualizados, donde a partir de un proceso de programación que los estudiantes realizan en línea, este programa luego es descargado en una herramienta tecnológica llamada Microbit, esta tarjeta se conecta al computador como una memoria USB y es la encargada de realizar el proceso de simulación del programa creado por los educandos. Para esta parte, lo primero que se hace es introducir a los estudiantes al mundo de la programación, para ello se propone primero una actividad desconectada (offline) utilizando las fichas metodológicas diseñadas por Computadores para educar y el British Council, esta guía se evidencia en el anexo 5. Posteriormente se realiza con los estudiantes, un proceso de socialización tanto de la estructura de la guía de aprendizaje, así como del manejo de la plataforma Make Code. La cual será utilizada por los estudiantes para empezar a realizar procesos de programación sencillos, todo esto mediante el desarrollo de actividades conectadas (online) propuestas en las guías diseñadas y estructuradas por Computadores para educar y el British Council. Estas guías, llamadas fichas metodológicas se evidencian en el anexo 5.

En la siguiente tabla se resume el tema a tratar en cada ficha, la meta de aprendizaje y el tipo de actividad que se desarrolla con los estudiantes.

Tabla 8. Tema a tratar y tipo de actividad que desarrollaran los estudiantes durante la aplicación del entorno virtual del pensamiento computacional.

Ficha	Tema a tratar	Meta de aprendizaje	Tipo de actividad
1	Luces y códigos	Identificar un conjunto de pasos e instrucciones para realizar una tarea. Simular la ejecución de ese conjunto de instrucciones y pasos para saber si funciona bien.	Desconectada.
1	Luces y códigos	Manejar el editor Make code de la Microbit para escribir un programa y simular su funcionamiento. Utilizar las entradas, salidas y sensores de la Microbit.	Conectada.

Fuente. Propia

Una vez los estudiantes han realizado las guías propuestas para que se introduzcan al tema del pensamiento computacional, en donde además logren desarrollar algunos programas de simulación sencillos los cuales, deben ser ejecutados en la tarjeta micro bit, se les pide que diseñen un programa en la plataforma Make Code, para que luego este sea simulado por la Micro bit. El

trabajo propuesto a los estudiantes, es crear un programa que le permita a la micro bit actuar como un termómetro, esto con el fin de que la tarjeta pueda determinar la temperatura óptima a la que se lleva a cabo el proceso de biodigestión, donde, además también debe indicar como se afecta este proceso cuando esta variable se aumenta o se disminuye. Es así como esta herramienta de tipo virtual, se utiliza articuladamente con las actividades desarrolladas durante el trabajo en el laboratorio físico y propuestas en las guías 5 y 6.

Las guías propuestas para ser desarrolladas tanto en el laboratorio físico como en el laboratorio virtual y expuestas en las tablas 6, 7 y 8, están estrechamente relacionadas en cuanto a la temática a tratar. Es claro que el problema propuesto para ser trabajado desde el laboratorio físico (tabla 6) está relacionado con el tema de la biotecnología, y como a través de un proceso biotecnológico como es la Biodigestión se puede obtener biogás, utilizando como sustrato principal, la pulpa de café. Durante el desarrollo de cada una de las guías diseñadas para ser trabajada en este laboratorio, se van planteando temáticas que buscan fortalecer las habilidades que son propias de la competencia de indagación científica. En este mismo sentido, se desarrollan las guías de laboratorio virtual propuestas en la plataforma Cloud Labs, para este caso, la temática a tratar tanto en la unidad de aprendizaje como en las guías de laboratorio establecidas en esta plataforma, está relacionada al igual que en el laboratorio físico, con los procesos biotecnológicos, en esta etapa, el proceso que se estudia en las tres guías descritas en la tabla 7, tratan el tema de la fermentación, la cual tiene unos fundamentos teóricos y prácticos similares a los de la Biodigestión.

En cuanto a la actividad conectada propuesta en la tabla 8, la cual se trabaja desde la estrategia del pensamiento computacional, esta busca que los estudiantes diseñen un programa que le permita, teniendo en cuenta los aspectos trabajados en las guías 5 y 6 del laboratorio físico y la guía 3 de la plataforma Cloud Labs, simular como afecta la variable de la temperatura al proceso de Biodigestión de la pulpa de café. De esta forma se articula la estrategia del pensamiento computacional, la cual hace parte del trabajo virtual planteado en este trabajo de investigación con el trabajo desarrollado en el laboratorio físico.

Documentos: cuadernos, guías e informes escritos por los estudiantes.

Los documentos, materiales y artefactos productos de una investigación son considerados una fuente muy valiosa en un estudio. De esta manera se puede evidenciar la comprensión del tema desarrollado, de igual forma permiten conocer los antecedentes del ambiente donde se desarrolla

el trabajo de investigación y del comportamiento de los educandos en su cotidianidad (Ortiz, 2017). Como evidencia del trabajo en el laboratorio físico, para esta investigación, se recolectaron los cuadernos donde cada grupo consignaba sus apuntes y desarrollaba algunas de las tareas programadas en las guías de estudio, también se recolectan las guías de aprendizaje diseñadas, en estas los estudiantes resuelven todas las actividades formuladas y que van encaminadas al desarrollo de las habilidades propias de la competencia de indagación científica. Por último, se recibe un informe escrito donde los estudiantes expresan y reflexionan sobre todo lo aprendido, permitiendo evidenciar el avance que se tuvo en cuanto al cumplimiento de los objetivos planteados para la estrategia pedagógica implementada.

El análisis de los cuadernos y de las actividades propuestas en las guías, se hace mediante un proceso de lectura minuciosa donde se identifican los aspectos que están asociados a cada una de las habilidades que se buscan desarrollar durante el desarrollo de la etapa de trabajo en el laboratorio físico. Este proceso se le realiza a cada uno de los grupos de trabajo una vez se culmina la aplicación de cada una de las guías, durante esta etapa del análisis se seleccionan algunos registros de tipo textual que permiten evidenciar los conocimientos y habilidades que los estudiantes muestran en el desarrollo de sus aprendizajes. Sobre el análisis al informe final presentado por cada grupo, también se realiza un proceso minucioso de lectura, durante esta etapa, al igual que con el análisis de los cuadernos y las guías, se realiza un proceso de selección de tipo textual de algunos registros, los cuales, permiten evidenciar el afianzamiento que presentan los educandos en cuanto al desarrollo de las habilidades propias de la competencia de indagación, todo esto después de haber implementado la estrategia pedagógica, la cual consiste en articular el trabajo en el laboratorio tanto físico como virtual.

En cuanto al trabajo virtual, para el uso de la plataforma Cloud Labs, se recolectan los reportes que después de cada práctica de laboratorio virtual realizada, la plataforma arroja automáticamente, en este se evidencian los aciertos y falencias que presentan los educandos durante el desarrollo de cada simulación, para realizar el respectivo análisis de estos reportes se tienen en cuenta los siguientes aspectos, el puntaje obtenido por cada grupo de trabajo después de haber realizado el laboratorio virtual, el tiempo que dura cada grupo para realizar el laboratorio virtual, el número de intentos que realizan para desarrollar la práctica propuesta, el registro de los datos que en cada práctica deben establecer los grupos de trabajo y por último las respuestas que

dan los estudiantes al finalizar la práctica virtual a cada una de las preguntas propuestas y que permiten establecer si hay o no una buena comprensión del tema tratado.

Para el caso del trabajo con la estrategia del pensamiento computacional, se guardan en el computador los programas diseñados por los estudiantes, estos, posteriormente se analizan utilizando la plataforma make code, el objetivo de este análisis permitirá establecer si el programa responde al proceso de simulación requerido, a continuación, se le pide a cada grupo de trabajo descargar en la micro bit el programa creado, por último, una vez descargado el programa en la micro bit, este debe ser ejecutado, de esta forma se determina si la simulación del programa creado por los educandos fue correcta. En el caso dado de que el programa no se ejecute de forma correcta, se les solicita a los estudiantes realizar los ajustes necesarios en la plataforma make code, para luego repetir el proceso descrito anteriormente.

En cuanto al análisis de los datos obtenidos de todo el trabajo de investigación, este se lleva a cabo en 3 fases. La fase 1 estudia el primer objetivo específico, esto a través de la interpretación de los resultados obtenidos de la prueba diagnóstica aplicada a los estudiantes de grado décimo y que permitirá evidenciar el nivel inicial que presentan en cuanto a la competencia de indagación científica. En la fase 2 se estudia el segundo objetivo específico, para ello es importante el trabajo de observación que realiza el docente en cuanto al desarrollo de las guías para el trabajo en laboratorio físico que fueron diseñadas para que sean trabajadas por los educandos, de igual forma es importante realizar este proceso de observación también durante el desarrollo de las guías propuestas para que sean trabajadas en la plataforma Cloud Labs, donde los educandos realizarán los procesos de simulación durante la parte de las prácticas virtuales.

Durante esta fase también se analizan las guías desarrolladas por cada grupo durante la etapa de trabajo en laboratorio físico, los cuadernos de apuntes donde los estudiantes hacen el seguimiento diario del trabajo realizado, los reportes generados por la plataforma virtual una vez cada grupo de trabajo ha realizado la respectiva simulación, los programas diseñados en la herramienta Make Code que permitirán realizar la simulación con la tarjeta micro bit. Por último, se analizarán los informes finales presentados por cada grupo de trabajo, todo esto, permitirá evidenciar si la estrategia pedagógica utilizada está cumpliendo el objetivo para lo que fue diseñada.

Para terminar, durante la fase 3 se analizarán los resultados obtenidos por cada uno de los estudiantes en la prueba aplicada una vez la estrategia pedagógica ha sido implementada en su

totalidad, esta prueba valora el nivel de indagación que tienen los educandos al finalizar este trabajo de investigación, estos resultados se contrastan con los obtenidos en la primera prueba y analizados en la primera fase, estos darán evidencia si la estrategia utilizada fue óptima en el proceso de fortalecimiento de la competencia científica de indagación. Con esto se daría respuesta al tercer objetivo específico planteado para este trabajo de investigación.

Como ya se ha mencionado anteriormente, la prueba utilizada para determinar el nivel inicial que presentan los estudiantes de grado décimo de la Institución Educativa, se diseñó partiendo de una adaptación de un trabajo realizado por Ferres y Marba (2017) figura 2. La prueba aplicada a los estudiantes se evidencia en el anexo 1, esta tiene un total de 9 preguntas, cada pregunta tiene una finalidad y es la de determinar el nivel que tienen los educandos en cada una de las habilidades que se desarrollan dentro de la competencia de indagación científica. Para determinar este nivel, se toman las pruebas, se analizan las respuestas y estas se evalúan teniendo en cuenta unos criterios expresados en una rúbrica diseñada por Ferres, Marba y Sanmartí (2014). En la siguiente figura, se puede observar cuales son las habilidades de la competencia de indagación que se estudian en la aplicación de la prueba.

Figura 4. *Rúbrica para evaluar las habilidades desarrolladas en la competencia de indagación.*

0	No identifica problemas o no plantea problemas de investigación o plantea problemas inabordable	IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS o FORMULACIÓN DE PREGUNTAS
1	Plantea problemas poco importantes o con formulación ambigua o genérica o mal formulados	
2	Identifica problemas de investigación o plantea problemas adecuados y concreta interrogantes	
0	No plantea hipótesis o no identifica hipótesis o plantea hipótesis sin sentido	FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS
1	Plantea hipótesis sin relación con el problema o los objetivos de la investigación	
2	Formula hipótesis ambiguas o con errores de lógica o mal formuladas o confunde hipótesis y problemas	
3	Plantea hipótesis que encajan con los problemas de investigación	
4	Plantea hipótesis que encajan con el problema de investigación y las describe con referencia al modelo	PLANIFICACIÓN DE INVESTIGACIÓN
0	No hay o no propone diseño experimental o lo hay pero no lo identifica	
1	El diseño experimental no permite comprobar las hipótesis	
2	Los procedimientos de investigación sólo permiten una comprobación parcial de las hipótesis, sin réplicas ni control	
3	El diseño experimental ofrece una adecuada comprobación de las hipótesis, pero no propone réplicas ni explicita controles o el control es incompleto o inadecuado o descripción incompleta del diseño	
4	El diseño experimental ofrece una adecuada comprobación de las hipótesis, propone réplicas y hay control adecuado	IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES
0	El procedimiento no contempla variables	
1	No identifica ni VI ni VD o no sabe concretar VI y VD	
2	Confunde VI y VD o propone VI y VD que no encajan con las hipótesis	
3	Identifica VI y VD pero de manera incompleta o imprecisa	VI Variable Independiente
4	Identifica VI y VD y encajan con las hipótesis	VD Variable dependiente
0	No ha recogido datos de investigación	RECOGIDA Y PROCESAMIENTO DE DATOS
1	Procesamiento inadecuado o incompleto de los datos, gráficos sin títulos o con títulos inadecuados, cálculos de porcentajes que comparan poblaciones no equiparables	
2	Buen procesamiento de los datos de investigación	
0	Análisis y razonamientos no fundamentados en los datos	ANÁLISIS DE DATOS/ OBTENCIÓN DE CONCLUSIONES ARGUMENTADAS
1	Análisis incompleto o poco fundamentado en los datos o basado en datos no fiables, "simplista"...	
2	Análisis de datos bien fundamentado	
0	No sabe describir los pasos del proceso de indagación: errores o respuestas muy incompletas	METAREFLEXIÓN
1	Descripción incompleta de los pasos del proceso de indagación o con confusión de conceptos	
2	Buena descripción del proceso de indagación	

Fuente. Ferres, Marba y Sanmartí (2014)

Las respuestas a la prueba diagnóstica, primero se analizan teniendo en cuenta la rúbrica anterior, esta le permite obtener unos puntajes determinados a cada estudiante en cada una de las habilidades analizadas. Posteriormente los resultados obtenidos se interpretan utilizando una nueva rúbrica, propuesta también por Ferres, Marba y Sanmartí (2014), esta permite evidenciar el nivel de la competencia de indagación que tiene inicialmente cada estudiante al que se le aplicó la prueba. Para determinar el nivel de la competencia se suman los puntajes obtenidos por los estudiantes para cada habilidad, siendo 20 el mayor puntaje posible y 0 el menor. Los niveles que alcanzan los educandos y que se formulan en la rúbrica se pueden observar en la figura 5.

Figura 5. Rubrica para determinar el nivel de la competencia de indagación

INDAGADOR (17-20)	- Identifica problemas de investigación, plantea problemas adecuados y concreta interrogantes, algunas veces con formulación ambigua - Plantea hipótesis que encajan con el problema de investigación - Planifica un diseño experimental que ofrece una adecuada comprobación de las hipótesis, con réplicas y controles - Identifica VI y VD, algunas veces de manera incompleta o imprecisa - Reflexión: Hace una buena descripción del proceso de investigación
INDAGADOR INSEGURO (13-16)	- Identifica problemas de investigación, plantea problemas adecuados y concreta interrogantes - Plantea hipótesis que encajan con los problemas de investigación - Planifica un diseño experimental que ofrece una adecuada comprobación de las hipótesis, casi siempre con réplicas y controles y algunas veces con una descripción incompleta del diseño experimental - No identifica las variables, no sabe concretar VI y VD o confunde VI y VD o propone VI y VD que no encajan con la hipótesis - Reflexión: Hace una descripción incompleta de los pasos del proceso de investigación y/o con confusión de conceptos
INDAGADOR INCIPIENTE (9-12)	- Déficits en dos o tres categorías de "Identificación de problemas investigables", "Formulación de hipótesis", "Identificación de variables" - Planifica un diseño experimental que ofrece una adecuada comprobación de las hipótesis, pero con déficits en réplicas y controles - Reflexión: hace una descripción incompleta de los pasos del proceso de investigación y/o con confusión de conceptos
PRECIENFÍCO (6-8)	- Plantea problemas con formulación ambigua o genérica o mal formulados o no identifica problemas - Formula hipótesis ambiguas, con errores de lógica, mal formuladas, o confunde hipótesis y problema - Planifica un diseño experimental que sólo permite una comprobación parcial de las hipótesis, sin réplicas ni controles - No identifica VI ni VD - Reflexión: no sabe describir los pasos de un proceso de investigación o hace una descripción incompleta y/o con confusión de conceptos
ACIENTÍFICO (0-5)	- No identifica problemas o plantea problemas inabordables o los plantea con formulación ambigua - No plantea hipótesis o no identifica hipótesis o plantea hipótesis sin sentido o sin relación con el problema - No propone diseño experimental o hay diseño experimental pero no lo identifica o el diseño sólo permite una comprobación parcial - El procedimiento no contempla variables o no las identifica o no las sabe concretar - No sabe describir los pasos de un proceso de indagación: errores, tautologías - Reflexión: no sabe describir los pasos de un proceso de investigación o hace una descripción incompleta y/o con confusión de conceptos

Fuente. Ferres, Marba y Sanmartí (2014)

Esta rúbrica, como ya se mencionó anteriormente, permite establecer el nivel de la competencia de indagación que tienen los estudiantes en su estado inicial, en ella se puede observar como cuando un estudiante obtenga un puntaje de la prueba diagnóstica entre 0 y 5, este se encuentra en el nivel más bajo de indagación que es el nivel Acientífico. De igual forma se puede establecer como un educando que en su prueba diagnóstica obtenga un puntaje entre 17 y 20, este se encuentra en el nivel de la competencia de indagación más alto que es el nivel de Indagador. Además, se puede observar que, para cada nivel alcanzado por el estudiante, se presentan unas características propias que definen el estado en el que se encuentra su competencia indagativa.

Ahora bien, en cuanto a la prueba aplicada a los jóvenes de grado décimo, esta se trabajó con un total de 16 estudiantes que desarrollaron la prueba de forma individual. Para resolver esta prueba se utilizó una sesión de clase que corresponde a un total de 2 horas. En la siguiente figura se puede observar el momento en donde los estudiantes se disponen a resolver la prueba diagnóstica.

Figura 6. *Estudiantes presentando la prueba diagnóstica.*



Fuente. Propia

Consideraciones éticas en el trabajo de investigación.

De acuerdo a lo que establece González et al. (2012, p.3) quien propone que la investigación pedagógica tiene sus principios éticos, resaltando en primer lugar, la paridad y la reciprocidad entre todos los participantes, y, en segundo lugar, la protección de la privacidad y la cautela en la emisión de juicios. Es por esto que los principios éticos considerados en este trabajo

de investigación, atienden en primer lugar a la legitimidad y veracidad de los datos obtenidos, pues estos son producto de llevar a cabo y cumplir con todas las tareas programadas y diseñadas dentro de la estrategia pedagógica de articulación de los laboratorios físico y virtual, con la cual se pretenden fortalecer en los estudiantes la competencia de indagación científica. En segundo lugar, el respeto a todos y cada uno de los autores que de cierta forma aportan al desarrollo de este trabajo, para ello se hace el proceso de citación, el cual está acorde a la norma que rige este trabajo de investigación, controlando de esta manera la copia o plagio a la que se puede llegar si no se realiza este proceso tan importante.

En tercer lugar, y no menos importante, se hace referencia a la privacidad de los participantes, en este sentido, es importante mencionar que los estudiantes participantes de esta investigación, son conocedores en todo momento del estudio que se desea realizar, es por ello que se hace necesario la socialización de los resultados que se van encontrando durante el desarrollo del trabajo de investigación. También se les informa a los padres de los estudiantes del proceso que está llevando a cabo con sus hijos, y los resultados que se desean obtener por medio de esta investigación. Ahora bien, con el ánimo de proteger la identidad de los estudiantes y evitar de esta manera algún tipo de prejuicio contra ellos, se decide nombrarlos en donde se hace necesario con números que se eligen al azar entre 1 y 16. También se hace un proceso de distorsión de las imágenes donde aparecen los estudiantes, esto con el ánimo de proteger la identidad de los participantes, de igual forma, en las imágenes de los textos, dibujos y reportes que se toman como evidencia del trabajo realizado por ellos se les recorta el nombre para que no sean identificados.

Por otra parte, este trabajo se realiza con el conocimiento y apoyo de los directivos y docentes de la I.E, a ellos se les explica lo que se desea realizar y el tiempo estipulado que se necesita para llevar a cabo todas las actividades propuestas dentro de esta investigación. Por tal razón, se decide no cambiar el nombre de la I.E, ni el municipio donde esta se encuentra y se está llevando a cabo este trabajo.

Capítulo IV. Resultados

Los resultados obtenidos se presentan a continuación de la siguiente manera, inicialmente se muestran los resultados de la prueba diagnóstica (4.1), seguido el diseño, aplicación y recolección de información de las guías con las actividades experimentales físicas y virtuales (4.2), luego los resultados de la prueba evaluativa (4.3). Finalmente, el análisis de los resultados comparativos de la prueba diagnóstica y evaluativa (4.4).

Resultados de la prueba diagnóstica

Los resultados obtenidos por cada educando en esta prueba se pueden observar en la siguiente tabla.

Tabla 9. *Determinación de las habilidades y nivel de competencia de indagación en estudiantes de grado décimo de la I.E.N.S.C por medio de la prueba diagnóstica.*

Estudiante	LP .I	F.H	D.I	LV	R.D	A.D.C	MTRF	Suma habilidades	N.C
1	0	0	0	1	0	0	0	1	Acientífico
2	1	0	0	1	0	0	0	2	Acientífico
3	2	0	0	1	0	1	0	4	Acientífico
4	2	0	0	1	0	1	1	5	Acientífico
5	1	1	0	1	1	1	1	6	Precientífico
6	0	0	0	1	0	0	0	1	Acientífico
7	2	0	0	1	0	1	0	4	Acientífico
8	1	1	0	1	1	1	1	6	Precientífico
9	0	0	0	1	0	0	0	1	Acientífico
10	1	0	0	1	0	0	0	2	Acientífico
11	1	0	0	1	0	1	0	3	Acientífico
12	1	0	0	1	0	1	0	3	Acientífico
13	0	0	0	1	0	0	0	1	Acientífico
14	0	0	0	1	1	0	0	2	Acientífico
15	0	0	0	1	0	1	0	2	Acientífico
16	0	0	0	1	0	0	0	1	Acientífico

Fuente. Propia

Estos resultados permiten evidenciar como de los 16 estudiantes a los que se le aplicó la prueba diagnóstica, 14 se encuentran en el nivel más bajo de desarrollo de la competencia de indagación, este corresponde al nivel Acientífico y según la rúbrica utilizada para su evaluación (figura 5), se caracteriza por que el estudiante:

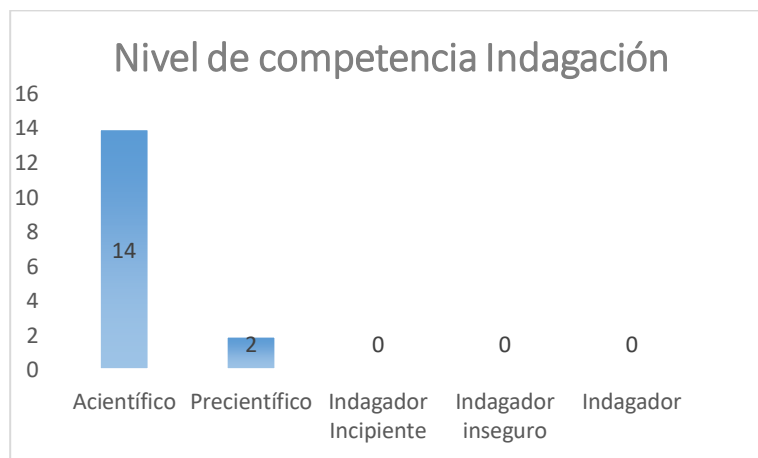
- No identifica problemas o plantea problemas inabordables o los plantea con formulación ambigua.
- No plantea hipótesis o no identifica hipótesis o plantea hipótesis sin sentido o sin relación con el problema.
- No propone diseño experimental o hay diseño experimental pero no lo identifica o el diseño sólo permite una comprobación parcial.
- El procedimiento no contempla variables o no las identifica o no las sabe concretar.
- No sabe describir los pasos de un proceso de indagación: errores, tautologías.
- Reflexión: no sabe describir los pasos de un proceso de investigación o hace una descripción incompleta y/o con confusión de conceptos.

Los 2 estudiantes restantes a pesar de que no se encuentran en este mismo nivel, sus resultados no son tan diferentes, pues el puntaje obtenido por ellos es de 6, lo que hace que estos se encuentren en el segundo nivel más bajo de desarrollo de la competencia indagativa, este es el nivel Precientífico, y según la rúbrica los estudiantes que se encuentran en este nivel se caracterizan por:

- Plantear problemas con formulación ambigua o genérica o mal formulados o no identifica problemas.
- Formular hipótesis ambiguas, con errores de lógica, mal formuladas, o confunde hipótesis y problema.
- Planificar un diseño experimental que sólo permite una comprobación parcial de las hipótesis, sin réplicas ni controles.
- No identificar VI ni VD.
- Reflexión: no sabe describir los pasos de un proceso de investigación o hace una descripción incompleta y/o con confusión de conceptos.

Estos resultados del nivel de competencia obtenidos y que se evidencian en la siguiente figura, son producto de la suma de los puntajes que los estudiantes obtuvieron para cada una de las habilidades evaluadas durante la aplicación de la prueba diagnóstica.

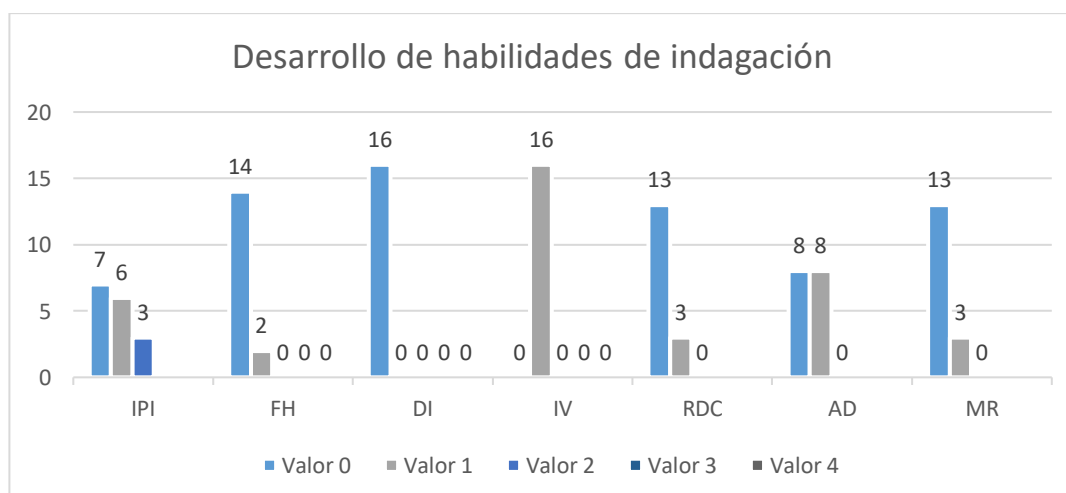
Figura 7. Resultados del nivel de competencia indagación obtenidos durante la aplicación de la prueba diagnóstica.



Fuente. Propia

Ahora bien, en cuanto a los resultados que se obtienen después de la aplicación de esta prueba para cada una de las habilidades, propias de la competencia de indagación y que se muestran en la primera rúbrica, se observa según esta, que cada habilidad tiene sus propias descripciones, estas se establecen de acuerdo al análisis realizado por el docente de las respuestas dadas por el estudiante a cada una de las preguntas establecidas en la prueba diagnóstica. En la siguiente figura, se pueden observar los resultados obtenidos por todo el grupo de estudiantes evaluados, en cada una de las habilidades de la competencia de indagación.

Figura 8. Desarrollo de habilidades de indagación alcanzado por los estudiantes durante el desarrollo de la prueba diagnóstica.



Fuente. Propia

A partir de estos resultados se puede determinar como para la primera habilidad evaluada que es Identificación de problemas investigables o formulación de preguntas (IPI), de los 16 estudiantes evaluados, 7 se encuentran en el desempeño más bajo, este se da debido a que el puntaje obtenido es de cero, según la rúbrica utilizada y que se observa en la figura 4, con este desempeño los estudiantes no identifican problemas o no plantean problemas de investigación o plantean problemas inabordables. Seguidamente, se observa que 6 estudiantes se encuentran con un desempeño de 1 para esta habilidad, según la rúbrica, se establece que los estudiantes plantean problemas poco importantes o con formulación ambigua o mal formulados. Por último, se evidencia que 3 estudiantes se encuentran con un desempeño de 2, para lo cual según la rúbrica estos estudiantes identifican problemas investigables o plantean problemas adecuados y concretan interrogantes.

Los resultados para la segunda habilidad evaluada que es la de Formulación de Hipótesis (FH), permite observar, como 14 de los 16 estudiantes presentan el desempeño más bajo obteniendo un puntaje de cero, los estudiantes con este desempeño, según la rúbrica se caracterizan por no plantear ni identificar hipótesis o plantearlas sin ningún sentido. Los otros 2 estudiantes presentan un desempeño de 1, caracterizándose por plantear hipótesis que no tienen ninguna relación con el problema o los objetivos de la investigación.

Para la tercera habilidad evaluada que corresponde al diseño o planificación de una investigación (DI) la gráfica permite evidenciar como todos los 16 estudiantes evaluados se encuentran en el nivel más bajo de desempeño, en este desempeño según la rúbrica de evaluación, los estudiantes se caracterizan por no proponer ningún tipo de diseño experimental, de igual forma se le dificulta identificar algún tipo de diseño experimental dentro de un trabajo de investigación.

Según la gráfica los resultados obtenidos para la cuarta habilidad evaluada que es la de identificación de variables (IV) no son para nada diferentes a los resultados obtenidos con la habilidad anterior, pues de igual manera se puede observar como todos los estudiantes se encuentran en el nivel más bajo de desempeño, en este caso el nivel es de uno, esto debido a que la prueba diagnóstica diseñada si contempla dentro de su contenido el uso de variables, es por eso que los estudiantes en este desempeño se caracterizan por no poder identificar variables dependientes (VD) ni variables independientes (VI), de igual manera no pueden concretar o determinar este tipo de variables dentro de un trabajo de investigación.

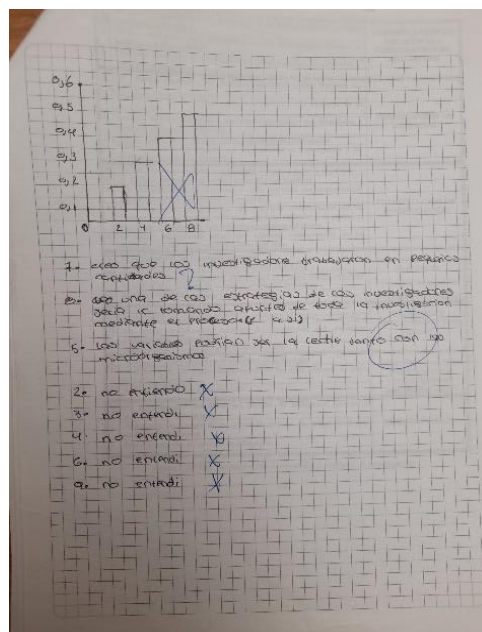
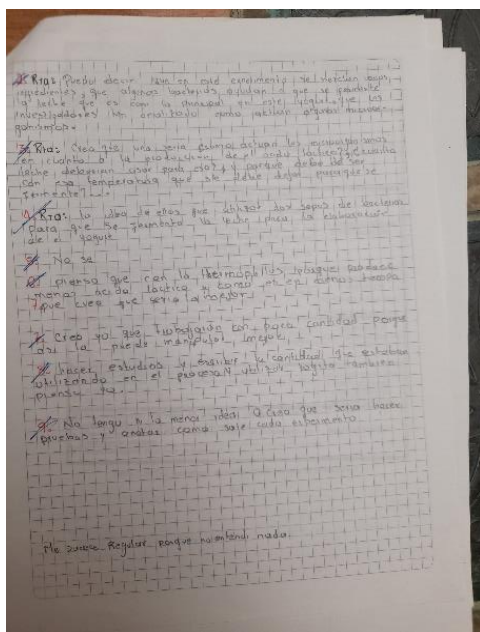
Para la quinta habilidad evaluada que es la de recogida y procesamiento de datos, en la gráfica se puede observar como 13 de los 16 estudiantes se encuentran en el nivel más bajo de desempeño (nivel 0), la rúbrica determina que los estudiantes que presentan este desempeño se caracterizan por no tener ninguna habilidad para recoger datos durante un trabajo de investigación. Los 3 estudiantes restantes presentan un nivel 1 de desempeño para esta habilidad, para ellos la rúbrica determina que hacen un procesamiento inadecuado o incompleto de los datos, gráficos sin títulos o con títulos inadecuados, cálculos de porcentajes que comparan poblaciones no equiparables.

Los resultados obtenidos para la quinta habilidad evaluada -Análisis de datos y obtención de conclusiones argumentadas (AD)- dentro de la prueba diagnóstica arrojan que la mitad de los estudiantes evaluados, 8 en total, presentan un desempeño de cero, caracterizándose según la rúbrica en realizar análisis y razonamientos no fundamentados en los datos obtenidos en una investigación. La otra mitad de los estudiantes presentan un desempeño de 1, ellos tienen como característica en esta habilidad hacer un análisis incompleto o poco fundamentado en los datos o basado en datos poco confiables.

La última habilidad evaluada que es la Metarreflexión, esta no tiene una pregunta específica dentro de la prueba diagnóstica que permita establecer en los estudiantes su nivel de desempeño. Por lo tanto, el análisis para esta habilidad se realiza a partir de los resultados obtenidos para cada una de las habilidades evaluadas anteriormente, esto debido a que se parte que la Metarreflexión es un proceso que permite identificar en los estudiantes el reconocimiento a lo que es un proceso real de indagación dentro de un trabajo de investigación. En este sentido, se puede observar en la gráfica, que 13 de los 16 estudiantes presentan el nivel de desempeño más bajo para esta habilidad, estos se caracterizan según la rúbrica en no saber describir los pasos del proceso de indagación, ya que presentan errores o respuestas muy incompletas. Los 3 estudiantes restantes se ubican en un desempeño de 1, caracterizándose por realizar una descripción incompleta de los pasos del proceso de indagación o presentan algún tipo de confusión en los conceptos.

Algunas de las respuestas brindadas por los estudiantes a las preguntas formuladas en la prueba diagnóstica se pueden evidenciar en las siguientes imágenes.

Figura 9. *Evidencia de las respuestas que formulan los estudiantes a las preguntas establecidas en la prueba diagnóstica.*



Fuente. Propia

Diseño, aplicación y recolección de información de las guías con las actividades experimentales físicas y virtuales

Una vez finalizada la aplicación de la prueba diagnóstica, se procede a desarrollar con los estudiantes cada una de las guías diseñadas con las diferentes actividades experimentales, con ellas se cumple el segundo objetivo específico formulado para este trabajo. Esta fase del proceso de investigación se empieza con el trabajo en el laboratorio físico, para ello los estudiantes se distribuyeron en 5 grupos, cada uno de ellos de 3 integrantes. Este paso es importante, pues es claro que el trabajo en equipo es parte fundamental para que los estudiantes puedan adquirir ciertas destrezas que les permita fortalecer la competencia de indagación, contribuyendo de esta manera a cumplir con el objetivo propuesto para esta investigación. Es importante dejar claro que esta fase de trabajo solo se realizó con 15 estudiantes, 1 menos de los que presento la prueba diagnóstica, esto debido al cambio de residencia del estudiante, por lo cual este fue retirado de la Institución.

Las guías fueron diseñadas teniendo en cuenta lo que se planteó en la sesión del marco teórico en donde se habla de las prácticas de laboratorio, estas fueron pensadas para tratar de llevar al estudiante mínimo a un nivel 2 de la competencia de indagación, para poder llegar a este nivel las prácticas de laboratorio deben caracterizarse por proporcionar el problema al estudiante. El

estudiante desarrolla un procedimiento para investigar el problema, decide que datos recoger e interpreta los datos para proponer soluciones viables. Esta parte es importante, pues como lo muestran los resultados de la prueba diagnóstica, los estudiantes están en el nivel más bajo de la competencia de indagación, esto quiere decir que no están para nada familiarizados con lo que se debe hacer en un laboratorio para poder desarrollar un trabajo de investigación, por lo tanto, se puede evidenciar que, para este trabajo con los estudiantes, se empieza desde el nivel más bajo.

Es así como en el diseño de la guía número 1 se parte de una problemática propuesta por el docente, esta debe estar contextualizada al ambiente de la institución educativa, pues la idea es que los estudiantes a través del trabajo en el laboratorio -que es donde se pretende fortalecer la competencia de indagación-, puedan brindar unas posibles soluciones a esta situación. En este sentido, la primer guía desarrollada con los estudiantes se divide en dos momentos, El primer momento inicia con una socialización por parte del docente a los estudiantes sobre el trabajo que se va a llevar a cabo, es aquí donde se les menciona lo que es la competencia de indagación, cual es el nivel de esta competencia que tiene cada uno y que fue encontrado en la prueba diagnóstica, y cuáles son las habilidades que se pretenden desarrollar durante este trabajo experimental con el ánimo de que esto contribuya al fortalecimiento de dicha competencia científica.

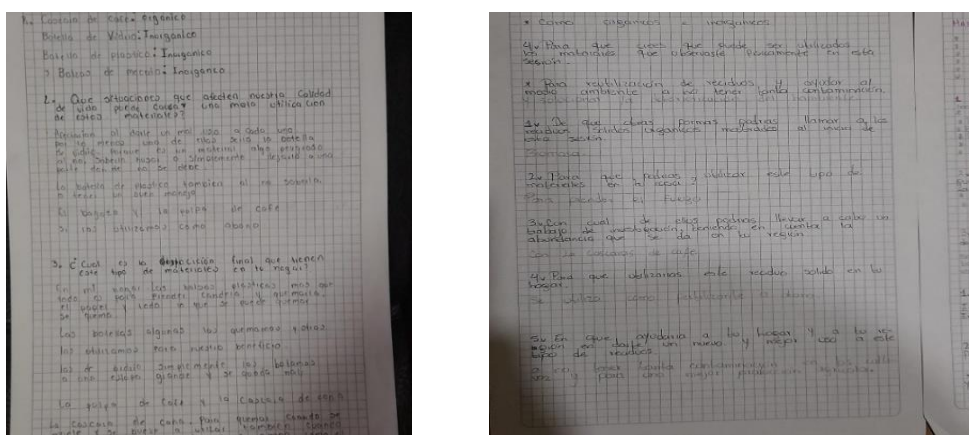
En el segundo momento de esta guía número 1, se les plantea un fenómeno de estudio a los grupos formados por los estudiantes, este como se mencionó anteriormente debe estar contextualizado al ambiente de la I.E. en este sentido y partiendo de que la Institución se encuentra ubicada en un ambiente rural, donde uno de los cultivos que abunda en la región es el café, se les propone trabajar sobre los siguientes cuestionamientos “¿Cuál es el potencial de los residuos sólidos orgánicos generados de la actividad productiva de mi familia? y ¿Cómo podemos aprovechar los residuos sólidos orgánicos generados de la actividad productiva de mi familia?” Estas preguntas están formuladas teniendo en cuenta los estándares básicos de competencias del área de ciencias naturales, los cuales, dentro del enfoque de Ciencia, Tecnología y Sociedad, se establece como uno de los estándares a trabajar con los estudiantes de grado décimo y once el de “analizar el potencial de los recursos naturales en la obtención de energía para diferentes usos” (ICFES, 2004).

De igual forma, para esta guía se propone como meta de aprendizaje que los estudiantes al finalizar esta sesión de trabajo puedan reconocer el potencial de los residuos sólidos orgánicos de su entorno (pulpa de café) para la obtención de productos de consumo humano (biogás) e indicar

sus posibles usos. Para alcanzar esta meta se empieza por organizar los grupos de trabajo, los cuales deben observar atentamente unos vídeos, para posteriormente responder unas preguntas, todo esto (videos y preguntas) se encuentran formulados en la guía de trabajo. Inicialmente, se observa una buena disposición para el trabajo de parte de los estudiantes, sin embargo, durante el reconocimiento de los saberes previos, la participación es mínima pues hay un desconocimiento total de los estudiantes hacia la problemática planteada.

Los estudiantes reconocen a la pulpa de café como uno de los materiales con los que tienen bastante contacto, pero, no la identifican como un residuo sólido orgánico pues desconocen por completo esta terminología, de igual forma no identifican los posibles usos que se le puede dar a este tipo de desechos. Esta situación al finalizar la aplicación de la guía, la cual se trabajó durante 2 sesiones de 2 horas cada sesión, cambió un poco, se observa una participación más activa de parte de algunos estudiantes, los cuales, durante la socialización de las respuestas a las preguntas formuladas en la guía, plantean ideas claras y precisas sobre sus posiciones y las de su grupo de trabajo. Sin embargo, aún se observan estudiantes un poco tímidos en el momento de realizar su intervención, esta es una de las situaciones que se pretende mejorar en las siguientes sesiones. La guía de esta primera sesión fue completamente desarrollada por los cinco grupos, algunas de las respuestas planteadas por los estudiantes se evidencian en las siguientes imágenes, esto permite establecer que la meta de aprendizaje propuesta para esta sesión de trabajo fue alcanzada.

Figura 10. Evidencia de las respuestas de los estudiantes a las preguntas formuladas en la guía 1



Fuente. Propia

Una vez finalizada y logrado el objetivo de la primera sesión de trabajo, se procede a desarrollar con los grupos de trabajo la guía número 2, en esta guía que se evidencia en el anexo 3, se introduce lo que es la biotecnología, estableciendo como meta de aprendizaje para los estudiantes el de “conocer como la biotecnología aporta en el manejo de residuos sólidos al servicio del medio ambiente y el bienestar de las personas”. Durante el desarrollo de esta guía de trabajo lo que se busca es que los estudiantes reconozcan que es la biotecnología, y como a través de un proceso biotecnológico como la Biodigestión, los residuos sólidos orgánicos (pulpa de café) generados de la actividad agrícola de la región pueden ser tratados adecuadamente, de tal forma que se puedan obtener productos alternativos como el biogás, el cual puede ser utilizado como una fuente energética alternativa en sus hogares, ayudando así a disminuir la contaminación ambiental generada por la mala disposición de estos desechos.

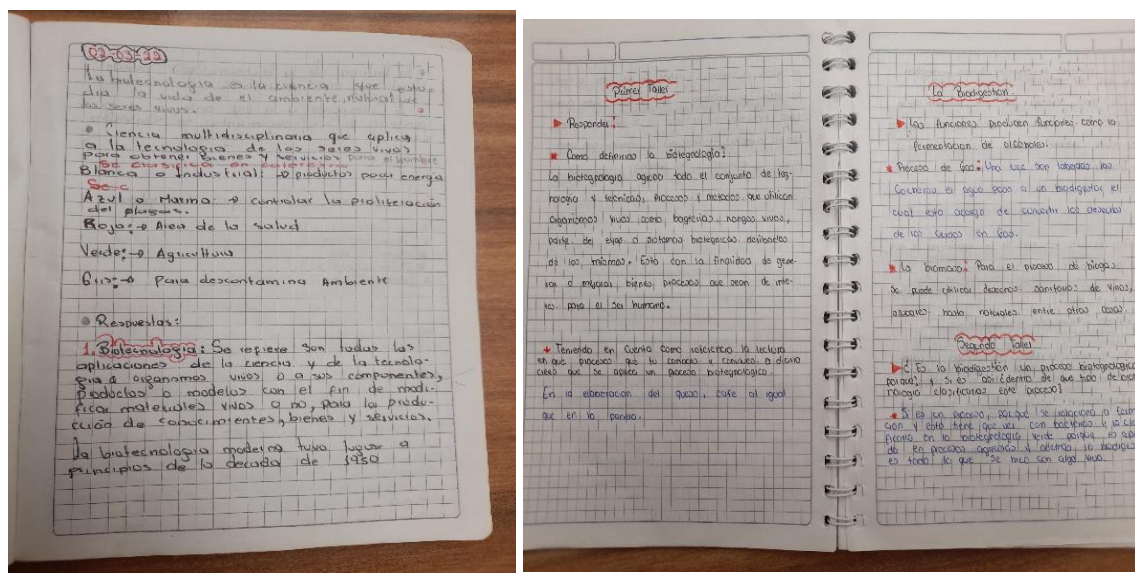
Esta sesión de trabajo inicia con el reconocimiento de los saberes que los estudiantes tienen acerca del tema propuesto en la guía, en esta parte se observa un total desconocimiento de parte de los educandos sobre el concepto de biotecnología además de no reconocer ningún proceso biotecnológico a través del cual se pueden obtener productos que sean de uso cotidiano. Esta situación es de esperarse, pues a pesar de que este es un tema que esta propuesto dentro de los estándares que se deben trabajar en el área de ciencias naturales, este no se aborda de forma directa con ningún grado de la educación básica secundaria. Finalizada esta parte, se procede a trabajar lo propuesto en la guía, esta se desarrolla de forma grupal y los apuntes son recogidos en el cuaderno que cada grupo dispone para hacer el seguimiento al trabajo de investigación.

Durante el desarrollo de la guía, se puede observar una buena disposición de parte de los estudiantes, hay un trabajo activo de parte de los grupos con una buena participación de parte de sus integrantes. La participación de los estudiantes en el desarrollo de esta guía fue mucho mejor que la presentada durante el desarrollo de la guía anterior. Las respuestas brindadas por cada grupo son socializadas a todo el grado, para ello cada grupo escoge un representante quien es el que realizará este diálogo, en esta parte se puede evidenciar como los estudiantes después de desarrollar la guía reconocen que es la biotecnología y como esta se divide dependiendo el tipo de estudio que se desee realizar. Para el caso de esta investigación, se puede observar como los grupos de trabajo a través de la socialización a todo el grado, logran identificar que uno de los procesos biotecnológicos que se pueden llevar a cabo en la Institución Educativa, es el proceso de

Biodigestión, ya que, para ellos es claro que para realizar este proceso se debe partir de residuos orgánicos y que estos abundan en su entorno escolar.

El reconocimiento de la existencia de estos recursos es importante, pues esto les permite establecer que unos de los residuos que más se genera de la actividad agrícola llevada a cabo por sus familias es la pulpa de café. De esta manera, los estudiantes logran explicar que a través del proceso de Biodigestión, para el cual se utiliza como biomasa la pulpa de café, se pueden obtener algunos productos como el biogás y fertilizantes que pueden ser utilizados en sus hogares, ayudando a tener un ambiente más limpio y a disminuir costos en cuanto al pago de energía, gas y abonos sintéticos. De esta forma finaliza esta sesión de trabajo, para la cual se empleó un tiempo de 4 horas de clase, con esta información se puede establecer que la meta de aprendizaje formulada para la guía número 2 se alcanzó de forma satisfactoria. Algunas de las respuestas generadas por los grupos de trabajo a esta guía de trabajo se evidencian en las siguientes imágenes.

Figura 11. Evidencia de las respuestas de los estudiantes a las preguntas formuladas en la guía 2.



Fuente. Propia

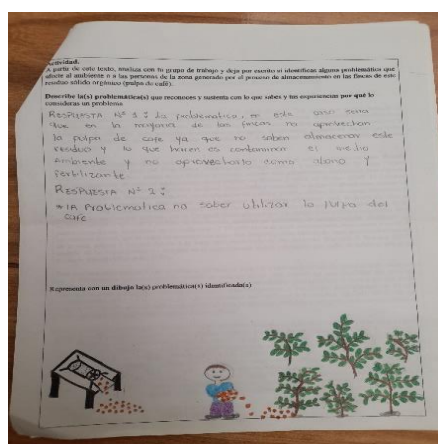
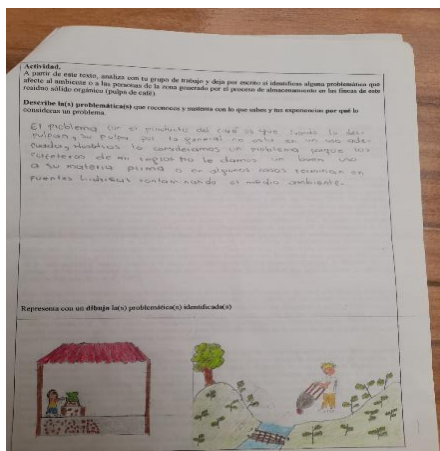
Las dos sesiones anteriores son importantes ya que estas introducen a los estudiantes en la temática que se desea abordar, esto con el fin de darles un panorama más claro de la problemática que se intentará resolver en este trabajo de investigación. Acto seguido y una vez alcanzadas las dos metas de aprendizaje de las 2 guías anteriores, se procede a la implementación de la guía

número 3, esta se divide en dos guías diferentes que tienen un mismo objetivo, pues la idea es que al finalizar el trabajo de esta sesión, los estudiantes logren desarrollar la primera habilidad propia de la competencia de indagación, la cual busca que el estudiante identifique, reconozca y formule una pregunta problema, esta a su vez, se tomará como punto de partida para poder desarrollar su trabajo de investigación.

Dicho esto, la primera parte de la guía número 3 (véase anexo 3) se diseña de tal forma que los estudiantes mediante el trabajo en equipo, puedan identificar y reconocer una problemática que se les plantea a partir de dos lecturas. La primera lectura, establece una problemática desde el contexto del estudiante, esta se explica a partir de una situación con la que la comunidad donde se encuentra la I.E le toca convivir cada año que se da la cosecha del fruto del café. En la segunda lectura se plantea otra problemática, esta, se explica a partir de información extraída de algunos textos y artículos encontrados en internet, en esta situación, el estudiante encuentra información que le permitirá formular algunas posibles soluciones a la problemática expuesta en la primera lectura.

Una vez realizadas las dos lecturas, los grupos de trabajo deben responder a unas preguntas que se encuentran formuladas en esta guía de trabajo. Sobre estas respuestas, en el caso de la primera lectura, se puede observar como los estudiantes logran identificar de forma clara la problemática planteada en este texto, de igual manera representan mediante un dibujo esta situación generada por una mala disposición de estos residuos sólidos orgánicos como la pulpa de café. Algunas de las respuestas a las preguntas de esta lectura, se pueden observar en las siguientes imágenes.

Figura 12. Evidencia de las respuestas de los estudiantes a las preguntas formuladas para la primera lectura de la guía 3.

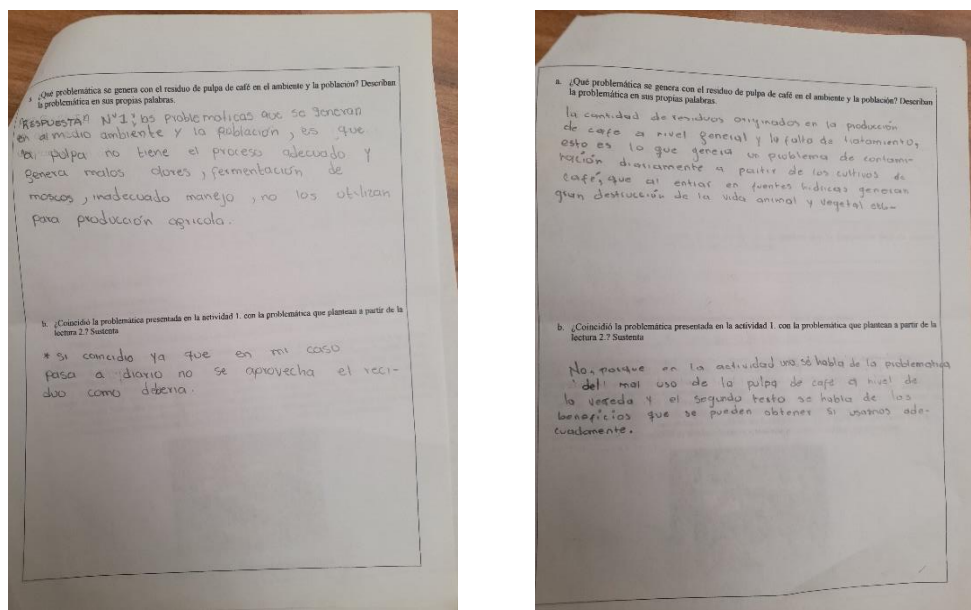


Fuente. Propia

Con respecto a la segunda lectura, se observa a través de las respuestas de los estudiantes, que en esta no lograron identificar la problemática planteada en el texto, a excepción de un grupo.

La mayoría de los grupos establecen en esta segunda lectura la misma problemática que establecieron para la primera lectura, pues, aunque estas guardan cierto grado de relación, la situación problema de la segunda lectura se aborda desde otra visión, tratándole de dar herramientas al estudiante para que pueda establecer unas posibles soluciones al problema encontrado en la lectura inicial. A pesar de que se realizó un trabajo a conciencia con los estudiantes, se puede identificar que aún hacen falta buenos hábitos de lectura, ratificando de cierta forma el porqué de la necesidad de realizar este trabajo de investigación. Para esta primera parte de la tercera sesión, se utilizó un tiempo de 2 horas. Algunas evidencias de las respuestas que dieron los estudiantes a las preguntas formuladas para esta segunda lectura se pueden observar en las siguientes imágenes.

Figura 13. Evidencia de las respuestas de los estudiantes a las preguntas formuladas para la segunda lectura de la guía 3.



Fuente. Propia

Una vez establecida la problemática a tratar con los estudiantes durante la primera parte de la guía número 3, se procede a desarrollar la segunda parte de esta guía, para ello se programan 4 sesiones de trabajo cada una de 2 horas, para un total de 8 horas clase. El diseño de esta guía es

bien importante, ya que como se establece en la meta de aprendizaje de esta segunda parte, lo que se busca es que los estudiantes puedan observar y formular preguntas específicas sobre el uso que se le puede dar a los residuos sólidos orgánicos como la pulpa de café que se producen en la región. De esta forma se busca desarrollar en ellos la habilidad de identificar y formular preguntas de investigación, habilidad que es propia de la competencia de indagación. Para poder cumplir con esta meta de aprendizaje y lograr una buena formulación de la pregunta de investigación, es importante que los estudiantes identifiquen y reconozcan que es una variable y que tipos de variables son las que se determinan en un trabajo de investigación.

En este sentido, el diseño de esta guía, debe tener en cuenta dentro de la temática a desarrollar con los estudiantes, el tema de las variables. De esta forma, además de trabajar sobre la habilidad de formular preguntas de investigación, también se trabajará sobre otra habilidad que es propia de la competencia de indagación, como es, la de identificación de variables. Esta habilidad, según los resultados obtenidos en la prueba diagnóstica, permiten evidenciar el nivel bajo en el que se encuentran los estudiantes de grado décimo. Es por esto, que el diseño y desarrollo de esta guía, cobra gran importancia, pues son 2 habilidades de la competencia científica indagación, las que se buscarán desarrollar y/o fortalecer en los estudiantes participantes de esta investigación.

Esta segunda parte de aplicación de la guía 3, empieza con un trabajo de reconocimiento de los saberes previos que tienen los estudiantes acerca del tema de las variables. En esta parte se puede observar como ellos no recuerdan que es una variable ni cómo se clasifican, situación que se pudo evidenciar también con los resultados obtenidos en la prueba diagnóstica. Posteriormente se les presentan los videos que se encuentran en la guía, además, se realiza con ellos una experiencia utilizando el tema de densidad como estrategia para abordar este tema de las variables. Al finalizar, los grupos de trabajo deben responder las preguntas formuladas que se encuentran en la guía, para luego ser socializadas a todo el grado. Durante la socialización se puede evidenciar como los estudiantes logran desarrollar la capacidad de reconocer lo que son las variables y que tipo de variables son las que afectan un sistema (variables dependientes y variables independientes).

El diálogo establecido en esta parte del trabajo es interesante, pues los estudiantes manifiestan como este tema de las variables ha sido tratado anteriormente en una clase de matemáticas, pero que ellos no lo recordaban. Dejando en claro lo que ocurre normalmente durante

el proceso educativo, donde simplemente los estudiantes son solo receptores de una serie de conocimientos que ellos a corto plazo olvidan, pues no le encuentran relevancia ni aplicación alguna, Esto último fue mencionado por un estudiante.

Una vez los estudiantes reconocen lo que son las variables y como se clasifican estas, se continúa con la siguiente etapa de esta guía. Esta comienza con la presentación de unos videos donde se trata el tema de cómo o que es lo que se debe tener en cuenta para formular una buena pregunta de investigación. Seguidamente los estudiantes en forma grupal deben realizar una lectura denominada “las perturbaciones de las ondas”, esta lectura se evidencia en el anexo 6. Ya con todas estas herramientas, se evidencia como los estudiantes logran determinar cuáles son las variables que llegarían afectar un proceso de producción de biogás a través de la Biodigestión de la pulpa de café, en este punto se establece una relación con la segunda lectura planteada durante la primera etapa del desarrollo de la guía 3. Esta parte es importante, ya que una vez identificadas estas variables se puede continuar a la siguiente etapa que es la de formular la pregunta de investigación que va a establecer cada grupo.

Los estudiantes identifican que el proceso de biodigestión, donde la producción de biogás es asumida como la variable dependiente, puede ser afectado por algunas variables independientes como: la temperatura, la presencia de oxígeno, la acidez del medio, la cantidad de agua y la adición a la mezcla donde se llevará a cabo el proceso de una sustancia llamada lodo activado. A partir del reconocimiento de estas variables los grupos establecen cada uno sus propias preguntas de investigación. Algunas de estas preguntas se pueden evidenciar en las siguientes imágenes.

Figura 14. Evidencia de las preguntas problema propuestas inicialmente por los estudiantes durante el desarrollo de la guía 3.

FENÓMENO	VARIABLE	PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN
Cantidad de Biogás	Tiempo	¿Cuánto tiempo tarda en producirse el biogás?
	Temperatura	¿Cuál será la temperatura adecuada para la producción de biogás?
	Cantidad de Biogás	¿Cuál será la cantidad de biogás producido?
	Con... Acidez	¿Cuál será la acidez adecuada para la producción de biogás?

Ahora y complementando lo que vimos en los videos, para poder hacer una buena formulación de la pregunta de investigación, vamos a realizar la siguiente lectura “Las perturbaciones de las ondas”, a partir de ella y del análisis realizado con tu grupo, lleva esto al trabajo que estamos realizando, utiliza esta información para realizar tus propias preguntas sobre el uso de la pulpa de café como materia prima para realizar un proceso de biodigestión, y que estas te permitan realizar un buen trabajo de investigación.

Una vez realizado este trabajo, completo la siguiente tabla planteado por lo menos tres preguntas de investigación que me servirán como punto de partida para realizar mi parte experimental:

Fenómeno	dependiente/Variable dependiente	Pregunta de Investigación
Producción de biogás	dependiente	¿Cuál será la cantidad de biogás producido en un tiempo determinado?
Temperatura	independiente	¿Cuál será la temperatura adecuada para la producción de biogás?
Acidez	independiente	¿Cuál será la acidez adecuada para la producción de biogás?

Ahora vamos a socializar las preguntas formuladas por el grupo de trabajo a todo el grado, para ello elegimos un representante quien es el que se va a dirigir a todos los compañeros. De todas las preguntas planteadas escogemos entre todos (docente y estudiantes), una sola pregunta, la que consideremos sea mejor formulada, con la que realizaremos las actividades posteriores.

Fuente. Propia

Teniendo como base cada una de las preguntas formuladas por cada grupo de trabajo, se procede a la socialización a todo el grado. Durante este proceso se logra observar la diversidad de preguntas que los estudiantes han logrado establecer, y que serían la base de su trabajo de investigación. Este hecho lleva a plantear que para todo el grado es mejor establecer una sola pregunta de investigación, ya que el tiempo no permitiría resolver cada una de las preguntas formuladas por cada grupo de trabajo. Este proceso fue muy fructífero pues se evidenció una participación masiva y muy activa de parte de los estudiantes para formular la pregunta de investigación, esta será el punto de partida para que ellos desarrollen su investigación, y que permitirá trabajar en el desarrollo y/o fortalecimiento de las otras habilidades que son propias de la competencia de indagación científica. La pregunta problema formulada por todos los estudiantes de grado décimo fue: *“¿Cómo afectan al sistema de Biodigestión, la adición de agua, la temperatura, el pH, la presencia de oxígeno, la adición de excremento de cerdo (lodo activado), en la producción de biogás, a partir de la pulpa de café?”*

Con la formulación de esta pregunta de investigación, se da por terminada la implementación de la guía número 3 en sus dos partes. Al finalizar estas 10 horas de trabajo se puede establecer que los estudiantes, sujetos de esta investigación, alcanzan las metas de aprendizaje establecidas, pues además de lograr formular la pregunta de investigación, también logran identificar variables. De esta forma se trabajan las dos primeras habilidades de la competencia indagativa.

Posteriormente al desarrollo de la guía número 3, se procede a la aplicación de la cuarta guía (véase anexo 3), esta tiene como finalidad, ayudar en el desarrollo de la habilidad de formular hipótesis, la cual también es propia de la competencia en estudio. Para esta guía se plantea como meta de aprendizaje la de formular hipótesis con base en el conocimiento cotidiano, teorías y modelos científicos. Para el diseño de esta guía, se tienen en cuenta los resultados obtenidos para esta habilidad en la prueba diagnóstica, los cuales muestran como los estudiantes en su gran mayoría, se encuentran en el nivel más bajo de esta habilidad.

En la primera parte de esta guía se presentan dos videos, estos tratan el tema de las hipótesis y de algunos requisitos que se deben tener en cuenta al momento de la formulación de estas. Una vez observados estos videos, los grupos de trabajos deben responder unas preguntas, y socializar sus respuestas a todo el grado. Durante la socialización, se puede observar que ya los estudiantes tienen unas ideas más claras de lo que es una hipótesis, la importancia de estas dentro de un trabajo

de investigación y que situaciones se deben tener en cuenta en el momento de querer formular una buena hipótesis, esto con el objetivo de poder brindar unas posibles explicaciones a una problemática que ya ha sido planteada en la pregunta de investigación.

Posteriormente, se continúa con la segunda parte de aplicación de esta guía, la cual, está diseñada para que los grupos de trabajo formulen sus propias hipótesis, para ello, deben tener en cuenta cuales fueron las variables establecidas en el momento de formular la pregunta de investigación. Algunos estudiantes reconocen que las hipótesis formuladas son unas proposiciones que pueden dar una posible respuesta a la pregunta de investigación y que para poder así determinar si son ciertas o falsas, deben someterse a comprobación por medio de la experimentación. Ahora bien, teniendo en cuenta que la pregunta de investigación incluye el estudio de diversas variables, las cuales pueden afectar o no la producción de biogás mediante el proceso de biodigestión utilizando pulpa de café como materia prima, se determina darle a cada grupo de trabajo una sola variable, a partir de la cual pueden formular sus respectivas hipótesis, de estas hipótesis formuladas por cada grupo, solamente una es la que se someterá a comprobación experimental, determinando al final su estado de veracidad.

En la siguiente tabla se pueden observar las hipótesis formuladas por cada grupo y que buscan responder a la pregunta de investigación, en esta parte, es importante establecer que cada grupo establece sus hipótesis de acuerdo a la variable asignada y a la cual le realizará la posterior comprobación experimental.

Tabla 10. *Hipótesis planteadas por cada grupo de trabajo y que dan una posible respuesta a la pregunta de investigación.*

Grupo	Variable Asignada	Hipótesis
1	Temperatura	¿Será que si Aumentamos la temperatura a medida que se vaya realizando el proceso de biodigestión de la pulpa de café, aumenta la producción de biogás?
2	Acidez	Al aumentar el nivel de la acidez, puede dañar el proceso de biodigestión y disminuir entonces la producción de biogás.
3	Adición de agua	La adición de agua en el proceso de biodigestión de la pulpa de café es importante ya que a mayor cantidad de agua, menor producción de biogás.
4	Presencia de oxígeno	Al entrar oxígeno al proceso de biodigestión, se mueren las bacterias y no se produce biogás.
5	Lodo Activado	La pulpa de café se puede mezclar con el excremento de cerdo para aumentar la producción de biogás.

Fuente. Propia

Una vez formuladas por cada grupo sus respectivas hipótesis, estas se socializan a todo el grado, en este proceso se puede observar como los estudiantes empiezan a establecer algunas posibles formas de comprobar experimentalmente si estas hipótesis son falsas o verdaderas. De esta forma, se da por finalizada la aplicación de la guía número 4, para la cual se utilizaron dos sesiones de 2 horas cada una. Ahora bien, Teniendo en cuenta la meta de aprendizaje propuesta al iniciar estas sesiones de trabajo, y la habilidad de la competencia de indagación a estudiar en esta guía, se puede establecer que los estudiantes lograron desarrollar la capacidad de formular hipótesis que les permitan responder a la pregunta de investigación formulada en la guía anterior.

La cuarta habilidad de la competencia de indagación que se pretende fortalecer, es la de proponer diseños experimentales, para ello se desarrollará con los estudiantes la guía número 5, véase anexo 3. Esta guía le propone al estudiante tres metas de aprendizaje, esto debido a que lo que se busca durante su aplicación es que los educandos además de proponer un diseño experimental, este, también pueda ser ejecutado de forma práctica. Es por esta razón que esta sesión se llevará a cabo en dos etapas, en la primera, los grupos de trabajo propondrán un posible diseño experimental que permitirá la comprobación de la hipótesis planteada en la sesión anterior, en la segunda etapa, se ejecutará dicho diseño experimental, es aquí, donde los estudiantes utilizarán los diferentes instrumentos científicos y materiales de laboratorio adecuados que les permita realizar las mediciones requeridas durante la fase experimental.

Al igual que en las guías anteriores, para el diseño de las actividades que se desarrollarán en esta guía, se tienen en cuenta los bajos resultados obtenidos para esta habilidad durante la aplicación de la prueba diagnóstica. En este sentido, la guía empieza con una lectura que les permitirá a los estudiantes tener una idea más clara de lo que es un diseño experimental y cuál es la finalidad de este. Posteriormente, se les presentan dos videos, una vez finalizada esta etapa se empiezan a desarrollar las preguntas propuestas en la guía, las dos primeras preguntas se logran socializar en esta primera sesión, durante esta etapa se escuchan unas intervenciones bastante acertadas y que relacionan muy bien el tema que se está tratando, pues los estudiantes logran identificar lo que es el diseño experimental y cuál es la finalidad de este dentro del trabajo de investigación. De igual manera se puede establecer como los estudiantes ya tienen claro, en aras de proponer su propio diseño experimental, cuales son las variables dependientes e independientes que serán objeto de estudio en su investigación.

Una de las respuestas que permite determinar que el desarrollo de la guía está cumpliendo con los objetivos propuestos en las metas de aprendizaje, es la planteada por el grupo 2, los cuales, en respuesta a las preguntas 1 y 2 de esta guía escriben en su cuaderno de apuntes:

“El diseño experimental es la parte del método científico en la que se propone la metodología de nuestra investigación, la cual determina como vamos a desarrollar nuestro experimento y cómo vamos a comprobar nuestras hipótesis. De acuerdo al trabajo de investigación que vamos a desarrollar el diseño que aplicaremos es el experimental y la variable dependiente que estudiaremos es la cantidad de biogás junto con la variable independiente que nos corresponde que es la acidez del sistema de Biodigestión”

Una vez resueltos y socializados estos dos interrogantes, se les brinda a los estudiantes una información, esto con el ánimo de que tengan unas bases mucho más claras que les permita plantear un posible diseño experimental que responda a las hipótesis ya formuladas, dándole así una respuesta a las preguntas 3, 4 y 5 establecidas en la guía de aprendizajes. Esta información se toma de un trabajo realizado por Espinoza (2017), el cual consiste en el aprovechamiento de la pulpa de café para la producción de biogás. Este trabajo cobra gran importancia para los estudiantes, pues es a partir de él y del contenido expuesto en una parte del documento, que los estudiantes toman como base para plantear su propio diseño experimental.

Como parte inicial del proceso de diseño experimental y con la información ya suministrada a los grupos de trabajo, se les solicita a estos que establezcan como primera medida cuales son los materiales que van a utilizar para llevar a cabo la fase experimental, en este caso es importante establecer que cuando se habla de materiales, se hace referencia a todos los instrumentos a utilizar durante el desarrollo del experimento, así como también a los reactivos, llámense a estos reactivos, la materia prima que se va a utilizar para realizar el proceso biotecnológico de la Biodigestión. En la siguiente tabla se resume los materiales que cada grupo cree necesitar para realizar la etapa del diseño experimental.

Tabla 11. *Materiales propuestos por los grupos los cuales utilizarían para realizar el diseño experimental.*

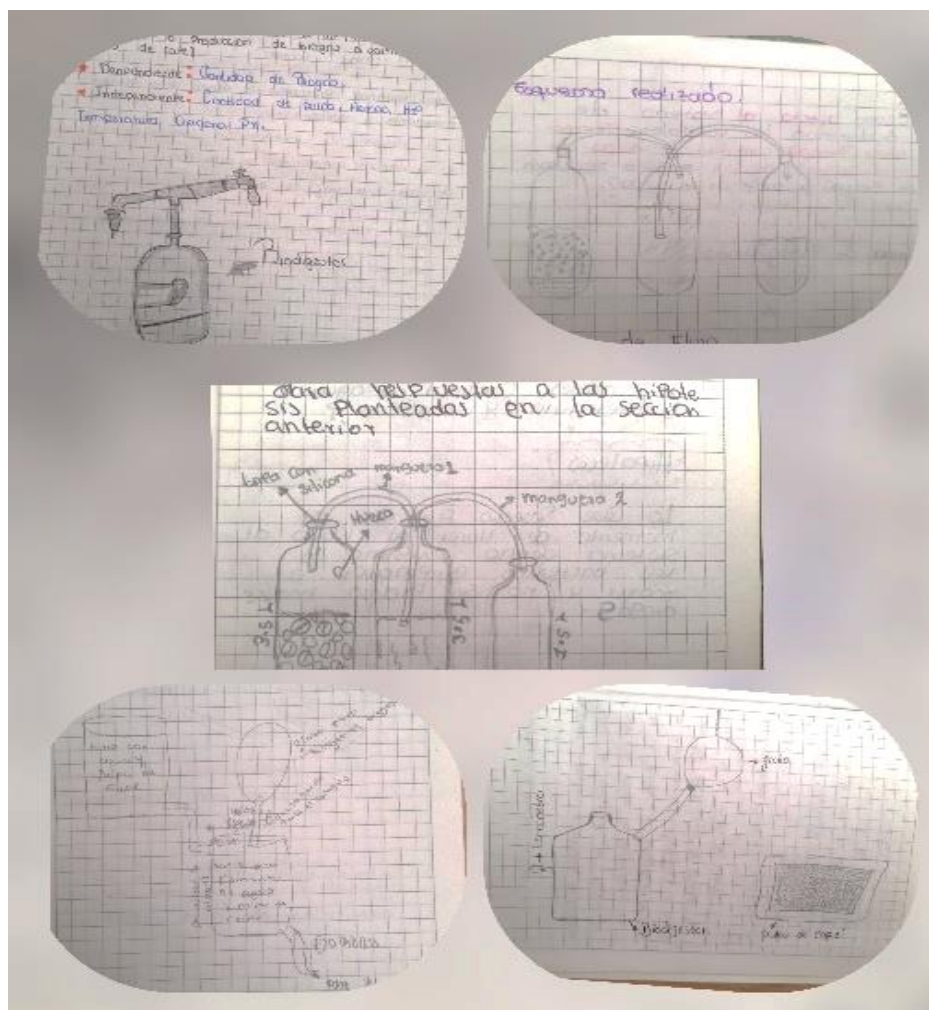
Grupo	Materiales a utilizar durante la fase experimental
1	• Pulpa de café • Mangueras pequeñas • Envases plásticos con tapa. • Termómetro, silicona,

	• Probeta, balanza, bisturí.
2	• Pulpa de café • Dos mangueras de nivel • Tres envases plásticos con tapa. 2 de 3L y 1 de 600 mL • Termómetro, silicona, papel indicador • Probeta, balanza, bisturí. • Estiércol de vaca, agua.
3	• Pulpa de café • 2 recipientes plástico de agua grande. • Silicona, manguera. • Agua.
4	• Pulpa de café • 2 recipientes plástico de agua grande. • Cinta, manguera, termómetro. • 1 globo grande.
5	• Pulpa de café • Dos mangueras de nivel • Envases plásticos con tapa. 2 de 3L y 1 de 600 mL • Termómetro, silicona, papel indicador • Probeta, balanza, bisturí. • Excremento de cerdo.

Fuente. Propia

Estos materiales fueron establecidos por cada grupo de trabajo, los cuales deberían tener claro cuál fue la variable que se le asignó a cada uno. Posteriormente, se les solicita que mediante un dibujo representen como llevarían a cabo el experimento, teniendo en cuenta que este les permita dar una respuesta a la hipótesis planteada anteriormente y la cual se quiere comprobar. Los dibujos donde los grupos representan cuál sería su diseño experimental se pueden observar en las siguientes imágenes.

Figura 15. Evidencia de los esquemas realizados por los grupos de trabajo sobre como realizarían el proceso de Biodigestión.



Fuente. Propia

Paso a seguir fue la socialización de cada uno de los esquemas realizados por cada grupo, este proceso fue importante, pues permite observar como los grupos de trabajo presentan diferentes modelos de diseño experimental. Ahora bien, teniendo en cuenta que lo que se busca es darle una respuesta a una hipótesis ya planteada, y que para poder determinar si las variables que se están estudiando, afectan la producción de biogás, es necesario al finalizar el proceso, hacer una medición de la cantidad de biogás producido.

Por tal razón, y analizando detenidamente cada uno de los modelos propuestos por los grupos de trabajo, se decide con todos los estudiantes, utilizar un solo diseño para todos los grupos, el cual, les permitirá comprobar, si la hipótesis formulada inicialmente es falsa o verdadera. En este sentido, el modelo que se decide llevar a cabo es el realizado por los grupos 2 y 4, ya que este permite, primero que todo hacer un análisis independiente de la influencia de cada una de las

la que desean comprobar, esto con el objetivo de poder realizar posibles modificaciones al diseño base que les permita realizar las mediciones necesarias. En este sentido, los estudiantes tienen claro que el diseño experimental no es algo estático y quieto, sino, que debe estar sujeto a pequeños cambios, los cuales son necesarios para que puedan determinar cuál es la influencia de las diferentes variables independientes en el proceso de producción de biogás a través del proceso de Biodigestión de la pulpa de café.

Con el ánimo de poder cumplir con todas las metas de aprendizaje propuestas en esta guía, y ya con el diseño experimental definido para cada grupo de trabajo, se procede a la etapa de la ejecución experimental. Esta etapa es importante, pues tiene como objetivo el desarrollo del experimento que ya se estableció en la fase del diseño experimental o metodología, esto con el fin de obtener todos los datos necesarios para llevar a cabo esta investigación. Ahora bien, teniendo en cuenta que cada grupo realizará el estudio de la influencia de las variables en el proceso de Biodigestión de forma independiente, se decide junto con los estudiantes, ejecutar en primera medida el proceso de Biodigestión, en el cual se estudiará la influencia de la variable, cantidad de agua. Esta decisión se toma, pues se considera que los resultados obtenidos durante el estudio del comportamiento de esta variable, se obtendrán unos datos muy valiosos, los cuales serán la base para determinar la influencia de las otras variables en este proceso.

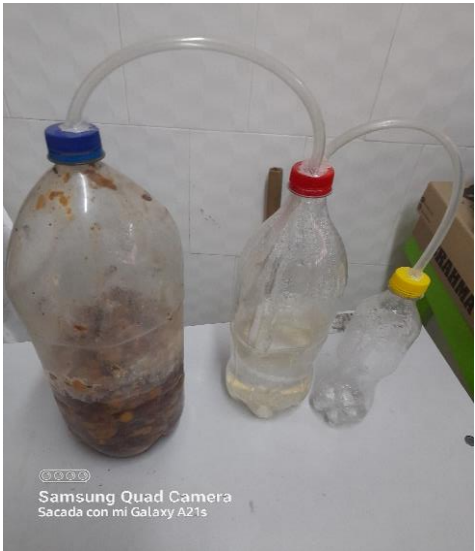
En la siguiente tabla se puede observar el orden de estudio y de ejecución experimental de cada una de las variables planteadas. En esta parte se puede observar cual fue el procedimiento que realizó cada grupo de trabajo, buscando determinar cómo se afecta la producción de biogás cuando se alteran diferentes variables.

Tabla 12. Orden de trabajo por grupo para determinar la influencia de las variables estudiadas en el proceso de Biodigestión.

Orden	Variable	Grupo	Procedimiento experimental
			Se adecúan los recipientes plásticos donde se va a llevar a cabo el proceso de Biodigestión, para ello se abren dos agujeros pequeños en las tapas de los recipientes de 3L, se introducen las mangueras de nivel, posteriormente se sellan las tapas con silicona, evitando así que entre aire al sistema. Primer montaje

1	adición de agua	3	• Al recipiente grande que va en el medio se le adiciona agua hasta la mitad. • El recipiente pequeño que es quien recibirá por desplazamiento el agua, producto de la presión generada por el biogás producido en el proceso de Biodigestión debe estar vacío y limpio. • Se pesa la pulpa de café (1110g) y se introduce en el otro recipiente grande. • Se sella herméticamente el montaje y se deja quieto, Véase imagen. Figura 17. Montaje realizado por el grupo 1, solo con pulpa de café  Fuente. Propia Segundo montaje • Al recipiente grande que va en el medio se le adiciona agua hasta la mitad. • El recipiente pequeño que es quien recibirá por desplazamiento el agua, producto de la presión generada por el biogás producido en el proceso de Biodigestión debe estar vacío y limpio. • Se miden 600 mL de agua en una probeta y se adicionan al primer recipiente grande, se pesa la pulpa de café en una balanza (900 g) y se adiciona a este mismo recipiente, se agita la mezcla
---	-----------------	---	--

			fuertemente, se toma un poco de la muestra y se determina su pH. • Si el pH es el adecuado, se sella herméticamente el montaje y se deja quieto, Véase imagen. Figura 18. Montaje realizado por el grupo 1, mezcla de pulpa de pulpa de café y agua  Fuente. Propia
2	Lodo activado	5	Se adecúan los recipientes plásticos donde se va a llevar a cabo el proceso de Biodigestión, para ello se abren dos agujeros pequeños en las tapas de los recipientes de 3L, se introducen las mangueras de nivel, posteriormente se sellan las tapas con silicona, evitando así que entre aire al sistema. Es el mismo procedimiento del grupo anterior. Para estudiar esta variable se realiza el siguiente montaje: • Al recipiente grande que va en el medio se le adiciona agua hasta la mitad. • El recipiente pequeño que es quien recibirá por desplazamiento el agua, producto de la presión generada por el biogás producido en el proceso de Biodigestión debe estar vacío y limpio. • Se miden 600 mL de lodo activado (excremento de cerdo) en una probeta y se adicionan al primer recipiente grande, se pesa la pulpa de café en una balanza (900 g) y se adiciona a este mismo recipiente, se agita la mezcla fuertemente, se toma un poco de la muestra y se determina su pH.

			• Si el pH es el adecuado, se sella herméticamente el montaje y se deja quieto, Véase imagen. Figura 19. Montaje realizado por el grupo 2, mezcla de pulpa de café y lodo activado.  Fuente. Propia
3	Acidez	2	El procedimiento es el mismo que planteo el grupo número 5, solo que para el estudio de esta variable se llevó a cabo un procedimiento extra: • Una vez mezclada la pulpa de café con el lodo activado, se procedió a adicionarle ácido al sistema con el fin de llevarlo hasta un nivel de acidez igual a 3 (pH = 3), una vez hecho esto, los recipientes se sellan herméticamente y se deja quieto.
4	Presencia de oxígeno.	4	El procedimiento es el mismo que planteo el grupo número 5, solo que para el estudio de esta variable se llevó a cabo un procedimiento extra: • Una vez mezclada la pulpa de café con el lodo activado, los recipientes se sellan, pero al recipiente donde se encuentra la mezcla de la pulpa con el lodo activado, se le hace una perforación grande con un bisturí haciendo que a este sistema le entre aire. Posteriormente el montaje se deja quieto.

5	Temperatura	1	El procedimiento es el mismo que planteo el grupo número 5, solo que para el estudio de esta variable se llevó a cabo un procedimiento extra: • Una vez mezclada la pulpa de café con el lodo activado y medido el pH, se le adiciona agua caliente hasta que el sistema alcance una temperatura interna de 60 °C, en este momento se sella el montaje y se deja quieto.
---	-------------	---	---

Fuente. Propia

En esta parte es importante mencionar que las cantidades de pulpa de café, agua y lodo activado que se utilizaron para realizar el proceso de Biodigestión, son adaptadas del trabajo realizado por Espinoza (2017). Con la ejecución de la parte experimental se termina la aplicación de la guía número 5, esta guía se desarrolló en dos etapas, para la primera etapa se utilizaron 4 sesiones de 2 horas cada una, este tiempo fue utilizado por los grupos de trabajo para proponer su propio diseño experimental. La otra etapa es la de la ejecución del experimento como tal, esta es la etapa más larga, pues el proceso de biodigestión es un poco lento, para ello se utilizó un tiempo de 40 días. Con todo lo desarrollado hasta este momento por los estudiantes para esta guía, se puede establecer que las metas propuestas se han alcanzado.

Durante el proceso de ejecución de la parte experimental, se empieza a desarrollar con los grupos de trabajo la guía número 6. Esta guía se diseña con el ánimo de fortalecer la quinta habilidad de la competencia de indagación que es la recogida y procesamiento de datos. Para esta guía se plantean cumplir dos metas de aprendizaje, las cuales se formulan teniendo en cuenta los malos resultados que presentaron los estudiantes en la prueba diagnóstica para esta habilidad. En este sentido lo que se busca durante esta sesión de trabajo es brindarle al estudiante la información necesaria que le permita establecer un modelo apropiado para poder llevar a cabo un registro de datos, los cuales se obtienen durante la etapa de la ejecución experimental. De igual forma deben reconocer la importancia de hacer una toma de datos organizada con el fin de determinar el grado de veracidad de la hipótesis formulada anteriormente.

Esta guía se empieza a desarrollar una vez los grupos de trabajo han terminado de realizar su respectivo montaje experimental, dándole así inicio a la etapa de ejecución del experimento. La guía empieza con un texto donde los estudiantes encuentran la información necesaria sobre los diferentes métodos y técnicas de recolección de datos, y finaliza con la presentación de un video que trata también esta temática. Posteriormente los grupos deben responder una pregunta que tiene relación con el tema, para después finalizar con el diseño de una plantilla que les permita recoger

los datos que diariamente arroja el experimento. En la respuesta a la primera pregunta, se puede observar una coincidencia en todos los grupos, pues todos establecen que los datos que se recogerán del experimento, corresponden al tipo de datos que se obtienen de una observación experimental.

Con esta parte, termina la aplicación de esta guía, para ello se utilizó una sola sesión de 2 horas. Ahora, empieza el proceso de recolección de datos, para ello, los grupos diseñan una plantilla en su cuaderno de apuntes que les permitirá recoger todos los datos de cómo influye cada una de las variables asignadas a cada grupo, en la producción de biogás, durante el proceso de Biodigestión en el cual se utiliza pulpa de café como materia prima del medio. Durante esta etapa, es importante mencionar que como cada grupo tiene asignada su propia variable, y que el orden en el cual se hace el estudio de cada una de ellas es diferente, el proceso de recolección de datos también es diferente.

Esto hace que cada grupo realice sus propias observaciones y en el orden que se estableció durante el desarrollo de la guía anterior. Es así como los primeros datos que se obtienen corresponde al estudio de la variable adición de agua, después se recogen los datos correspondientes a la variable adición de lodo activado, posteriormente se toman los datos de cómo influye la variable nivel de acidez, continuando con los datos de la variable presencia de oxígeno y se termina con la recolección de datos correspondientes al estudio de cómo influye la variable temperatura. A continuación, se hace el respectivo análisis del proceso de recolección de datos, con el orden respectivo en el que cada uno de los grupos estudió la influencia de las variables en el proceso de Biodigestión.

En este caso, la primera variable a la que se le hace el seguimiento es a la adición de agua al sistema de Biodigestión. Este seguimiento lo realiza el grupo número 3. La toma de datos se lleva a cabo durante 20 días consecutivos, en este caso no se observa ningún inconveniente en los estudiantes para llevar a cabo la respectiva toma de datos, para ello los tres integrantes se turnan de tal forma que cada día hace la lectura un estudiante diferente, las observaciones realizadas son escritas en el cuaderno de apuntes del grupo, en donde ellos diseñaron una plantilla que les permitirá realizar todas las anotaciones de lo que a diario ocurre con esta variable en el proceso de Biodigestión.

Es importante mencionar que este grupo realizó dos montajes, para tomar los datos, realizaron dos plantillas iguales. Esto con el objetivo de que en una plantilla toman los datos de lo

que ocurre en el montaje 1, que es donde se utiliza solamente pulpa de café, y en la segunda plantilla toman los datos de lo que ocurre en el montaje 2 que es donde se mezcla la pulpa de café con el agua. Las plantillas realizadas por los estudiantes y los datos obtenidos por ellos para el estudio de esta variable, se observan en las siguientes imágenes.

Figura 20. Evidencia de la toma de datos realizada por el grupo 3.

Día	OBSERVACION
1	No se ve ningún resultado ya que es nuevo el montaje.
2	La botella tiene como sudor en las paredes de la botella.
3	En este día se ve la misma del día anterior.
4	La manguera está como con aguita en las paredes aunque es poca.
5	No se ve un cambio nuevo sigue igual el proceso.
6	El 3 litro presenta un cambio y tiene como aguita.
7	El primer 2 y 3 litro les pasa la misma con respecto al agua en la manguera.
8	Se genera un poco más de aguita y se ven cambios.
9	Ya se ve el sudor o agua en el fondo de el recipiente.
10	Es igual pero ya así no se ve el agua.
11	Se está viendo el resultado igual.

Fuente. Propia

Una vez finalizada la toma de datos de la primera variable estudiada, el grupo numero 5 procede a realizar su montaje y tomar los datos arrojados por el experimento para la variable de adición de lodo activado. Este lodo activado no es más que el excremento de cerdos, el cual se obtiene del proceso de lavado de la cochera de uno de los estudiantes donde se están alimentando cerdos para engorde. El procedimiento de recolección de datos se lleva durante 20 días consecutivos, igual que con el grupo anterior en la toma de datos de esta variable tampoco se presentó inconveniente, los estudiantes pertenecientes a este grupo tomaron los datos a diario para lo cual se distribuyeron por días, los registros obtenidos fueron recolectados en una plantilla creada por ellos en el cuaderno de apuntes del grupo, la plantilla con los respectivos datos tomados se observa en la siguiente imagen.

Figura 21. Evidencia de la toma de datos realizada por el grupo 5.

Plantilla de datos.

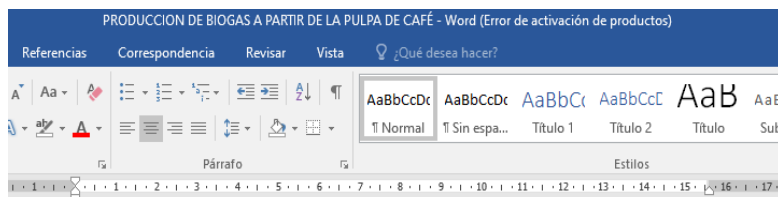
Día	Afectación de sus variables	
Monte	Montaje 1 (Pulpa + todo activado + agua)	Montaje 2 (Pulpa de café + agua)
uno	No hay producción.	No hay producción / biogás
dos	Esta igual.	Esta igual.
tres	Hay producción de biogás.	Hay poca cantidad de biogás.
cuatro	Hay poca cantidad de biogás en el día.	Hay poca cantidad de biogás. Es más demorado la producción.
cinco	Esta igual.	Esta igual.
seis	Hay un aumento de biogás su aumento es muy efectivo.	Hay un aumento muy poco así no produce gas, es un proceso algo demorado.
seis	Hay un aumento de biogás su aumento es muy efectivo.	Hay un aumento muy poco así no produce gas, es un proceso algo demorado.
diez	Este experimento se daña.	

Día	Afectación de sus variables	
	Montaje 2 (Pulpa de café + agua)	Montaje 3 (Pulpa +)
once	Monte a que el día montaje se daña este por su parte a medida que aumentando su producción y en 18 a estado estable.	Es un proceso muy demorado a llegado al día 18 y a seguido igual sin producción alguna.
diez		
once		

Fuente. Propia

Seguidamente, el grupo número 2 realiza su montaje y empieza a recolectar los datos que se obtienen del experimento, pero en este caso los datos corresponden al estudio de la variable acidez. Estos fueron recolectados durante 15 días consecutivos, de igual manera que con los grupos anteriores no se presentó ninguna dificultad con los estudiantes para realizar este ejercicio, los datos recolectados para esta parte del experimento, se toman en el cuaderno de apuntes en una plantilla realizada por el mismo grupo de estudiantes, en la siguiente imagen se puede observar la plantilla con los datos obtenidos en este montaje, para el estudio de la influencia de la variable acidez en el proceso de producción de biogás.

Figura 22. Evidencia de la toma de datos realizada por el grupo 2



LABORATORIO FISICO:

ACIDEZ (PH)

DIA	OBSERVACION DEL MONTAJE
1.	Sigue igual, no se produce biogás
2.	Sigue igual
3.	Sigue igual
4.	Sigue igual
5.	Sigue igual
6.	Sigue igual
7.	Sigue igual
8.	Sigue igual
9.	Sigue igual
10.	Sigue igual
11.	Sigue igual
12.	Se empieza a observar que salen pequeñas burbujas
13.	Sigue con las burbujas
14.	Sigue con las burbujas
15.	Se produjo una mínima cantidad de biogás

Fuente. Propia

Al mismo tiempo que el grupo 2 realiza el montaje experimental, para determinar la influencia de la variable acidez en el proceso de Biodigestión, los grupos 1 y 4 también realizan sus propios montajes para determinar cada la variable asignada a cada grupo, que para este caso es la temperatura para el grupo 1 y la presencia de oxígeno para el grupo 4. La toma de datos que realizó el grupo 1 no tuvo ningún inconveniente, este proceso lo hicieron por 15 días y los datos obtenidos del experimento fueron registrados en su cuaderno de apuntes en una plantilla creada por ellos mismos, como se puede observar en la siguiente imagen (figura 23).

Figura 23. Evidencia de la toma de datos realizada por el grupo 1

Medición de temperatura para el biogas

	Observación
1	No se observa ningún cambio
2	No se observa producción
3	No se observa producción
4	No se observa producción
5	No se observa producción
6	No se observa producción
7	No se observa producción
8	No se observa producción
9	No se observa producción
10	No se observa producción
11	No se observa producción
12	Empieza a haber una mínima producción
13	Empieza a haber una producción de una forma lenta
14	Sigue el mismo proceso que el 12 pero con más producción

Fuente. Propia

Para la toma de datos de la influencia de la variable presencia de oxígeno, llevada a cabo por el grupo 4, si se presentó inconveniente con un estudiante que hace parte de este grupo, él se alejó un poco de realizar el trabajo que se le había asignado, pues este grupo al igual que los otros, decidieron repartir tareas, de tal forma, que cada integrante debería registrar los datos de sus observaciones un día determinado. Toco hacer con él un trabajo de concientización y dialogo constante sobre la importancia de trabajar en equipo y de no recargar tareas que le fueron asignadas a otros compañeros, el estudiante argumentaba que le daba pereza realizar el proceso de toma de datos ya que no se observaba ningún cambio en el experimento, como si había ocurrido con los otros grupos. Al final se logró unirlo nuevamente al grupo y que realizara su tarea el día que le correspondía, con los otros integrantes no se presentó ninguna dificultad, los datos se registraron durante 15 días consecutivos en una plantilla por ellos mismos en su cuaderno de apuntes, este trabajo de registro de datos para este grupo se puede observar en la siguiente imagen (figura 24).

Figura 24. Evidencia de la toma de datos realizada por el grupo 4

Día 1	No se observó Producción de Biogás
Día 2	No se observó Producción de Biogás
Día 3	No se observó Producción de Biogás
Día 4	No se observó Producción de Biogás
Día 5	No se observó Producción de Biogás
Día 6	No se observó Producción de Biogás
Día 7	No se observó Producción de Biogás
Día 8	No se observó Producción de Biogás
Día 9	No se observó Producción de Biogás
Día 10	No se observó Producción de Biogás
Día 11	No se observó Producción de Biogás
Día 12	No se observó Producción de Biogás
Día 13	No se observó Producción de Biogás
Día 14	No se observó Producción de Biogás
Día 15	No se observó Producción de Biogás
Día 16	No se observó Producción de Biogás

Fuente. Propia

Con el registro de los datos realizado por cada grupo durante el tiempo que se llevó a cabo o se ejecutó el experimento, con el cual, se pretendía determinar la influencia de cada una de las variables en el proceso de biodigestión de la pulpa de café, se da por culminado el desarrollo de la guía número 6. Las evidencias del trabajo desarrollado por cada grupo durante los 40 días que se utilizaron para registrar las observaciones experimentales, dan fe de que las metas de aprendizaje propuestas para esta guía se lograron cumplir. Aunque se presentaron algunas dificultades con un estudiante del grupo 4, estas se lograron superar, obteniendo así unos buenos resultados en el desarrollo de esta guía.

El proceso de la ejecución experimental y de la toma de datos es un proceso largo, durante esta etapa los estudiantes simplemente tienen la tarea de registrar las observaciones diarias que ocurren durante la producción de biogás a partir de la biodigestión de la pulpa de café. Este registro se hace en cualquier espacio que los estudiantes tengan disponible durante la jornada escolar. En este sentido, y teniendo en cuenta que los estudiantes, además, de tener el tiempo disponible, también han logrado adquirir el conocimiento adecuado producto de las guías desarrolladas hasta esta parte de la investigación, se procede a realizar en este momento, la articulación con el

laboratorio virtual. Esto se hace a través de la implementación de las guías propuestas en la plataforma Cloud Labs, así como también, con las actividades para programar las tarjetas micro bit, las cuales, se utilizan para realizar procesos de simulación que ayudan a entender y explicar algunas de las situaciones que se presentan durante el proceso de biodigestión trabajado en el laboratorio físico.

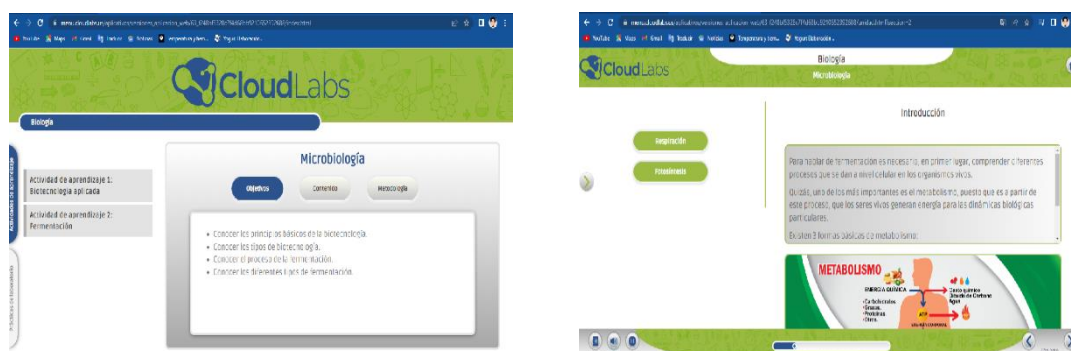
Las actividades virtuales propuestas para trabajar con los estudiantes, empiezan con el desarrollo de las guías ya diseñadas que se encuentran en la plataforma de trabajo en línea Cloud Labs. Para llevar a cabo un buen trabajo en este tipo de entornos y teniendo en cuenta que los estudiantes nunca han tenido algún tipo de acceso para trabajar las clases de ciencias bajo esta modalidad de laboratorios virtuales, lo primero que se hace es una socialización de lo que ellos van a encontrar en esta plataforma, se les da a cada uno de los 5 grupos de trabajo su propia clave de acceso, y se procede a desarrollar algunos laboratorios virtuales propuestos para otro tipo de temáticas, que son propias del área de ciencias naturales, esto con el objetivo de ayudar a que los estudiantes reconozcan todas las herramientas que esta estrategia les brinda. De entrada, se observa una muy buena aceptación de los estudiantes para trabajar en este tipo de entornos virtuales, expresan su grado de satisfacción con lo encontrado en la plataforma y rápidamente aprenden a trabajar en ella.

Una vez realizado el proceso de capacitación a los estudiantes sobre el manejo de la plataforma de laboratorios virtuales Cloud Labs, se procede a desarrollar la primera actividad propuesta, esta es una unidad de aprendizaje que trata la temática de la biotecnología, aplicaciones básicas de la biotecnología, organismos usados para llevar a cabo procesos biotecnológicos y fermentaciones. Esta temática está estrechamente relacionada con la desarrollada en las guías de aprendizaje diseñadas y aplicadas en la etapa del trabajo en el laboratorio físico. En este sentido, todas las prácticas virtuales propuestas en esta plataforma que estudian el tema de la biotecnología y algunas de sus aplicaciones en el campo científico, están directamente relacionadas con el trabajo desarrollado hasta este momento por los estudiantes. Durante el desarrollo de esta unidad de aprendizaje, los estudiantes pondrán a prueba todos los conocimientos adquiridos sobre esta temática (biotecnología), tema que se estudió durante el desarrollo de las guías 1, 2 y 3, y que fueron diseñadas para ser trabajadas con los estudiantes durante la etapa de trabajo en el laboratorio físico.

La guía de aprendizaje desarrollada por los estudiantes, propuesta en la plataforma Cloud Labs, está compuesta de dos secciones, cada una de esta le propone un problema al estudiante, el cual, a través de toda la información suministrada en esta guía, él debe buscar resolver. La primera sección trata el tema de la biotecnología aplicada, los grupos de trabajo empiezan el desarrollo de esta parte de una forma muy activa y atentos a toda la información que se va dando, los estudiantes deben pasar por 15 lectura cortas propuestas. Al finalizar las lecturas, los grupos deben responder unas preguntas de relación sobre lo visto anteriormente, aquí se pudo observar que hubo una buena comprensión de la temática expuesta, se observa una participación activa de todos los integrantes del grupo en la solución de la prueba, esto se evidencia con los buenos puntajes obtenidos por cada uno de ellos, estos puntajes son dados por la plataforma, donde también les indica las respuestas correctas e incorrectas que tuvieron.

En la segunda sección de esta guía de aprendizaje se trata el tema de la fermentación, en esta parte los estudiantes realizan 6 lecturas cortas, para luego finalizar con la aplicación de una prueba diseñada y establecida en la plataforma. Durante el desarrollo de la guía, se puede observar como los estudiantes empiezan a discutir y a establecer una relación directa entre lo que les propone esta sección de la guía con lo desarrollado hasta el momento con cada una de las guías diseñadas para realizar el trabajo en el laboratorio físico. Al igual que en la sección anterior, los resultados obtenidos en la aplicación de la prueba planteada para evaluar el tema de la fermentación, son buenos, esto permite evidenciar que los estudiantes ya manejan algunos conceptos que son propios del proceso de investigación que están llevando a cabo. Para el desarrollo de esta unidad de aprendizaje se utilizó una sesión de 2 horas. En las siguientes imágenes se puede observar cómo está diseñada la guía de aprendizaje y el desarrollo de ella por los estudiantes.

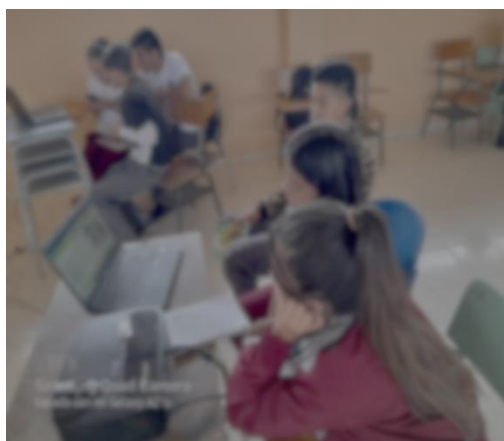
Figura 25. Evidencia de Guía de aprendizaje sobre el tema biotecnología propuesta en la plataforma cloud labs



Fuente. Plataforma Cloud Labs

Una vez finalizado el desarrollo de la unidad de aprendizaje en la plataforma, se procede a la aplicación con los estudiantes de la primera guía, correspondiente al primer laboratorio virtual. El tema a trabajar en esta guía que se puede observar en el anexo 4, es el de diseño de una fermentación. esta, ya viene establecida en la plataforma Cloud Labs y lista para ser aplicada a los estudiantes, por tal razón, no se le realiza ningún cambio, aplicándose tal y como está diseñada. Esta guía y todas las que se van a aplicar en esta parte del trabajo virtual, parten de una situación problema, para resolver esta problemática, el estudiante realiza la simulación de un experimento siguiendo una secuencia de pasos establecidos para cada guía, luego los datos arrojados en el experimento son registrados en la misma plataforma, estos datos son los que el estudiante utiliza para analizar e interpretar y poder así dar una respuesta a la problemática inicial planteada en la guía.

Figura 26. *Evidencia del uso de los estudiantes de la guía digital en la plataforma*



Fuente. Propia

Dentro del análisis de estos datos se deben tener en cuenta cómo influyen algunas variables en cada uno de los procesos estudiados, para ello es importante interpretar datos numéricos y gráficos. La respuesta a la problemática planteada se registra en la misma plataforma. Posteriormente los grupos deben desarrollar una prueba que consta de unas preguntas cerradas, esta prueba, los estudiantes la deberán resolver teniendo en cuenta todo lo trabajado durante el desarrollo del laboratorio virtual. Al finalizar el laboratorio virtual, el estudiante genera un reporte

el cual lo realiza automáticamente la plataforma, este reporte evalúa al grupo sobre un puntaje total de 100 puntos y permite evidenciar si el objetivo propuesto al iniciar la práctica se cumplió.

Ahora bien, durante la aplicación de la guía 1, diseño de una fermentación, se puede observar una buena disposición de los estudiantes para realizar esta práctica virtual. Antes de iniciar se les socializa el objetivo de esta práctica, el cual les ayudara a comprender como se lleva a cabo una fermentación y como se afecta esta cuando se alteran algunas variables como la temperatura. Los grupos logran identificar la problemática propuesta en la guía y proceden a realizar la simulación, es aquí durante la ejecución del experimento que se observa la primera dificultad, esta consiste en que los estudiantes no logran identificar algunos de los materiales propuestos para realizar esta práctica, esto es de esperarse, ya que la Institución al no contar con muchos de ellos en el laboratorio, es normal que los estudiantes desconozcan el nombre y su utilidad. En este sentido, se toma la decisión de pausar por un momento el desarrollo del laboratorio virtual, y se procede a la explicación por parte del docente con el fin de darle solución a esta dificultad.

Superada esta dificultad, los estudiantes continúan con el desarrollo de este laboratorio, se observa un buen trabajo en equipo, aunque también es evidente un poco de temor por los estudiantes en cuanto al manejo de la plataforma, pues todo el proceso lo realizan de una forma un poco lenta. Una vez ejecutados todos los pasos propuestos en el procedimiento, registrados todos los datos en la plataforma, solucionar la situación problema planteada al inicio de la guía y desarrollada la prueba evaluativa, los estudiantes proceden a generar los reportes respectivos para esta práctica. Algunos de estos reportes se pueden observar en la siguiente imagen (figura 27).

En estos reportes se puede observar como los puntajes obtenidos por los grupos de trabajo están por encima de 90 puntos, esto es una evidencia de que la guía se desarrolló de una buena forma y que el objetivo se cumplió. Sin embargo, también se puede observar que el número de intentos es mayor que 1, esto es importante ya que cada que un grupo comete algún error en cuanto al registro de datos o en la ejecución de la parte experimental, la plataforma automáticamente aumenta el número de intentos, en este caso se puede observar que los grupos cometieron errores que les afecto esta medida, afectando así el puntaje final obtenido por cada grupo. Para este caso, los errores se presentaron durante el desarrollo del procedimiento experimental ya que como se mencionó anteriormente los estudiantes trabajaron esa parte con mucho temor y se les dificultó

reconocer algunos materiales y reactivos, situación que los conllevaba a reiniciar nuevamente la práctica, aumentando así el número de intentos para desarrollar este laboratorio virtual.

Figura 27. Reportes generados por la plataforma Cloud Labs después que los estudiantes desarrollan la guía 1 del laboratorio virtual diseño de una fermentación



Fuente. Plataforma Cloud Labs

Una vez finalizado este primer laboratorio virtual, se procede a la aplicación de la segunda guía de trabajo en este tipo de entornos. En este caso, se les plantea a los estudiantes desarrollar un laboratorio el cual busca que los estudiantes comprendan y determinen cual es la influencia que tienen algunas variables físicas en un proceso biotecnológico. Esta práctica virtual continúa el trabajo desarrollado en el laboratorio anterior, pues una vez los grupos han identificado cual es la temperatura óptima para realizar un proceso de fermentación, que es lo que busca determinar esa práctica, ahora deberán determinar, siguiendo lo planteado en la guía de aprendizaje, cual es la acidez propicia para que una fermentación tenga su mejor rendimiento.

Durante el desarrollo de este laboratorio, se observa una actitud de mayor seguridad de parte de los estudiantes en el momento de trabajar en la plataforma Cloud Labs, hay una mejor participación de todos los integrantes del grupo de trabajo, los estudiantes ya logran identificar de una mejor manera los materiales propuestos en la guía para desarrollar la práctica virtual. De igual forma, se observa que se logra hacer una buena relación entre lo trabajado hasta el momento en este tipo de entornos virtuales, con la temática propuesta en las guías de aprendizaje que se desarrollan durante el trabajo de los estudiantes en el laboratorio físico. Los reportes generados

por la plataforma evidencian unos mejores resultados de la mayoría de los grupos de trabajo, en el desarrollo de esta guía, de igual forma se puede observar como el número de intentos de todos los grupos por desarrollar esta guía fue de 1 y el tiempo de desarrollo de esta también disminuyó considerablemente en la gran mayoría.

Uno de los reportes generados para un grupo, permite evidenciar que el resultado obtenido en esta, fue menor que el resultado obtenido en el reporte de la primera guía. A pesar de que se observa que el número de intentos es igual que los otros grupos, que la respuesta a la pregunta problema formulada en la guía es correcta, también es evidente que es el grupo que más tiempo tarda en desarrollar este laboratorio, siendo este un factor que influye en el resultado obtenido al finalizar el laboratorio. Pues la idea es que una vez los estudiantes hayan realizado su primera práctica virtual, ya en el desarrollo de la segunda, estos tengan un mejor manejo de la plataforma y el tiempo de aplicación para la actividad propuesta también disminuya. Esto es algo que está establecido por quienes diseñaron este tipo de estrategia.

Los resultados obtenidos en el desarrollo de este laboratorio virtual, permiten establecer que el objetivo propuesto para esta guía fue alcanzado por los grupos de trabajo de una forma rápida. Esto a pesar del resultado que se vio afectado en un grupo, por el tiempo de desarrollo de esta actividad. En las siguientes imágenes se pueden observar algunos de los reportes generados por la plataforma una vez finalizado el desarrollo de esta guía, también se muestran la forma como algunos grupos desarrollaron esta actividad virtual.

Figura 28. Evidencia de los reportes y trabajo de los estudiantes en la segunda práctica del laboratorio virtual, influencia de variables físicas en los procesos biotecnológicos

Institución	Innovative Education	Fecha de inicio	14/06/2022
Situación	Influencia de variables físicas en los procesos biotecnológicos	Tiempo de sesión	00:30:50
Curso	Cloudlabs	Intentos	1
Unidad	Taxonomía y funciones biológicas	Calificación	100 / 100

REGISTRO DE DATOS

REGISTRO 1	REGISTRO 2	REGISTRO 3
pH de: 4.5	pH de: 2	pH de: 8
Concentración de levaduras vivas: 2.430027 M	Concentración de levaduras vivas: 2.343547 M	Concentración de levaduras vivas: 2.275656 M

pH: REGISTRO 1 ▼



Fuente. Propia

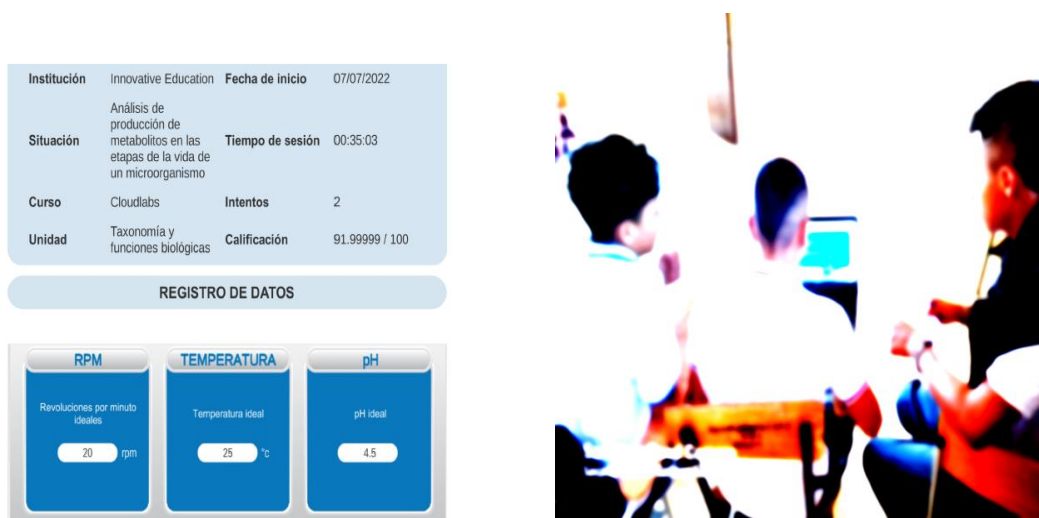
Desarrollada por completo la segunda práctica de esta parte del trabajo de investigación, se procede a la aplicación y desarrollo por los estudiantes del tercer laboratorio virtual. Al igual que las dos prácticas anteriores, los grupos de trabajo deben desarrollar esta práctica, siguiendo la secuencia de pasos que se encuentran en la guía propuesta por la plataforma Cloud Labs. El objetivo propuesto en esta guía busca que los estudiantes comprendan como a partir de un proceso de fermentación se pueden obtener una serie de productos llamados metabolitos, para ello se deben utilizar algunas bacterias, las cuales, para poder llevar a cabo este proceso deben trabajar a unas condiciones ideales. Esto es lo que deben determinar los estudiantes en este laboratorio, las condiciones ideales de temperatura, acidez y agitación que necesitan las bacterias para poder llevar a cabo un buen proceso de fermentación, y así lograr una mayor producción de un metabolito, que para este caso será un biocombustible, llamado bioetanol, el cual se obtiene a partir de la fermentación de una solución azucarada.

Una vez identificado el problema propuesto en la guía, los grupos de trabajo proceden a desarrollar todo lo planteado en ese laboratorio virtual con el fin de darle una solución a dicha situación. Durante este trabajo, se puede observar como los estudiantes establecen una relación mucho más amplia entre esta práctica virtual y el trabajo realizado en laboratorio físico, logran establecer algunas series de relaciones entre las variables medidas en este trabajo y las estudiadas en el proceso de Biodigestión de la pulpa de café, también logran establecer relaciones entre los sustratos y los productos que se utilizan y se obtienen en los dos laboratorios. En este sentido se observa como los estudiantes expresan ciertas similitudes entre el uso que se le puede dar a la pulpa de café, y el uso que según este entorno virtual se le puede dar a la caña de azúcar, estableciendo que, así como el metabolito que se desea producir en esta práctica virtual es el bioetanol, en el laboratorio físico se desea producir biogás, ambas sustancias conocidas también como biocombustibles.

Ya en cuanto al desarrollo de la práctica virtual, se puede observar que los estudiantes logran identificar ya en su totalidad los materiales propuestos para su desarrollo, de igual forma el tiempo utilizado por los grupos para desarrollar esta actividad, se encuentra dentro de lo establecido por la plataforma que son 45 minutos. Los reportes generados permiten observar unos buenos puntajes de todos los grupos, en esta parte es importante mencionar que a uno de los grupos se le altera su puntaje ya que por equivocación en el momento de registrar los datos en la plataforma cometen un error que se da más por el afán de terminar rápido la práctica, alterando así

el número de intentos, viéndose afectado el puntaje final obtenido por este grupo. En las siguientes imágenes se pueden observar algunos reportes generados por la plataforma después de llevar a cabo el laboratorio virtual correspondiente a la tercera sesión, de igual forma se observa el trabajo de algunos estudiantes durante el desarrollo de esta práctica.

Figura 29. Evidencia de los reportes y trabajo de los estudiantes en la tercera práctica del laboratorio virtual, análisis de producción de metabolitos en las etapas de vida de un microorganismo



Fuente. Propia

Una vez finalizado este laboratorio virtual, se da por terminado el uso de la plataforma Cloud Labs, y se procede a la implementación de una nueva estrategia virtual, el pensamiento computacional, con esta herramienta se busca seguir fortaleciendo en los estudiantes de grado décimo la competencia de la indagación científica. Tratando de aprovechar algunas de las herramientas que tiene la I.E, se desarrolla con los estudiantes un trabajo, donde ellos, a partir de un proceso de programación que realizan en una plataforma para trabajar en línea llamada make code, logran desarrollar un programa que después realice la simulación respectiva, que permita entender el porqué del comportamiento de algunos fenómenos. Este programa desarrollado por los estudiantes, se descarga en una tarjeta que se puede conectar a un PC como una memoria USB, quien es la encargada de ejecutar la simulación diseñada en tiempo real, esta herramienta se conoce como una tarjeta micro bit. Esta se puede observar en la siguiente imagen.

Figura 30. Tarjeta micro bit que ejecuta la simulación del programa diseñado por los estudiantes



Fuente. Propia

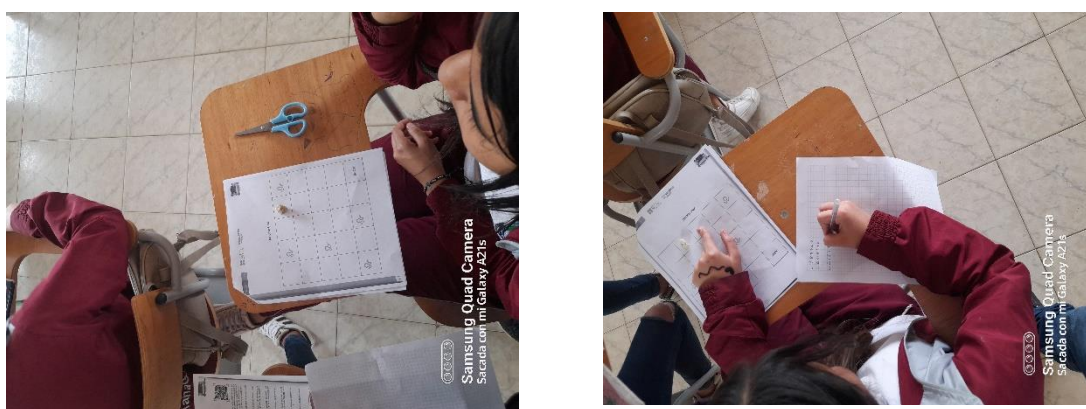
Partiendo de la idea de que los estudiantes no tienen conocimiento alguno en cuanto al proceso de programación, ya que, a lo largo de su vida académica nunca se han enfrentado a este tipo de situaciones, lo primero que se realiza con ellos son una serie de actividades, las cuales, les permitirán adquirir el conocimiento necesario para poder realizar más adelante el programa que permita realizar la simulación que se desea diseñar. Se inicia entonces con una actividad desconectada, llamada así, ya que, para realizarla, los estudiantes no requieren del uso de ninguna herramienta tecnológica.

Con el desarrollo de este tipo de actividades, se busca que los estudiantes puedan reconocer que, para poder realizar un programa en un computador, es necesario como primera medida identificar un conjunto de pasos e instrucciones que les permita realizar una tarea. Para realizar este tipo de actividades, el estudiante solo se necesita papel y lápiz, se les da una situación problema, para que luego ellos, a través de diferentes esquemas como los diagramas de flujo, generen una serie de instrucciones a seguir, las cuales ayudarán a darle solución a esa problemática planteada inicialmente.

En este sentido, la actividad desconectada que se propone llevar a cabo con los estudiantes, corresponde a la actividad de luces y códigos, esta se encuentra en la cartilla de fichas metodológicas, cartilla que fue diseñada por Computadores para Educar y el British Council, para que sea trabajada con estudiantes de cualquier grado con el que se esté iniciando esta estrategia

del pensamiento computacional. Esta cartilla con la actividad desconectada propuesta, se puede observar en el anexo 5. La actividad es desarrollada por los grupos de trabajo que ya están establecidos, para este trabajo se utiliza una sesión de 2 horas, se puede observar una buena comprensión del tema y un buen desarrollo de la guía. Todos los estudiantes participan activamente y cumplen cada uno con los roles que la guía pide le sean asignados a ellos, algunos de los trabajos realizados por los estudiantes durante el desarrollo de esta actividad se pueden observar en la siguiente imagen.

Figura 31. *Actividad desconectada realizada con los estudiantes*



Fuente. Propia

Una vez finalizada la actividad desconectada, se empieza en la siguiente sesión con la actividad manos a la micro bit, esta actividad de tipo conectada, busca que los estudiantes a través del trabajo en línea, puedan realizar actividades de programación utilizando la plataforma make code, también que conozcan que es, cómo funciona y todos los beneficios que tiene el utilizar la tarjeta micro bit en las clases de ciencias. Una vez realizado el programa, este se debe descargar a la micro bit, quien a la vez es la encargada de realizar el proceso de simulación del programa creado en la plataforma make code. Por lo tanto, lo primero que se hace es una sesión donde se le explica a los estudiantes como se trabaja en la plataforma make code, como se hace el proceso de programación y como se ejecuta este programa en la micro bit. Para esta actividad se utilizó una

sesión de 2 horas, se observa una buena disposición de los estudiantes y se solucionan algunas dudas que ellos tienen acerca de este tema. Este trabajo se puede observar en la siguiente imagen.

Figura 32. Trabajo de socialización del uso de la plataforma make code realizado con los estudiantes

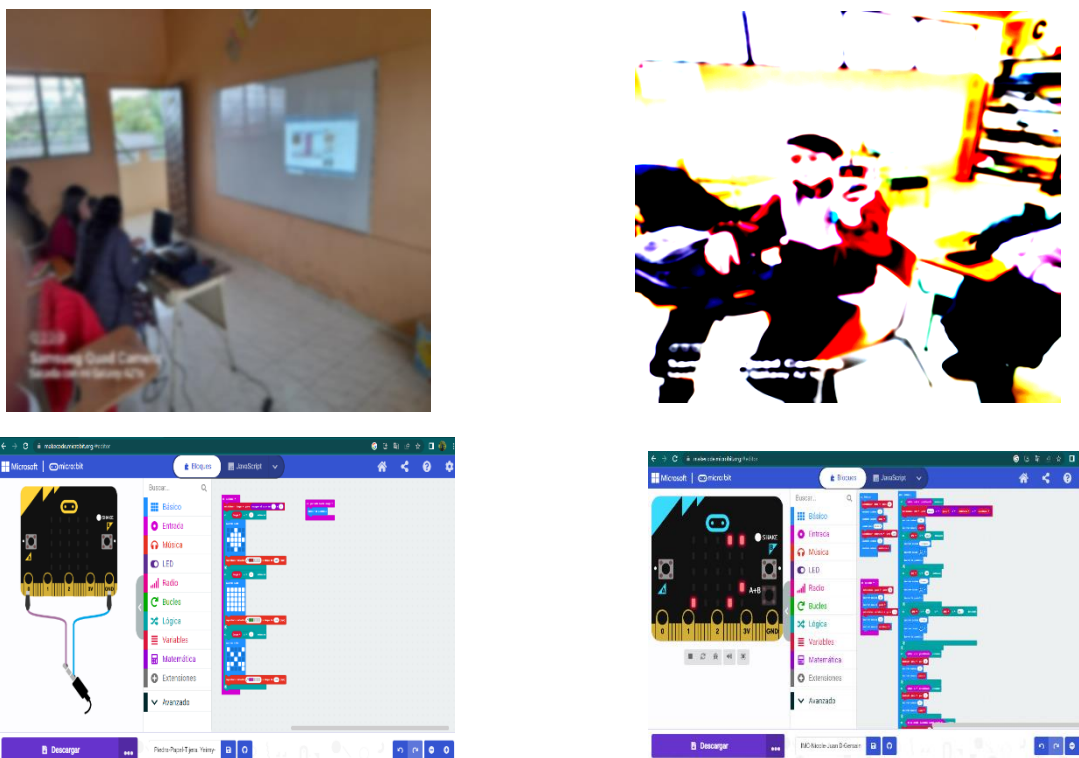


Fuente. Propia

Finalizada esta parte, se utiliza una nueva sesión de 4 horas donde los estudiantes formando nuevamente los grupos de trabajo ya establecidos, empiezan a tener contacto con la plataforma make code y con la micro bit. Inicialmente se les pide que realicen la actividad conectada, manos a la micro bit, de la sección luces y códigos, esta se encuentra propuesta en la cartilla de fichas metodológica, véase anexo 5. Posteriormente se les pide que investiguen y diseñen una serie de programas sencillos, los cuales se puedan descargar y ser ejecutados en la micro bit, quien realizará el proceso de simulación del programa diseñado por ellos.

Durante esta etapa, se puede observar un buen trabajo de los grupos, con una buena participación de todos los estudiantes y además con un alto grado de innovación. Esto se evidencia con los programas creados y ejecutados en la micro bit, donde un grupo diseño un programa que simula el funcionamiento de un dado, otro grupo realiza un programa que se puede utilizar con niños de primaria y con niños que tienen problemas de visión como lo es el juego de piedra papel y tijera, con los otros grupos se diseñó un programa que permite determinar el índice de masa corporal de una persona. Todos estos programas se descargaron a la micro bit quien realizo exitosamente el proceso de simulación. En las siguientes imágenes se pueden observar algunos de los programas creados por los estudiantes y descargados en la micro bit, de igual forma se puede observar cómo trabajan los estudiantes en el desarrollo de esta sesión.

Figura 33. Trabajos de programación realizado por los estudiantes para ser simulados por la tarjeta micro bit



Fuente. Propia

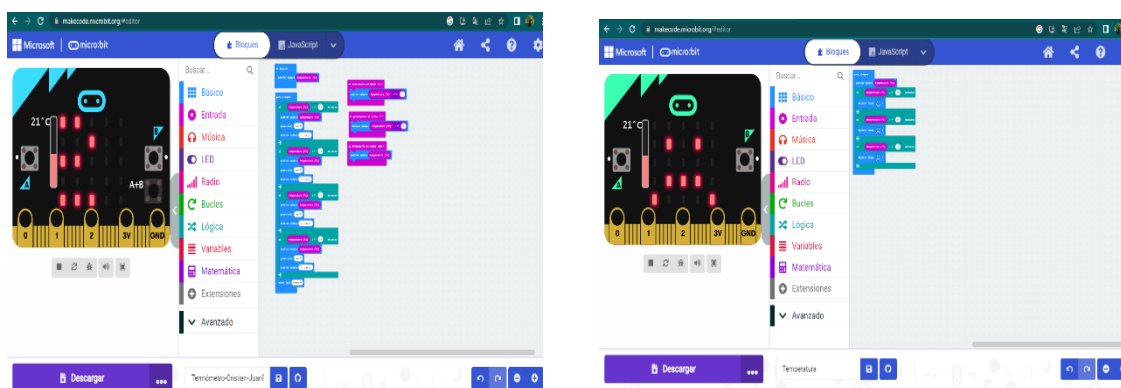
Por último, se les plantea una problemática a los estudiantes, para la cual ellos deben diseñar un programa en la plataforma make code, este luego debe ser ejecutado por la micro bit. En este sentido, se plantea la siguiente situación problema, el laboratorio no cuenta dentro de sus materiales con un termómetro, este es un instrumento importante para ser utilizado en la toma de la temperatura del proceso de Biodigestión que se está llevando a cabo en laboratorio físico. Por tal razón, los grupos deben crear un programa, que le permita a la micro bit simular el funcionamiento de un termómetro, esto aprovechando que las micro bit cuentan con sensores de temperatura. Este programa se debe diseñar de tal forma que, dada una determinada temperatura, se pueda establecer si el proceso de Biodigestión, que se está llevando a cabo, se está viendo o no afectado. El programa diseñado por los grupos, le debe permitir a la micro bit hacer una lectura periódica del medio donde se está llevando a cabo el experimento.

Para encontrarle una solución a esta problemática, los grupos diseñan en la plataforma make code una serie de programas que le permitirían a la micro bit simular el funcionamiento de

un termómetro. Estos programas se socializan a todo el grado y se escoge el que le permite a la micro bit hacer un trabajo de simulación más completo. La idea es que este pueda ser utilizado por el grupo que está determinando la influencia de la variable temperatura en el proceso de Biodigestión llevado a cabo en laboratorio físico. En esta parte del trabajo, se observa como los estudiantes logran diseñar dos programas que le permiten a la micro bit simular de forma correcta el funcionamiento de un termómetro, los estudiantes explican el paso a paso de como realizaron el programa, donde consultaron o que fuente utilizaron como guía para realizar el diseño de esta simulación, esto permite evidenciar que los jóvenes ya han incorporado en su proceso educativo alguna herramientas o habilidades que son propias de la competencia de indagación.

A pesar de que los dos programas diseñados le permiten hacer la simulación correcta a la micro bit, se escoge uno de estos programas para que sea utilizado por el grupo 1, quien es el grupo que debe determinar la influencia de la variable temperatura en el proceso de Biodigestión de la pulpa de café. Con la realización de este trabajo de parte de los estudiantes, se puede establecer que el objetivo propuesto al iniciar el desarrollo de esta estrategia virtual, se logró cumplir. En las siguientes imágenes se pueden observar los programas diseñados por los estudiantes que le permitirán a la micro bit realizar la respectiva simulación de un termómetro.

Figura 34. Programa realizado por los estudiantes para que la micro bit realice la simulación de un termómetro



Fuente. Propia

Concluida las etapas de trabajo en los entornos virtuales, y el proceso de recolección de datos, se procede a la implementación de la última guía, con esta, se busca que los estudiantes, con los datos obtenidos durante el desarrollo del trabajo en el laboratorio físico, y el trabajo realizado tanto en la plataforma Cloud Labs y la programación de la micro bit, puedan realizar un buen

análisis de datos y la respectiva formulación de conclusiones, donde determinen si la hipótesis planteada inicialmente se cumple o no. Por último, los grupos de trabajo deben responder si el proceso realizado permite darle una respuesta a la pregunta problema formulada al inicio de esta investigación. Igualmente, deben establecer una relación que les permita identificar un punto de encuentro entre el trabajo realizado en el laboratorio físico y el trabajo realizado en el entorno virtual.

La guía empieza con una lectura acerca de lo que es un análisis de datos y como a partir de estos se pueden obtener conclusiones que permitan resolver la pregunta problema. Posteriormente se les pide a los estudiantes hacer un pequeño análisis en el cuaderno, donde puedan explicar lo que encontraron con los datos obtenidos del experimento. Seguidamente deben proponer un informe donde ellos a partir de toda la información recolectada, y todo el proceso desarrollado, puedan hacer un análisis más amplio donde relacionen todo el trabajo realizado en el laboratorio físico y en el laboratorio virtual. De igual forma deben proponer un análisis con sus respectivas conclusiones donde quede explícito la veracidad de las hipótesis formuladas por ellos y la respuesta a la pregunta problema planteada inicialmente.

Durante el desarrollo de la guía, se observa una buena participación donde todos los estudiantes realizan sus respectivos aportes. Ya en la revisión del cuaderno se encuentran unos buenos análisis, donde se puede evidenciar que el trabajo realizado ha sido comprendido de la mejor manera, de los cinco grupos que entregan el cuaderno, se puede observar que cuatro grupos dan respuesta acertada a la hipótesis planteada inicialmente, el otro grupo restante no plantea respuesta alguna a la hipótesis. En este caso se puede observar que hay una confusión en ese grupo sobre la respuesta a la hipótesis y la respuesta que deben dar a la pregunta problema.

En cuanto a las respuestas generadas por cada grupo a la pregunta problema que se planteó inicialmente, se observa que los estudiantes responden, tanto en el cuaderno como en el informe, de una forma acertada, pues logran identificar que sobre el proceso de biodigestión realizado si se observa la influencia de las variables en estudio y como estas afectan la producción de biogás, esto les permite también establecer unas buenas conclusiones.

Ahora bien, también es evidente que los trabajos no son perfectos, se encuentran algunos errores en redacción, ortografía, algunos grupos tienen dificultad en establecer objetivos, en algunos casos se observa mucha incoherencia tanto en lo que se escribe como en la organización del trabajo, sin embargo, si se tiene en cuenta que este es el primer trabajo que los estudiantes

presentan bajo esta forma, se pueden evidenciar unos avances muy grandes en muchos estudiantes, pues a pesar de los errores, se observa también como ellos proponen unas respuestas bien argumentadas, basadas en los datos obtenidos del experimento a las hipótesis y pregunta problema.

En cuanto a la relación que hay entre el trabajo físico y el trabajo virtual, también se observa como los grupos de trabajo plantean en sus escritos, la relación directa que existe sobre la temática desarrollada, durante el laboratorio virtual y el laboratorio físico, ayudándoles a comprender de una mejor manera todo el proceso de biodigestión realizado, para el cual se utilizó la pulpa de café como materia prima. En esta parte también es importante mencionar como los estudiantes a partir de la simulación realizada con la micro bit, logran explicar cómo se puede ver afectado el proceso de biodigestión cuando se varía la variable de la temperatura.

En la siguiente tabla se pueden observar las respuestas generadas por cada grupo a la hipótesis y a la pregunta problema planteada en las primeras guías que se desarrollaron anteriormente. de igual forma se pueden observar en las siguientes imágenes algunos de los análisis realizados por los grupos de trabajo, tanto en el cuaderno como en el informe. De esta forma se puede establecer como el objetivo propuesto durante el diseño de esta guía se logró cumplir por la mayoría de los grupos de trabajo.

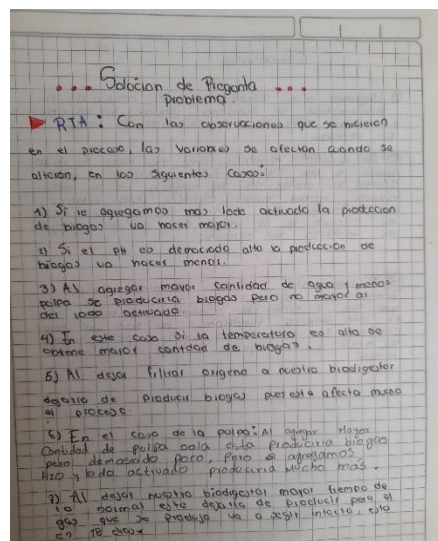
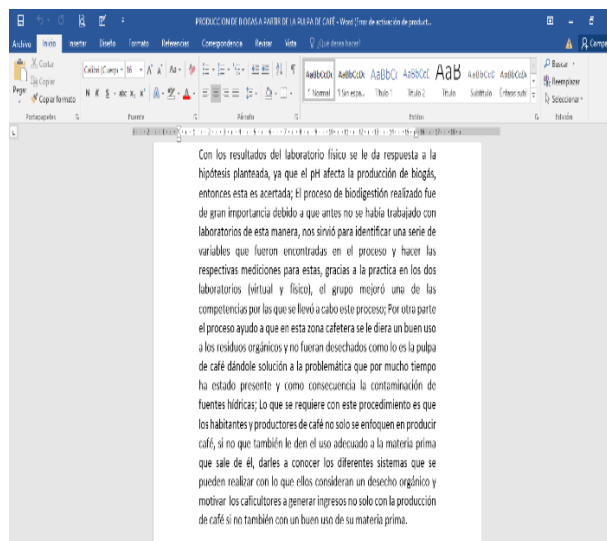
Tabla 13. *Respuestas de los estudiantes a la hipótesis, pregunta problema planteadas el inicio de este trabajo y conclusión que obtienen después de haber desarrollado toda la estrategia pedagógica.*

Grupo	Respuesta hipótesis	Respuesta pregunta problema	Conclusión
1	Nuestra hipótesis es falsa porque si se le aumenta la temperatura al proceso, las bacterias se van a morir y no van a producir biogás.	El proceso de Biodigestión se afecta cuando se alteran algunas variables, por ejemplo se observó que si la acidez aumenta las bacterias se mueren y no producen biogás, si la temperatura se aumenta también se mueren muchas bacterias disminuyendo la producción de biogás, etc.	Mediante un proceso de fermentación de la pulpa de café se obtiene biogás, ayudando a generar un mejoramiento ambiental.
2	De acuerdo a las observaciones que se hicieron se deduce que si	Con el trabajo realizado se puede establecer que la	Si el pH oscila entre 6 y 7 se puede obtener biogás,

	el pH aumenta no se produce biogás, y que la hipótesis planteada es verdadera.	producción de biogás es afectada cuando se alteran algunas variables.	pero si este aumenta o disminuye el biogás no se produce en la misma cantidad.
3	Que la hipótesis planteada es falsa porque a mayor cantidad de agua mayor producción de biogás.	El sistema de Biodigestión se afecta de la siguiente manera, se observa que a mayor cantidad de agua, mayor producción de biogás, a mayor temperatura las bacterias se mueren y no hay proceso, a mucha acidez también se mueren las bacterias, con la mezcla de lodo y pulpa es con la que más biogás se produce y con presencia de oxígeno también se mueren las bacterias y no hay producción de biogás.	Se pudo elaborar un experimento a base de la pulpa de café y el estudio de las variables que afectan el proceso de fermentación. Con esto generamos una producción de biogás y esto es útil para el uso en el hogar.
4	Luego de haber pasado 15 días del proceso de Biodigestión con presencia de oxígeno, se ha podido observar que no se produce nada de biogás. Por lo que la hipótesis es verdadera.	En la producción de biogás se ha podido determinar que hay un grupo de variables que si influyen a la hora de la producción de este.	Con el proceso realizado, se ha podido observar que hay una mejora ambiental porque hay una mejor disposición de los residuos sólidos orgánicos, y no se utilizan combustibles fósiles.
5	De acuerdo con el proceso realizado se puede decir que la hipótesis planteada, es verdadera, ya que la mezcla del lodo más la pulpa de café, las bacterias aumentan en el proceso y la producción de biogás aumenta.	Con las observaciones que se hicieron en el proceso la producción de biogás se afecta cuando se alteran las variables siguientes como: la temperatura, el pH, la cantidad de agua, presencia de oxígeno, adición de lodo activado.	Con este trabajo hemos planteado un experimento a base de la pulpa de café y el estudio de algunas variables. Con este ayudamos en el manejo de los residuos sólidos orgánicos y hay una mejoría de la contaminación ambiental.

Fuente. Propia

Figura 35. Evidencia del análisis de datos realizado por los estudiantes luego de realizar la parte experimental



Fuente. Propia

Una vez finaliza la implementación de la estrategia pedagógica, se procede a realizar con los estudiantes la prueba evaluativa, esta permitirá establecer el grado de efectividad que tuvo en los estudiantes el desarrollo de esta estrategia. De esta forma se podrá determinar si se logró o no, fortalecer en los estudiantes la competencia científica de indagación. Con esta fase finaliza el proceso metodológico propuesto en este trabajo de investigación.

Resultados de la prueba evaluativa a los estudiantes

Con la aplicación de esta prueba, se da respuesta al tercer objetivo específico propuesto en este trabajo. La prueba como ya se mencionó anteriormente es una adaptación de una prueba diseñada por Ferre y Marba (2017), véase figura 2. la prueba evaluativa aplicada a los estudiantes se puede observar en el anexo 2. Para el diseño de esta, se utiliza una temática diferente a la utilizada en la prueba diagnóstica, esta trata de llevar al estudiante al proceso realizado durante la fase 2, donde se implementa la estrategia pedagógica. Es por eso que, a partir de una lectura, se les presenta una problemática real, propia de su contexto, la cual, tiene una estrecha relación con el trabajo experimental físico y virtual, realizado por ellos. Una vez finalizada la lectura, deben responder las 9 preguntas planteadas y que permitirán al igual que en la prueba diagnóstica determinar el nivel de la competencia de indagación que presenta ahora cada uno de ellos.

Es importante mencionar que el orden de las preguntas y la finalidad de cada una de ellas es la misma que tienen las preguntas que se plantearon en la prueba diagnóstica, pues la idea es poder establecer cuál fue el avance, si es que lo hubo, de los estudiantes después de implementada la estrategia pedagógica. De esta forma, se puede determinar la efectividad que tuvo esta estrategia en el proceso de poder fortalecer en los educandos de grado décimo de la I.E, la competencia científica de indagación. Las respuestas generadas por los estudiantes a cada una de las preguntas de la prueba evaluativa, son analizadas por el docente titular del área de ciencia en la I.E. estas respuestas generan un resultado el cual se obtiene mediante la aplicación de las mismas rúbricas utilizadas para la prueba diagnóstica, véase figura 4. en la siguiente tabla se puede observar cual fue el resultado obtenido para la prueba evaluativa de cada uno de los estudiantes del grado décimo de la I.E.

Tabla 14. Resultados de la determinación de las habilidades y nivel de competencia de indagación en estudiantes de grado décimo de la I.E.N.S.C por medio de la prueba evaluativa.

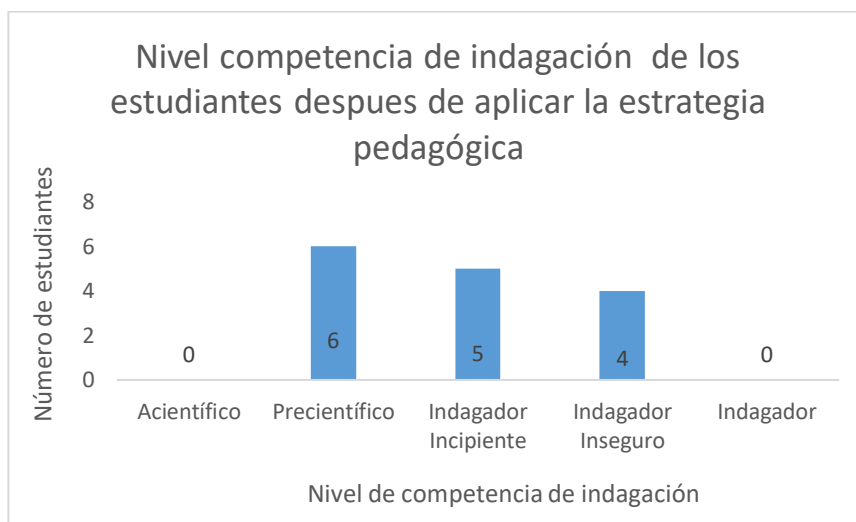
Estu dian te	I.P.I	F.H	D.I	I.V	R.D	A.D.C	M.T.R.F	Suma habili dades	N.C
1	2	2	1	3	2	2	1	13	Indagador inseguro
2	2	1	2	3	2	2	1	13	Indagador inseguro
3	2	3	1	3	2	2	2	15	Indagador inseguro
4	0	2	0	1	1	1	1	6	Precientific o
5	2	0	2	2	2	2	1	11	Indagador incipiente
6	1	0	0	2	1	1	1	6	Precientific o
7	2	3	1	2	2	1	1	12	Indagador incipiente
8	0	2	1	2	1	1	1	8	Precientific o
9	2	1	2	2	2	1	1	11	Indagador incipiente
10	1	0	1	2	1	1	1	7	Precientific o
11	2	2	2	2	2	2	2	14	Indagador inseguro
13	1	2	1	1	1	1	1	8	Precientific o
14	1	1	1	2	2	1	1	9	Indagador incipiente
15	1	1	1	3	1	2	1	10	Indagador incipiente
16	1	0	1	2	1	1	1	7	Precientific o.

Fuente. Propia

Como se mencionó anteriormente, esta prueba fue presentada por 15 estudiantes ya que uno de ellos, que alcanzó a realizar parte del trabajo, fue retirado de la I.E debido al cambio de domicilio de su familia, este se reporta en la prueba diagnóstica como el estudiante 12, es por esa razón que, en la tabla anterior de la prueba evaluativa, no aparece este estudiante. Para la aplicación de esta prueba se utilizó una sesión de 2 horas, los resultados obtenidos, permiten evidencia como de los 15 estudiantes que presentaron la prueba evaluativa, 6 estudiantes logran un nivel de la competencia de indagación Precientífico, 5 estudiantes alcanzan el nivel de competencia de indagador incipiente y 4 estudiantes logran alcanzar el nivel de competencia de indagador inseguro.

Estos niveles de competencia se determinan de la misma manera como se hizo en la prueba diagnóstica, donde a partir del resultado de la suma de los puntajes obtenidos por el estudiante para cada habilidad, se determina, en qué nivel de competencia indagación se encuentra este. La rúbrica utilizada para el análisis de estos resultados permite observar como cada uno de estos niveles tienen sus propias descripciones, estas se pueden observar en la figura 5. Los resultados anteriormente descritos se pueden resumir en el siguiente gráfico.

Figura 36 Nivel de competencia indagación alcanzado por los estudiantes después de presentar la prueba evaluativa

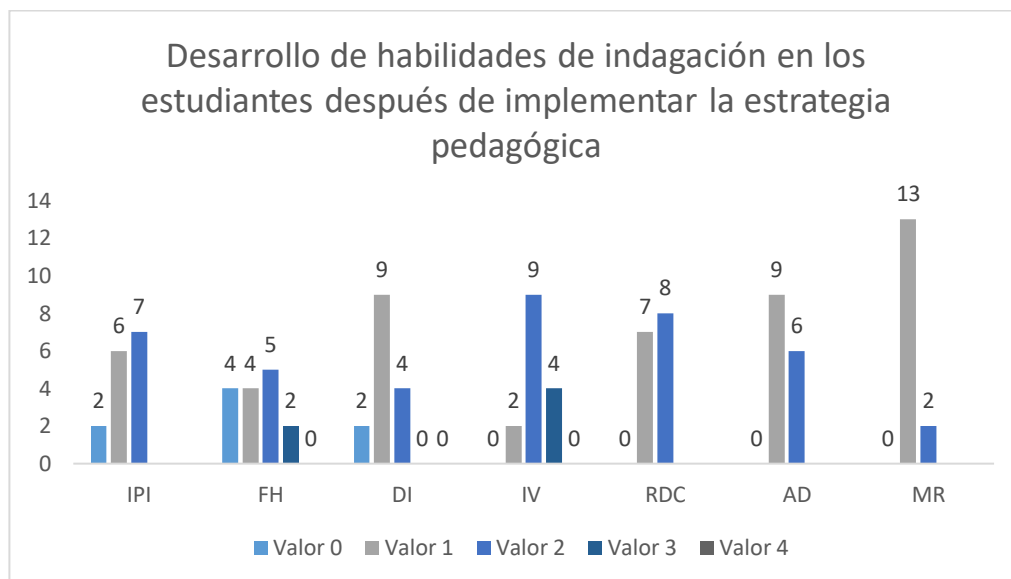


Fuente. Propia

Ahora bien, en cuanto a los desempeños de los estudiantes para cada habilidad, estos se determinan de la misma manera como se llevó a cabo en la prueba diagnóstica, solo que en este caso las respuestas que se analizan son las de la prueba evaluativa. En este sentido, en el siguiente

gráfico se pueden observar los resultados obtenidos, después de la aplicación de la prueba a los 15 estudiantes de grado décimo, para cada una de las habilidades propias de la competencia de indagación y que se encuentran en la rúbrica (véase figura 4) diseñada por Ferres, Marba y Sanmartí (2014).

Figura 37. Resultado del desarrollo de habilidades de indagación en los estudiantes después de aplicar la prueba evaluativa



Fuente. Propia

Según estos resultados, se observa que para la primera habilidad que es la identificación de problemas y formulación de preguntas investigables, de los 15 estudiantes que presentaron la prueba, 2 se encuentran en el nivel mínimo que es el nivel cero, en este nivel los estudiantes se caracterizan, según la rúbrica, porque no identifican problemas o no plantean problemas de investigación o plantean problemas inabordables. 6 estudiantes dan un resultado de 1 para esta habilidad, para este caso, se establece que los estudiantes plantean problemas poco importantes o con formulación ambigua o mal formulados. Por último, se observa que hay 7 estudiantes que logran obtener el mejor resultado para esta habilidad que es cuando obtienen un valor de 2, los estudiantes en este nivel se caracterizan por identificar problemas de investigación o plantear problemas adecuados y concreta interrogantes.

Para la segunda habilidad que es la formulación de hipótesis, se observa que según la rúbrica los estudiantes pueden alcanzar 5 puntajes, siendo 0 el desempeño más bajo y 4 el desempeño más alto. En este caso, el gráfico permite evidenciar que, de los 15 estudiantes

evaluados, 4 estudiantes no plantean hipótesis o no identifican hipótesis o plantean hipótesis sin sentido, esta descripción obtenida de la rúbrica se presenta en estudiantes cuyas respuestas a la pregunta que evalúa esta habilidad obtienen un puntaje de cero. En el siguiente nivel de esta habilidad se encuentran 4 estudiantes, estos, según la rúbrica se caracterizan por plantear hipótesis sin relación con el problema o los objetivos de la investigación. En un nivel superior al anterior se encuentran 5 estudiantes, en ellos se evidencia un resultado de 2, para los cuales la rúbrica establece que formulan hipótesis ambiguas o con errores de lógica o mal formuladas o confunde hipótesis y problemas.

Por último, se observa que 2 estudiantes alcanzan a obtener un resultado de 3, los estudiantes que alcanzan este nivel se caracterizan por plantear hipótesis que encajan con los problemas de investigación. En el nivel más alto para esta habilidad, se puede evidenciar con los resultados obtenidos en la prueba evaluativa, que no hay estudiantes que logren ubicarse en él.

La siguiente habilidad analizada es la planificación de la investigación, la rúbrica permite determinar 5 niveles en los que el estudiante se puede encontrar, siendo 0 el nivel más bajo y 4 el nivel más alto. Los resultados obtenidos de la prueba evaluativa y que se reflejan en el gráfico permiten evidenciar que, de los 15 estudiantes, 2 se encuentran en el nivel 0, que es el más bajo, en este nivel los estudiantes se caracterizan por no proponer algún diseño experimental o no identificarlo. En el nivel 1 se encuentran 9 estudiantes, en este nivel los estudiantes proponen diseños experimentales que no permiten comprobar las hipótesis. Por último, se puede observar que hay 4 estudiantes que logran llegar hasta el nivel 2, donde según la rúbrica, los estudiantes proponen procedimientos de investigación que solo permiten una comprobación parcial de las hipótesis, sin réplicas ni control.

La cuarta habilidad analizada es la identificación de variables, al igual que con las dos habilidades anteriores, en esta, el estudiante también se puede encontrar después de la solución de la prueba, en 5 niveles. En el gráfico se puede observar que, de los 15 estudiantes evaluados, 2 estudiantes se encuentran en el nivel 1, según la rúbrica, estos educandos no identifican variables independientes ni variables dependientes o no las saben concretar. En el nivel 2 se encuentran 9 estudiantes, para ellos, la rúbrica establece que, confunden variables independientes y variables dependientes, o propone variables que no encajan con las hipótesis. En el siguiente nivel que es el tercero, se encuentran los 4 estudiantes restantes, los educandos ubicados en este nivel logran identificar variables dependientes e independientes, pero de manera incompleta e imprecisa.

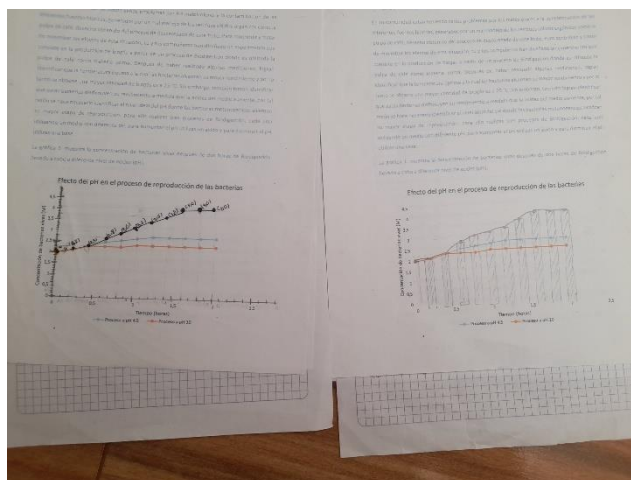
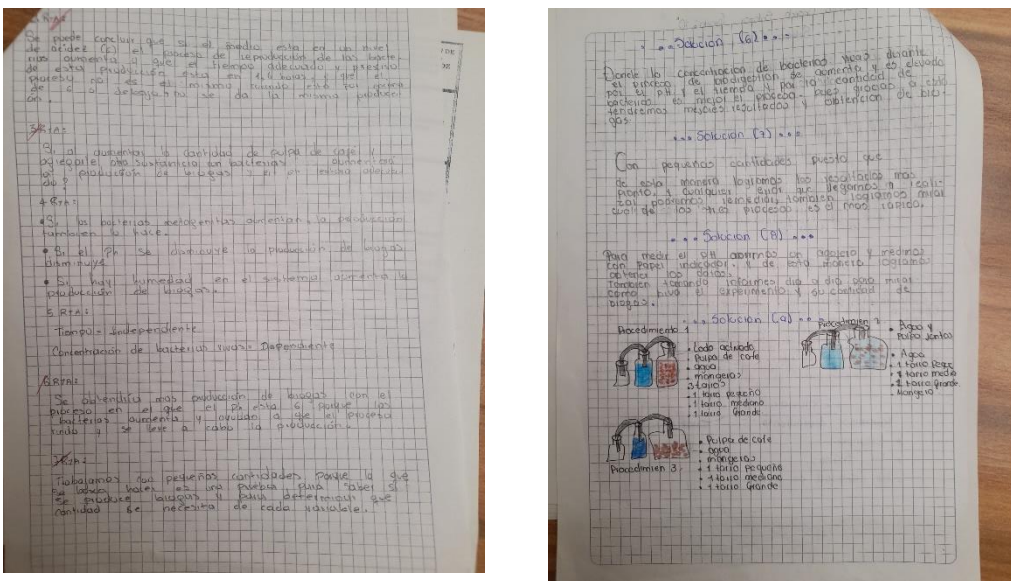
La habilidad recogida y procesamiento de datos, es la quinta habilidad que se analiza, en ella se observa según la rúbrica que los estudiantes pueden alcanzar 3 niveles, siendo 0 el nivel más bajo y 2 el nivel más alto. Los resultados obtenidos de la prueba evaluativa permiten evidenciar que, de los 15 estudiantes, 7 se encuentran en el nivel 1, para ellos la rúbrica establece que realizan un procesamiento de datos inadecuado o incompleto. Los 8 estudiantes restantes se ubican en el nivel 2, para este nivel, la rúbrica establece que los estudiantes han logrado realizar un buen procesamiento de los datos de investigación.

La sexta habilidad que se analiza con las respuestas de los estudiantes a la prueba evaluativa, es la habilidad de análisis de datos y obtención de conclusiones argumentadas. Para esta habilidad, la rúbrica establece 3 niveles en los que se pueden ubicar los estudiantes. al igual que para la habilidad anterior, 0 es el nivel más bajo y 2 el nivel más alto. El gráfico permite evidenciar que, de los 15 estudiantes evaluados, 9 se encuentran en el nivel 1, nivel que se caracteriza porque los estudiantes realizan un análisis incompleto o poco fundamentado en los datos o basados en datos no fiables. Los 6 estudiantes restantes se ubican en el nivel 2, ellos, según la rúbrica se caracterizan por realizar un análisis bien fundamentado de los datos obtenidos en la investigación.

La última habilidad analizada es la Metarreflexión, esta habilidad no tiene una pregunta en la prueba evaluativa que permita determinar su nivel en los estudiantes. para hacer el análisis de esta habilidad se tienen en cuenta todas las respuestas generadas en la prueba, ellas permiten evidenciar si el estudiante tiene o no los conceptos claros sobre lo que se refiere al proceso de indagación llevado a cabo en esta investigación. Los estudiantes en esta habilidad, según la rúbrica, se pueden encontrar en tres niveles, 0 el nivel más bajo y 2 el nivel más alto. Con las respuestas analizadas para cada una de las habilidades anteriores se pudo establecer como se plantea en el gráfico, que, de los 15 estudiantes evaluados, 13 se encuentran en el nivel 1 de esta habilidad, esto permite establecer, que logran hacer una descripción incompleta de los pasos del proceso de indagación con confusión de conceptos. Los 2 estudiantes restantes se ubican en el nivel 2, ellos logran según la rúbrica, realizar una buena descripción del proceso de indagación.

Algunas de las respuestas que dieron los estudiantes a la prueba evaluativa aplicada una vez finalizó la implementación de la estrategia pedagógica, se pueden observar en las siguientes imágenes.

Figura 38. Evidencia de las respuestas de los estudiantes a las preguntas formuladas en la prueba evaluativa



Fuente. Propia

Resultados comparativos de la Prueba Diagnóstica y la Prueba Evaluativa

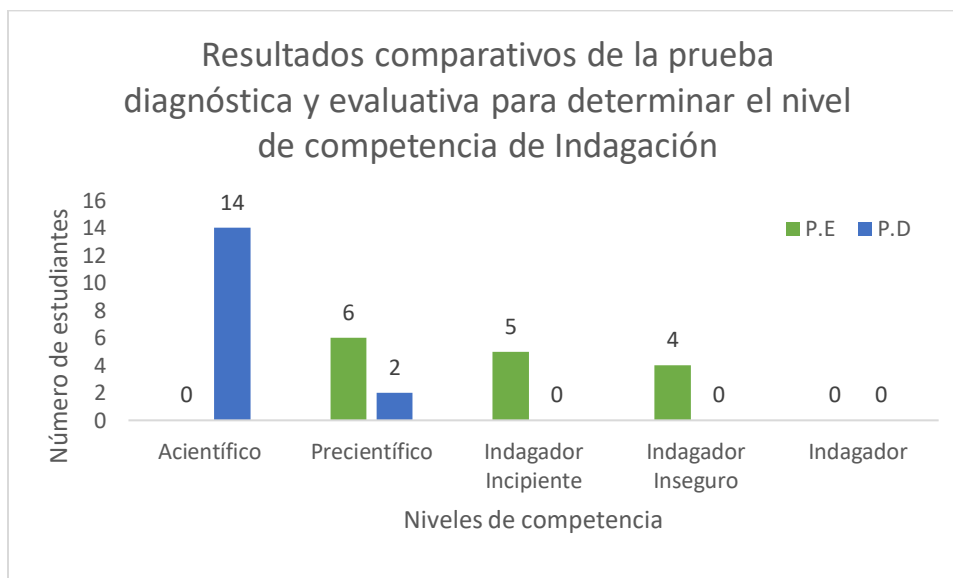
Durante este trabajo de investigación realizado con los estudiantes, se puede observar como a partir de una serie de actividades experimentales desarrolladas por ellos, se puede establecer que tan eficaz fue la estrategia pedagógica utilizada en aras de dar cumplimiento al objetivo general propuesto para esta investigación. Como primera medida es importante recordar que los

estudiantes se intervienen en tres momentos, en el primer momento se aplica una prueba diagnóstica, esta permitirá establecer el nivel inicial de la competencia de indagación que presentan los estudiantes de grado décimo de la I.E. En el segundo momento se realiza la intervención con la estrategia pedagógica, esta se hace a través de la articulación del trabajo entre el laboratorio físico y el laboratorio virtual. Por último, hay un tercer momento donde los estudiantes se intervienen con la aplicación de una prueba evaluativa, esta permitirá establecer el nivel de la competencia indagación después del desarrollo de las actividades experimentales.

En este sentido, el desarrollo de esta etapa, se llevará a cabo en dos fases, para lo cual se deben tener en cuenta estos tres momentos. En la primera fase se determinará, a través de un proceso de comparación de los resultados obtenidos, en la prueba diagnóstica, y en la prueba evaluativa, si hubo o no, un fortalecimiento en el nivel de la competencia de indagación en los estudiantes, de igual forma, se determinará cuáles fueron las habilidades que más lograron desarrollar los estudiantes y en cuales se detectaron más inconvenientes. La segunda fase corresponde a determinar de acuerdo a los resultados obtenidos si la estrategia pedagógica implementada cumplió o no, el objetivo para lo cual fue diseñada, en esta parte también es importante establecer las fortalezas y debilidades que se encontraron en los estudiantes durante el trabajo tanto en el entorno físico, así como en el entorno virtual.

Para empezar con la primera fase, los resultados obtenidos por los estudiantes para las dos pruebas (diagnóstica y evaluativa), y el nivel de competencia indagación alcanzado por ellos se pueden observar en la siguiente gráfica.

Figura 39. Resultados comparativos de la prueba diagnóstica y evaluativa que permiten establecer el nivel de competencia de indagación en los estudiantes de grado décimo



Fuente propia.

En este gráfico, se puede observar como en los resultados obtenidos de la aplicación de la prueba evaluativa, se evidencian unos mejores resultados del nivel de la competencia de indagación en los estudiantes, comparados estos, con los resultados obtenidos por los mismos estudiantes para este nivel competencia en la prueba diagnóstica. es importantes establecer que los resultados de la prueba evaluativa se obtienen una vez a finalizado la implementación de la estrategia pedagógica con los estudiantes. También es importante recordar que la prueba evaluativa fue presentada por 15 estudiantes mientras que la prueba diagnóstica la presentaron 16 estudiantes, como ya mencionó anteriormente uno de los estudiantes durante el desarrollo de la investigación, fue retirado de la Institución, de tal forma que los resultados que de aquí en adelante se discuten, se hace sobre los 15 estudiantes que finalizaron todo el proceso.

Los resultados de la prueba evaluativa, permiten observar como después de aplicar la estrategia pedagógica, ya no hay estudiantes que se encuentran en el nivel acientífico, el cual, es el más bajo de la competencia de indagación, este era el nivel inicial, en donde se encontraban 13 de los 15 estudiantes que presentaron la prueba diagnóstica. De estos 13 estudiantes, se puede observar como 5 estudiantes logran avanzar un poco en este nivel y se ubican ahora en el nivel Precientífico, los estudiantes en este nivel adquieren unas habilidades un poco más fuertes, siendo este un primer paso de avance para desarrollar en ellos la competencia científica en estudio.

También se observa como 4 estudiantes dan un paso más grande y se logran ubicar en el nivel de indagador incipiente, el otro estudiante que logra llegar a este nivel es uno de los dos estudiantes que inicialmente se encontraba en el nivel Precientífico.

Los estudiantes que logran ubicarse en este nivel, empiezan a desarrollar de una mejor manera algunas habilidades propias de la competencia de indagación, estas se pueden observar en la rúbrica diseñada por Ferres, Marba y Sanmartí (2014) y que es utilizada en este trabajo de investigación para hacer el respectivo análisis de las pruebas aplicadas. Según esto, se puede establecer que el nivel de la competencia de indagación en ellos se está empezando a fortalecer, de una forma más rápida que los estudiantes que se ubicaron en el nivel Precientífico. Ahora bien, los resultados más significativos encontrados en la prueba evaluativa, se observan en 4 estudiantes, estos, logran dar un salto mucho más grande, pues pasan del nivel acientífico donde se encontraban inicialmente al nivel de indagador inseguro.

Según la rúbrica, este es un nivel en el que los estudiantes logran desarrollar algunas habilidades de una forma mucho más fuerte. Por tal razón, obtienen un mejor nivel de la competencia de indagación, si se compara con los resultados obtenidos por los otros 11 estudiantes. En cuanto al nivel más alto de la competencia, que es el nivel de indagador, se puede observar que lastimosamente no fue posible que los estudiantes pudieran llegar a este nivel. El enfrentarse a este tipo de trabajos por primera vez, el estar acostumbrados a ser unos simples de receptores de conocimientos, el no tener experiencia de trabajo ni en el laboratorio físico ni en el desarrollo de actividades virtuales y la dificultad que tienen algunos para trabajar en equipo, son razones por las cuales no se pudo haber llegado a este nivel.

Ahora bien, el hecho de que no se haya podido llegar al máximo nivel de la competencia no quiere decir que la estrategia implementada no haya surtido el efecto deseado, pues es claro que, según los resultados obtenidos en la prueba evaluativa y que se evidencian en el gráfico, los estudiantes después de desarrollar todas las actividades experimentales, físicas y virtuales, propuestas en la estrategia pedagógica, si logran fortalecer su nivel de competencia indagación. De igual forma, los resultados obtenidos en esta prueba evaluativa, dejan claro que este proceso de fortalecimiento no es el mismo para todos los estudiantes, pues es normal que al ser este un grado tan heterogéneo, no todos los estudiantes puedan desarrollar de la misma manera las habilidades necesarias que les permitan obtener unos mejores resultados para tener un mejor nivel en esta competencia.

En cuanto a los resultados analizados de forma individual, se puede observar como en 2 de los 15 estudiantes evaluados, no se observa un cambio representativo en cuanto al nivel la competencia de indagación. Estos estudiantes son los números 4 y 8 (véase tabla 9 y 14), en cuanto al estudiante número 5, se observa solamente una diferencia de 1 punto entre los resultados obtenidos en la prueba evaluativa y el resultado obtenido en la prueba diagnóstica, este estudiante a pesar de que logra avanzar hacia el nivel Precientífico, su incremento en el nivel de la competencia fue mínimo. Este es un estudiante al que se le dificulta trabajar en grupo, sobre todo en el desarrollo de actividades que deben realizar en casa, según los otros integrantes del grupo, los aportes de este estudiante fueron mínimos en cuanto al desarrollo de las actividades experimentales, físicas y virtuales, propuestas en cada una de las guías aplicadas.

El estudiante 8, es el único estudiante de los 15 evaluados, que no logra avanzar a un nivel superior de la competencia de indagación, inicialmente con los resultados obtenidos de la prueba diagnóstica se logró ubicar en el nivel Precientífico, el puntaje obtenido en ese momento fue de 6 puntos. Ahora, en cuanto a los resultados obtenidos en la prueba evaluativa, se observa que estos no difieren mucho, pues con un resultado en esta de 8 puntos, la rúbrica establece que este estudiante sigue en el mismo nivel Precientífico.

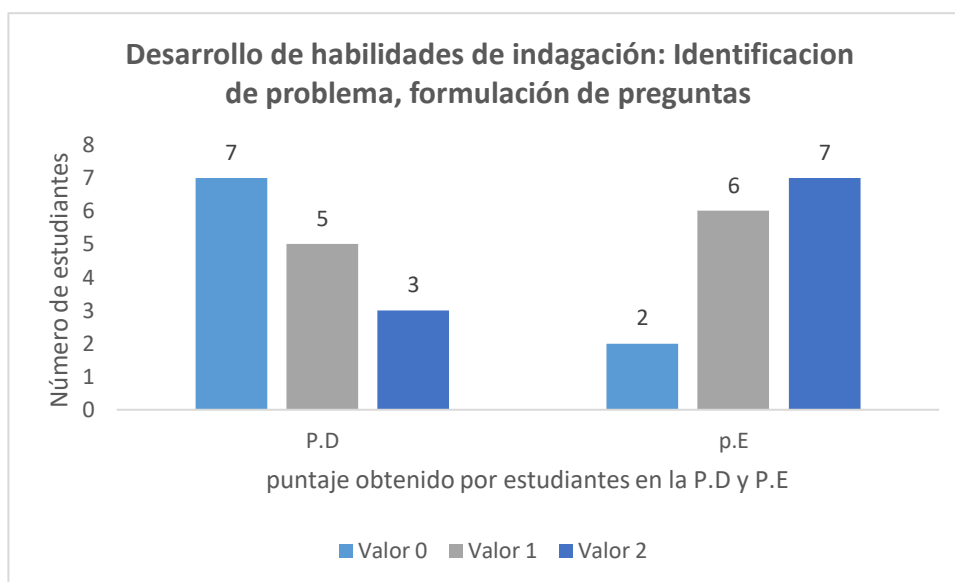
Con el estudiante en cuestión, se presentó un inconveniente que pudo haber afectado el buen desempeño que venía teniendo, ya que, a mitad del trabajo de investigación que estaba realizando con su grupo, el estudiante manifiesta la intención de retirarse de la Institución, las ausencias constantes durante este periodo, le impidieron a él, realizar un mejor trabajo de investigación. A pesar de que al final, gracias al dialogo constante que se tuvo con el estudiante, este desistió de la idea de retirarse, ya el trabajo que habían realizado sus compañeros de grupo estaba bien avanzado. El estudiante trato de colocarse al día con lo desarrollado hasta el momento, pero según los resultados fue poco lo que logró avanzar.

El nivel de competencia alcanzado por cada uno de los estudiantes, depende del puntaje obtenido en cada una de las habilidades propias de la competencia de indagación, el desarrollo de estas habilidades que alcanzan los estudiantes, se determinan utilizando la rúbrica propuesta por Ferres, Marba y Sanmartí (2014), que se observa en la figura 4. los resultados obtenidos para cada una de las habilidades tanto en la prueba diagnóstica, como en la prueba evaluativa, son diferentes, observándose unos mejores resultados en los obtenidos en la prueba aplicada después de realizar

todas las actividades experimentales. A partir de este momento se analizan los cambios que se presentaron en estos resultados para cada una de las habilidades estudiadas.

En este sentido, los resultados obtenidos en las dos pruebas para la habilidad, identificación de problemas o formulación de preguntas, se pueden observar en la siguiente gráfica.

Figura 40. Resultados obtenidos en la prueba diagnóstica y la prueba evaluativa, para la habilidad, identificación de problemas o formulación de preguntas



Fuente. Propia

Estos resultados permiten evidenciar como los estudiantes después de aplicar la prueba evaluativa (P.E), presentan un buen avance en el desarrollo de esta habilidad. Para empezar, se puede observar cómo los 7 estudiantes que inicialmente tenían un puntaje de 0 en la prueba diagnóstica (P.D), logran avanzar todos hacia un nivel superior en el desarrollo de esta habilidad. En este caso, 5 estudiantes logran pasar de un puntaje 0 en la P.D a un puntaje de 1 en la P.E, los otros dos estudiantes logran avanzar hasta un puntaje de 2. Las características para cada uno de estos puntajes se pueden observar en la rúbrica de la figura 4.

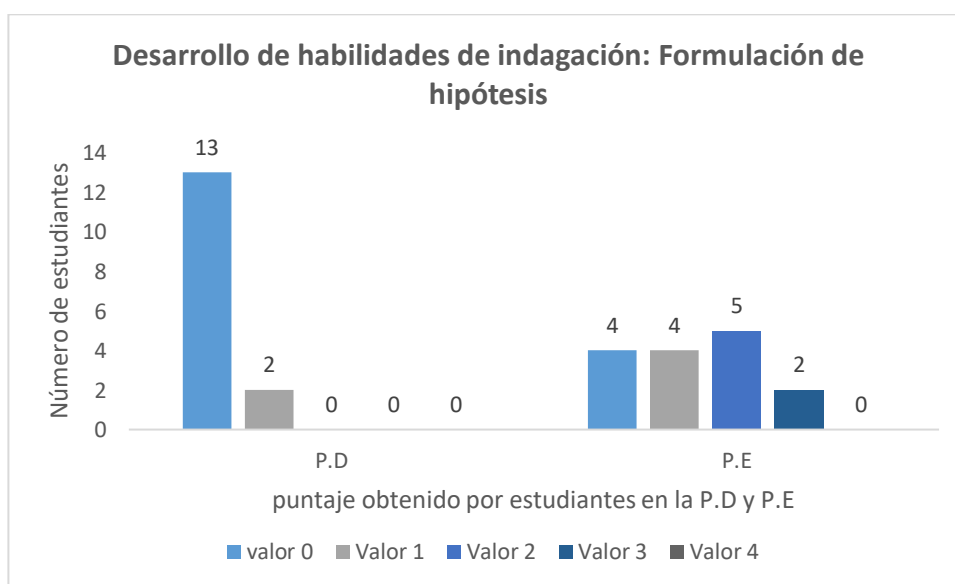
De igual forma, de los 5 estudiantes que según la P.D alcanzan un puntaje de 1, se observa que, de estos estudiantes, 3 logran avanzar hacia el nivel más alto, logrando obtener en la P.E un puntaje de 2. Un estudiante se mantiene en el mismo nivel y el otro estudiante restante presenta un mal resultado, pues este en la P.E, baja el nivel de desarrollo de esta habilidad al obtener un puntaje de 0. En cuanto a los 3 estudiantes que en la P.D obtienen el mejor puntaje posible para esta habilidad, se puede observar, que 2 estudiantes logran mantenerse en este mismo nivel, ya que en

la P.E siguen obteniendo un puntaje de 2, el otro estudiante, es el que presenta el resultado menos favorable, ya que, en esta prueba baja al nivel más malo en cuanto al desarrollo de esta habilidad, pues el puntaje obtenido ahora es de 0.

Con estos resultados se puede establecer entonces, que de los 15 estudiantes que presentan la P.E, en 12 estudiantes se logra observar un avance en el desarrollo de esta habilidad, 1 estudiante se mantiene en el mismo nivel en el cual se encontraba inicialmente y 2 estudiantes son los que bajan al nivel 0 de esta habilidad. Teniendo como referencia lo descrito anteriormente, se puede determinar que las guías aplicadas durante la implementación de la estrategia pedagógica, cuyo propósito era fortalecer la habilidad de identificar problemas o formular preguntas, cumplió el objetivo propuesto. En cuanto a los dos estudiantes con los que no se observan cambios positivos para esta habilidad, se puede mencionar que ellos son los mismos estudiantes en los que se identificó la problemática mencionada en párrafos anteriores.

La segunda habilidad que se determina según el orden establecido en la rúbrica, es la del planteamiento de hipótesis, los resultados obtenidos para esta habilidad en la P.D y en la P.E, se pueden observar en el siguiente gráfico.

Figura 41. Resultados obtenidos en la prueba diagnóstica y la prueba evaluativa, para la habilidad, formulación de hipótesis



Según lo que se puede observar en los resultados obtenidos por los estudiantes en estas dos pruebas, para esta habilidad, es que 11 de los 15 estudiantes que desarrollaron las pruebas, presentan un avance en el proceso de formular hipótesis. Esto se establece ya que de los 13

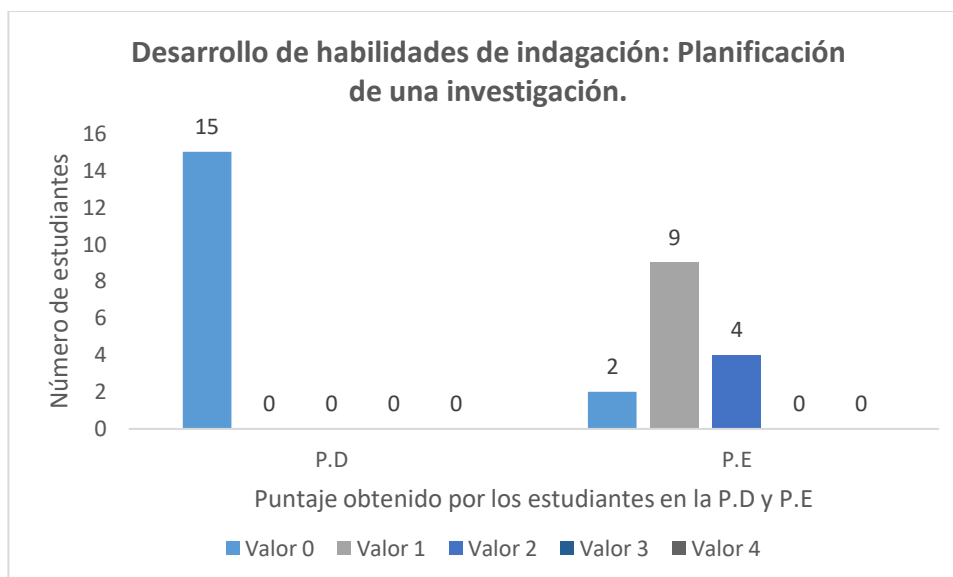
estudiantes que inicialmente se encuentran en el nivel más bajo de esta habilidad, pues el puntaje obtenido en la P.D es de cero, 4 estudiantes logran avanzar al siguiente nivel, obteniendo en la P.E un puntaje de 1. De igual forma, otros 4 estudiantes avanzan más rápido y logran ubicarse ahora dos niveles por encima de cómo estaban inicialmente, en este nivel alcanzan a obtener un puntaje de 2. Por último, 2 estudiantes logran ubicarse en uno de los niveles más significativos en cuanto al desarrollo de esta habilidad indagativa, en este nivel los estudiantes alcanzan a obtener un puntaje de 3.

Ahora bien, con base en lo descrito anteriormente, es claro que 10 estudiantes de los 13 que obtuvieron un puntaje de 0 para esta habilidad en la prueba diagnóstica, son los que logran avanzar después de implementar la estrategia pedagógica, a los niveles superiores. Los 3 estudiantes restantes según la P.E permanecen en este mismo nivel, pues no dan respuesta alguna, a la pregunta formulada en esta prueba para evaluar el planteamiento de hipótesis. En cuanto a los 2 estudiantes que según la P.D inicialmente se encuentran en el nivel 1, se puede observar, como 1 de estos estudiantes logra avanzar ubicándose ahora según la P.E en el nivel 2, el otro estudiante no da respuesta a la pregunta formulada para evaluar esta habilidad, por lo que desciende al nivel más bajo de esta, obteniendo ahora un puntaje de 0.

A pesar de los resultados negativos que se encontraron para los 4 estudiantes que no logran avanzar en cuanto al fortalecimiento de esta habilidad, se puede establecer que la meta establecida en la cuarta guía, propuesta para trabajar con los estudiantes, y la cual estaba diseñada con el objetivo de poder desarrollar en los estudiantes la habilidad de plantear hipótesis, se logró cumplir, no en la totalidad de los estudiantes, pero si en la gran mayoría de los educandos evaluados.

la habilidad indagativa de la planificación de una investigación, es la tercera habilidad que se determina, los resultados obtenidos por los 15 estudiantes evaluados en la P.D y en la P.E, se pueden observar en el siguiente gráfico.

Figura 42. *Resultados obtenidos por los estudiantes en la prueba diagnóstica y la prueba evaluativa, para la habilidad, planificación de una investigación*



Fuente. Propia

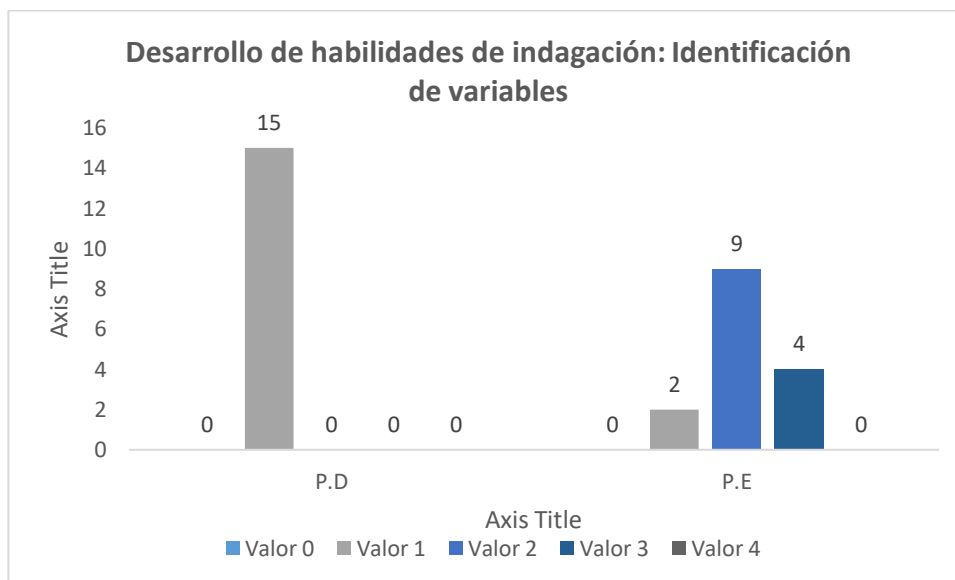
Según los resultados observados en el gráfico, se puede evidenciar como inicialmente todos los estudiantes se encontraban en el nivel más bajo de desarrollo de esta habilidad, pues todos ellos obtuvieron un puntaje de 0 en la P.D. Sin embargo, estos resultados según la P.E, cambian después de aplicada la estrategia pedagógica. Es así como se observa que de los 15 estudiantes que obtuvieron un mal puntaje en la P.D, 9 logran avanzar al siguiente nivel, pues según la prueba evaluativa, estos estudiantes obtienen ahora un puntaje de 1, mejorando así el nivel para esta habilidad. De igual forma, se observa como 4 estudiantes avanzan un poco más rápido, y logran obtener un mejor puntaje, este les permite estar un paso más adelante, y por lo tanto tener un mejor nivel de desarrollo de esta habilidad propia de la competencia indagativa.

Por otro lado, el gráfico también permite establecer que dos estudiantes no logran avanzar de nivel, pues siguen conservando en la P.E el mismo puntaje que obtuvieron en la P.D. Esta habilidad es la que mayor problema causa en los estudiantes, pues para poder obtener buenos resultados se necesita que los estudiantes realicen propuestas experimentales, siendo esta una de las principales dificultades encontradas en los educandos, el nunca haberse enfrentado a este tipo de trabajos investigativos, los lleva a cometer ciertos errores que son normales dentro del proceso que se está llevando a cabo con ellos. Lastimosamente este tipo de errores son los que al momento de resolver la prueba evaluativa quedan evidenciados, ya que el estudiante no contesta las preguntas que se enfocan en evaluar esta habilidad, cosa que ocurrió con los dos estudiantes que no lograron avanzar de nivel y que obtuvieron el mismo puntaje de la P.D.

A pesar de que los estudiantes con el desarrollo de la guía 5 y las actividades virtuales, propuestas con el objetivo de fortalecer en ellos la habilidad de la planificación de una investigación, no lograron obtener los puntajes más altos, si se observa un fortalecimiento de esta habilidad indagativa, en la gran mayoría de los educandos. Inicialmente, según la prueba diagnóstica, los estudiantes no identifican ni proponen diseño experimental alguno que permita dar repuesta a las hipótesis formuladas en un trabajo de investigación, esta situación mejora un poco, una vez se han desarrollado todas las actividades experimentales propuestas en esta investigación. Es así como, según los resultados de la prueba evaluativa, los estudiantes logran alcanzar un nivel, donde empiezan a proponer diseños experimentales sencillos, con algunos errores, que en algunos casos podrían ser utilizados para comprobar parcialmente sus propias hipótesis. En este sentido, se puede establecer que el objetivo propuesto en la guía 5 se logra cumplir, mas no de la forma deseada.

En cuanto a los resultados obtenidos por los estudiantes en las dos pruebas aplicadas, antes y después de desarrollar las diferentes actividades experimentales, físicas y virtuales, con las que pretende identificar el desarrollo de la cuarta habilidad que es la de identificación de variables, estos se pueden observar en el siguiente gráfico.

Figura 43. Resultados obtenidos por los estudiantes en la prueba diagnóstica y la prueba evaluativa, para la habilidad, identificación de variables



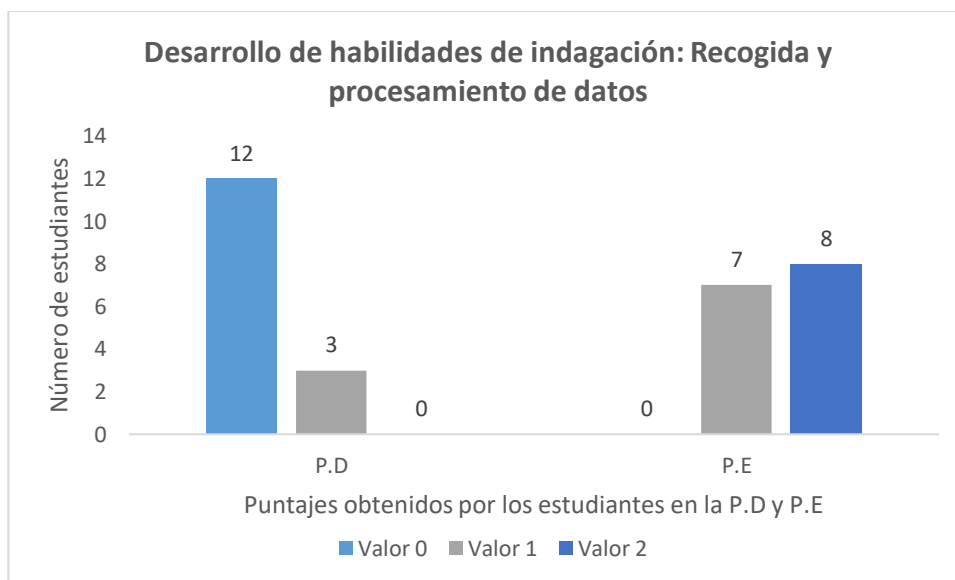
Fuente. Propia

En estos resultados, se puede observar como inicialmente todos los 15 estudiantes evaluados con la P.D, se encuentran en el nivel 1 de desarrollo de esta habilidad, pues no logran identificar variables, según la rúbrica este sería el puntaje más bajo para esta habilidad cuando en el procedimiento experimental que se desea realizar, se estudia la influencia de variables dependientes e independientes en ese proceso, el cual, es el caso de este trabajo de investigación. De igual forma, el gráfico permite identificar como los resultados de la P.E, varían considerablemente, pues se puede observar como de los 15 estudiantes evaluados, 9 de ellos, que inicialmente estaban en el nivel más bajo, logran avanzar al siguiente nivel de desarrollo de esta habilidad. También se observa como 4 estudiantes dan un paso más grande y se logran ubicar en un tercer nivel, el cual les permite identificar, aunque con un poco de imprecisión, la variables dependientes e independientes que afectan el proceso experimental.

A partir de estos resultados se puede establecer que la estrategia pedagógica de articular le trabajo en laboratorio físico con el trabajo en el laboratorio virtual, cumple el propósito en cuanto al fortalecimientos de esta habilidad, pues son claros los avances de los estudiantes después de haberles aplicado la prueba evaluativa. Sin embargo, se siguen observando casos de estudiantes que no logran avanzar a un siguiente nivel, para este caso son 2 estudiantes los que siguen después de aplicar la P.E, con el mismo puntaje obtenido den la P.D. según lo observado en ellos, siguen teniendo la dificultad de identificar variables a partir del gráfico propuesto en la pregunta, aunque sí reconocen cuales son las variables que se estudian en trabajo de investigación llevado a cabo por ellos.

Una de las habilidades donde se encontró un mayor avance en cuanto al estado en el que se encontraban los estudiantes inicialmente, fue la de recogida y procesamiento de datos. Esta que es la quinta habilidad a la cual se le hace el seguimiento, presenta los siguientes resultados, los cuales se pueden observar en el siguiente gráfico, estos se obtuvieron después de haber sido aplicadas las dos pruebas.

Figura 44. *Resultados obtenidos por los estudiantes en la prueba diagnóstica y la prueba evaluativa, para la habilidad, recogida y procesamiento de datos*



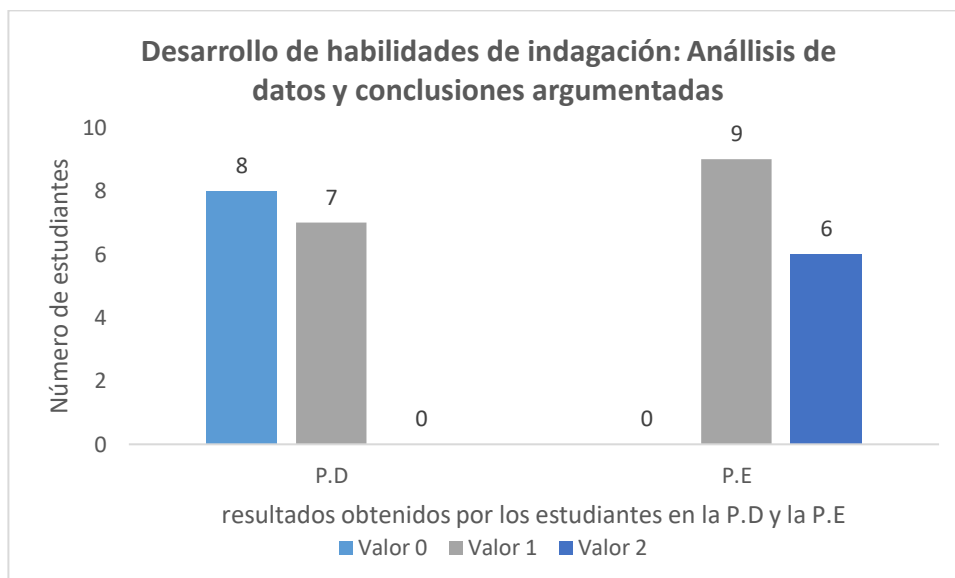
Fuente. Propia

Estos resultados permiten evidenciar como de los 15 estudiantes evaluados 14 logran avanzar a un nivel que les permite tener un mejor desarrollo de esta habilidad de la competencia de indagación. Inicialmente se observa como de los 12 estudiantes que después de haber realizado la P.D, y que se encuentran en el nivel más bajo, 6 de ellos logran avanzar un nivel pues el puntaje obtenido por ellos ahora en la P.E es de 1, los otros 6 estudiantes logran alcanzar al nivel más alto para el desarrollo de esta habilidad, pues obtienen ahora en la P.E un puntaje de 2, que según la rúbrica permite establecer que los estudiantes han logrado realizar un buen procesamiento de los datos de investigación.

En cuanto a los 3 estudiantes que inicialmente se encontraban en el primer nivel, 2 de ellos logran avanzar hacia el máximo nivel de desarrollo de esta habilidad, el otro estudiante restante no logra avanzar y se queda entonces en el mismo nivel en el que se encontraba inicialmente. Este estudiante fue el que estuvo ausente durante un largo periodo de tiempo, en el cual, se desarrollaron las actividades físicas y virtuales correspondientes al estudio de esta habilidad. A partir de estos resultados obtenidos, se puede determinar que la estrategia pedagógica surtió un efecto positivo en los estudiantes, pues los resultados obtenidos en la P.E para esta habilidad así lo demuestran.

Otra de las habilidades en las que se observa un buen avance de parte de los estudiantes es la de análisis de datos y obtención de conclusiones argumentadas, el siguiente gráfico permite evidenciar esta situación, pues como se puede observar los resultados obtenidos en la P.E son mejores que los resultados obtenidos en la P.D.

Figura 45. Resultados obtenidos por los estudiantes en la prueba diagnóstica y la prueba evaluativa, para la habilidad, análisis de datos y obtención de conclusiones argumentadas



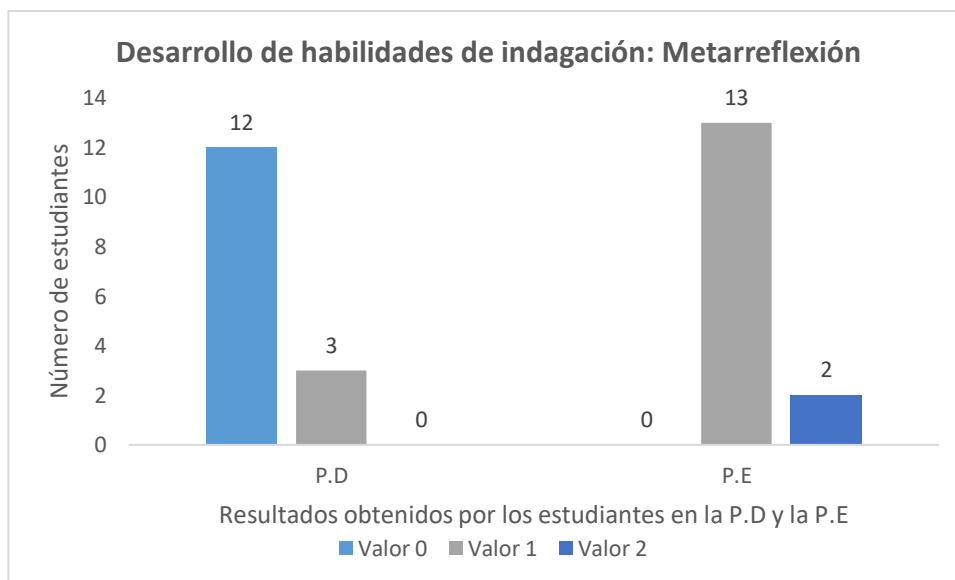
Fuente. Propia

Estos resultados se consideran buenos, pues como se puede observar en el gráfico, después de haber aplicado la P.E, no hay estudiantes que se encuentren en el nivel más bajo de esta habilidad, cosa que si ocurría inicialmente cuando con la P.D se determinaba que 8 estudiantes se encontraban en ese nivel. De estos estudiantes, 6 logran avanzar un poco en el desarrollo de esta habilidad y se ubican ahora en un nivel superior, logrando alcanzar un puntaje de 1 en la P.E. Los otros 2 estudiantes, avanzan más rápido y se ubican en el nivel más alto de desarrollo de esta habilidad, obteniendo un puntaje de 2 en la P.E.

En cuanto a los 7 estudiantes que inicialmente se encontraban según la rúbrica, en el nivel 1 de esta habilidad, 4 de ellos logran avanzar, ubicándose ahora con un puntaje de 2 en el nivel más alto. Los otros 3 estudiantes, obtienen en la P.E el mismo puntaje, que el obtenido en la P.D, por lo tanto, quedan en el mismo nivel con el empezaron en esta investigación. De esta forma, Los 6 estudiantes que se ubican en el nivel 2, que es el más alto para esta habilidad, según la rúbrica lograron desarrollar la capacidad de realizar un análisis de datos bien fundamentado. Por lo tanto, se puede establecer que la estrategia pedagógica utilizada para el fortalecimiento de esta habilidad, logra cumplir el objetivo para lo cual fue diseñada.

Continuando con los resultados encontrados en esta investigación, en el siguiente gráfico se pueden observar los resultados obtenidos por los estudiantes en la P.D y la P.E para la séptima habilidad de la competencia de indagación, que es la Metarreflexión.

Figura 46. Resultados obtenidos por los estudiantes en la prueba diagnóstica y la prueba evaluativa, para la habilidad, Metarreflexión



Fuente. Propia

Estos resultados permiten evidenciar una ganancia en cuanto al fortalecimiento de esta habilidad, pues es claro que según los resultados obtenidos en la P.E, y después de haber implementado la estrategia pedagógica con los estudiantes, ya no se encuentra ninguno de ellos en el nivel más bajo, en el cual, inicialmente se encontraban 12 educandos. Es así como se observa que de estos 12 estudiantes 10 logran avanzar al siguiente nivel, obteniendo esta vez un puntaje de 1, los otros 2 estudiantes, realizan un proceso más completo el cual les permite ubicarse el nivel máximo de desarrollo de esta habilidad, obteniendo en la P.E un puntaje de 2. Con estos resultados se puede establecer como la articulación de las actividades experimentales físicas y virtuales, contribuye de gran manera en el fortalecimiento de esta habilidad, propia de la competencia de indagación, pues es evidente los avances significativos que presentan los estudiantes y que se reflejan con los resultados obtenidos en la P.E.

Esta habilidad es de gran importancia, pues con ella se puede determinar el grado de comprensión del trabajo de investigación realizado por ellos. De igual forma es importante establecer que esta habilidad no tiene una pregunta en la P.D y la P.E que permita hacer su

evaluación. Para ello entonces, se toman todas las respuestas formuladas por el estudiante en cada una de las pruebas, de esta forma se puede establecer si él logra realizar una buena descripción del proceso de indagación. A pesar de que se observa un cambio significativo en todos los estudiantes, pues 12 de los 15 estudiantes evaluados logran avanzar de nivel en esta habilidad, es en solo 2 de ellos que se observa una buena comprensión de todos los pasos del proceso de indagación llevado a cabo en este trabajo, estos dos estudiantes son los que logran obtener el puntaje más alto del nivel de competencia, el cual se determina, cuando se realiza la sumatoria de los resultados obtenidos para cada habilidad en la P.E.

Los otros 13 estudiantes, empiezan a realizar descripciones incompletas de los procesos de indagación, o en algunos casos confunden algunos conceptos que son propios de este trabajo de investigación. Es aquí donde se hace referencia al avance que presentan los estudiantes, pues llegar así sea a este nivel, después de que en la P.D la gran mayoría no sabía describir ningún paso del proceso de indagación, y en donde muchas de las preguntas formuladas en esa prueba no fueron contestadas, es un avance significativo, el cual invita a seguir ejerciendo este tipo de prácticas académicas que llevan al estudiante a ser más propositivo y crítico a las diversas situaciones que se presentan en su propio contexto.

Ahora bien, Durante la segunda fase de esta etapa de discusión, se analizan los resultados obtenidos por los estudiantes después de la aplicación de cada una de las guías, las cuales contienen todas las actividades experimentales, físicas y virtuales que permitirán realizar el proceso de fortalecimiento de esta competencia científica, propia del área de ciencias naturales. Para ello se tienen en cuenta los cuadernos llevados por cada grupo de trabajo, los reportes generados por la plataforma virtual Cloud Labs, las programaciones realizadas en la micro bit y por último se analizan los informes presentados por los grupos de trabajo una vez a finalizado la implementación de la estrategia pedagógica.

Inicialmente, antes de empezar con este trabajo de investigación, es importante mencionar que los estudiantes, sujetos activos de este estudio, nunca habían realizado un trabajo como el que se pretende llevar a cabo. Es por eso, que se observa en ellos al inicio una pequeña resistencia, pues este es un trabajo que implica un poco de esfuerzo, compromiso y participación, cosas con las que los estudiantes de la Institución no se identifican. Otro aspecto a tener en cuenta es el vocabulario que manejan los estudiantes antes de empezar con la implementación de la estrategia pedagógica, este no es para nada científico, desconocen por completo algunos términos que serán

utilizados a lo largo del trabajo de investigación realizado por ellos, como Biodigestión, proceso anaeróbico, pH, variables, hipótesis, diseños experimentales, conclusiones, referentes, etc. Es así, como de esta forma, con estas falencias se empieza con los estudiantes de grado décimo, este trabajo de investigación.

Sobre las actividades propuestas en las guías de aprendizaje para ser trabajadas en el laboratorio físico, que fueron diseñadas por el docente y desarrolladas por los estudiantes a través de los grupos de trabajo, se puede observar durante toda la etapa de implementación de estas, una buena disposición de la gran mayoría de estudiantes para el trabajo propuesto. Logrando alcanzar las metas de aprendizaje propuestas para cada una de las guías aplicadas, obviamente no todos los estudiantes logran llegar a la misma meta con la misma velocidad, pues este al ser un grupo bastante heterogéneo, con ritmos de aprendizaje diferentes, es normal que se presentes este tipo de situaciones. Otro aspecto que se puede observar en algunos estudiantes, es la falta de compromiso en el momento de realizar el trabajo en grupo, de igual forma, se observa como en algunos estudiantes se iba perdiendo la motivación al transcurrir el tiempo, sobre todo durante la fase de ejecución experimental, y toma de datos.

Según los datos analizados anteriormente y los resultados obtenidos de la aplicación de la prueba evaluativa, se puede determinar que el desarrollo de las guías para realizar el trabajo experimental de forma física, contribuyó de gran manera en el fortalecimiento de la competencia de indagación. Esto se puede evidenciar, cuando se realiza un seguimiento del cuaderno donde los grupos llevan el registro diario de todo lo que van realizando durante este proceso. En este se puede observar, como los estudiantes hacen la formulación de la pregunta de investigación, formulan hipótesis, realizan mediante esquemas un diseño experimental que les permita comprobar esas hipótesis, analizan variables, toman datos, analizan esos datos y formulan conclusiones.

Es en esta parte donde se logra observar un gran avance, pues se empieza a observar en los estudiantes el uso de un vocabulario más técnico y científico, al momento de analizar datos y formular conclusiones, vocabulario que está acorde con el trabajo realizado por ellos. Esta era una situación que no se podía evidenciar en ellos antes de realizar el trabajo de investigación. Algunas de las conclusiones encontradas en los cuadernos y formuladas por los diferentes grupos de trabajo sobre el proceso de Biodigestión realizado durante la fase del uso del laboratorio físico, se describen a continuación.

“conforme al trabajo que se realizó, nos pudimos dar cuenta que existen variables que afectan de manera directa el proceso de digestión anaerobia de la pulpa de café.”

“la temperatura influye en el crecimiento y supervivencia de las bacterias, usualmente una alta temperatura afecta la velocidad y el crecimiento de las bacterias metanogénicas, afectando así el proceso de producción de biogás.”

“uno de los factores limitantes en el proceso de Biodigestión, es la acidez del sistema, ya que cuando esta se altera hace que la producción de biogás pare y no se den los resultados esperados del proceso.”

“la presencia de oxígeno afecta directamente la producción de biogás, ya que cuando este entra al sistema, las bacterias empiezan a morir, y la producción de biogás se detiene, es por eso que el proceso se debe llevar a cabo sin la presencia de oxígeno, osea anaeróbico.”

“si se agrega al sistema un digestato como el excremento de cerdo, se puede observar que la producción de biogás aumenta, ya que este posee bacterias metanogénicas que ayudan con este proceso.”

Este tipo de transcripciones, permiten evidenciar el impacto positivo que tuvo en los estudiantes, el desarrollo de las guías de trabajo en el laboratorio físico. Las cuales fueron claves para obtener los resultados de la prueba evaluativa. De igual forma es una buena manera de establecer por qué la habilidad de formular conclusiones y analizar datos, fue una de las habilidades más fortalecidas de la competencia de indagación, según la prueba evaluativa, aplicada a los estudiantes de grado décimo.

Por otro lado, una de las habilidades donde se encontró una mayor dificultad, fue en la de formulación de hipótesis, en esta habilidad no hay un avance en los estudiantes, igual al que se observa en el desarrollo de otras habilidades. Los resultados encontrados en la prueba evaluativa, que no son del todo malos, permiten evidenciar como los pocos estudiantes que no logran avanzar hacia un nivel superior es porque presentan una gran dificultad en cuanto al concepto de hipótesis, pues no logran identificar las posibles hipótesis que se pueden establecer dentro de la problemática generada, o si las identifican no logran relacionarlas con la problemática establecida, otros estudiantes simplemente confunden o formulan las hipótesis como preguntas problemas.

Esta misma situación se encuentra con la habilidad de planificación de la investigación, los resultados permiten observar que a pesar de que hay un gran número de estudiantes que logran avanzar hacia un nivel superior, también es evidente que ese nivel no les permite realizar diseños experimentales con los que puedan comprobar sus hipótesis. Esta habilidad busca que el estudiante

sea propositivo en cuanto al diseño de actividades experimentales, con las que podrá dar una posible solución a una situación problema, y es ahí donde se maximiza esta falencia, pues a los estudiantes de la I.E les cuesta mucho ser propositivos, ya que siempre están buscando la ayuda del docente, con el ánimo de que sea este el que les proporcione las respuestas para que ellos puedan solucionar la problemática planteada en el texto.

En esta parte es importante mencionar que los modelos propuestos por los estudiantes para realizar el proceso de biodigestión y que se analizaron durante la fase 2 del capítulo anterior (Análisis de datos), no fueron propuestos directamente por ellos. Estos fueron adaptados de un estudio que ya había sido realizado por Espinoza (2017), el cual, se les entregó a ellos de forma física, para que a partir de un proceso de lectura pudieran establecer el posible diseño experimental, pues los modelos propuestos hasta ese momento por los estudiantes no permitían determinar efectivamente la veracidad de las hipótesis formuladas por ellos mismos. Esta situación también es una evidencia de la problemática que desde el inicio tienen los estudiantes, para proponer diseños experimentales, situación que se corrobora con los resultados obtenidos en la P.E.

En cuanto al trabajo virtual realizado por los estudiantes, tanto con los laboratorios virtuales los cuales fueron desarrollados utilizando la plataforma Cloud Labs, y el proceso de simulación realizado gracias a un programa diseñado por ellos y que luego es ejecutado por la tarjeta micro bit, se pudo observar un muy buen trabajo de parte de los grupos de estudiantes. Las guías propuestas en la plataforma Cloud Labs, y la guía utilizada para realizar el proceso de programación, están encaminadas más a fortalecer habilidades como, registro de datos, análisis de datos, formulación de conclusiones, identificación de variables, todo esto siempre a partir de una situación problema que se les plantea al iniciar cada guía.

Las otras habilidades, como planificación de una investigación y formulación de hipótesis, no se estudian directamente, pues ya hay un diseño experimental establecido en cada práctica que el estudiante debe llevar a cabo con el ánimo de darle solución a la problemática que la guía le plantea. Por lo tanto, los estudiantes no proponen diseños experimentales ni formulan hipótesis durante esta etapa de trabajo virtual. En este sentido, para estas habilidades solo se trabajan a partir del trabajo en el laboratorio físico.

Esta situación, ayuda a identificar el porqué de los mejores resultados de los estudiantes, en la prueba evaluativa, sobre todo en el fortalecimiento de habilidades propias de la competencia

indagación, como: identificación de problemas, identificación de variables, recogida y procesamiento de datos, análisis de datos y obtención de conclusiones argumentadas.

Por otro lado, en el caso del trabajo virtual, se puede observar como en el informe el cual presentan los grupos de trabajo, al finalizar la implementación de la estrategia pedagógica, logran establecer una relación entre el trabajo práctico que se realiza en este entorno y el trabajo práctico realizado de forma física, la relación que establecen los estudiantes, se puede observar en la siguiente transcripción de un texto escrito por ellos, en la cual expresan la idea que tienen acerca de esta articulación.

“el trabajo realizado con los laboratorios virtuales, es muy similar al físico, ya que en los dos hay una pregunta de investigación por resolver, en los dos laboratorios se puede observar que utilizan sustratos, bacterias y variables. También se observa que en ambos laboratorios se lleva un tiempo para realizar el proceso de fermentación de cada sustrato, pero aquí hay una pequeña diferencia, y esta se debe a que, en el virtual, el tiempo simulado que tarda el proceso es menor, comparado con el tiempo bastante largo para el proceso de producción de biogás, en este proceso del biogás a las bacterias se les llama metanogénicas y el sustrato es la pulpa de café”

Con esta información es claro que la estrategia de articulación del laboratorio físico con el laboratorio virtual, dio buenos resultados en cuanto al fortalecimiento de las habilidades que son propias de la competencia de indagación, esto les permitió a los estudiantes, en su gran mayoría, tener un avance significativo en el nivel de esta competencia científica. Ahora bien, a pesar de que el objetivo de este trabajo de investigación era el de implementar una estrategia que permita fortalecer en los estudiantes el estado de su competencia de indagación, también se busca, que, al trabajar el laboratorio bajo la metodología de resolución de problemas, ellos puedan a partir de esta práctica formular algunas soluciones a la problemática que se presenta en su propio contexto.

Ante esto, también se observa que el trabajo realizado presenta a los estudiantes una forma diferente, de afrontar la problemática que durante muchos años se ha vivido en la región donde se encuentra la I.E. De esta forma se puede evidenciar como ellos, después de haber implementado la estrategia pedagógica, se vuelven más propositivos y activos al momento de formular soluciones a la problemática de la mala disposición de los residuos sólidos orgánicos (pulpa de café) en su comunidad. Como prueba de ello, me permito transcribir una parte de un texto que se encuentra en el informe realizado por uno de los grupos de trabajo, esta transcripción permite observar los aportes significativos que tuvo este trabajo en aras de afrontar la problemática que durante mucho tiempo afecta la región.

“...Por otra parte, el proceso ayudó a que en esta zona cafetera se le pueda dar un buen uso a los residuos orgánicos, y no que fueran desechados como la pulpa de café, dándole solución a la problemática que por mucho tiempo ha estado presente y que como consecuencia genera la contaminación de las fuentes hídricas, lo que se requiere con este procedimiento es que los habitantes y productores de café, no solo se enfoquen en producir el café sino que también le den el uso adecuado a la materia prima que sale de él, darles a conocer los diferentes sistemas que se pueden realizar con lo que ellos consideran un desecho y motivar a los caficultores a generar ingresos no solo con la producción de café sino también con un buen uso de su materia prima”

Por último, es importante establecer que este trabajo de investigación se presentó durante una feria de ciencia que se realiza anualmente en el municipio de Rosas Cauca.

Figura 47. Evidencia de la exposición del trabajo realizado por los estudiantes en una feria municipal de ciencias



Fuente. Propia

Durante esta presentación, se pudo observar como los estudiantes manejan de buena manera toda la información suministrada en este trabajo de investigación realizado por ellos, tanto en el laboratorio físico, en el laboratorio virtual y en el proceso de programación realizado con la micro bit. Este trabajo fue expuesto a diferentes personalidades del municipio, de quienes se recibieron muy buenos comentarios, los cuales, buscan que los estudiantes sigan con este proyecto, comprometiéndose a apoyarlos, para que el próximo año este pueda ser implementado en la Institución como un proyecto productivo, el cual, beneficie económicamente, socialmente y ambientalmente a toda la comunidad educativa.

En forma de síntesis, y teniendo como referencia los resultados obtenidos, producto de este trabajo llevado a cabo en la I.E, se puede observar como inicialmente todos los estudiantes que participaron en esta investigación, y a los que se le aplicó de la prueba diagnóstica, presentan los niveles más bajos de la competencia de indagación. Este nivel, el cual se obtiene mediante un análisis realizado a las respuestas de los estudiantes a la P.D, para lo cual se utiliza el test NPTAI propuesto por Ferres, Marba y Sanmartí (2014), coincide con los niveles encontrados de los estudiantes, en el trabajo de investigación realizado por estos mismos autores. Es así como se establece que la forma como se está llevando a cabo el proceso de enseñanza de las ciencias, no es el más propicio, cuando lo que se requiere es desarrollar y/o fortalecer en los educandos las competencias científicas, sobre todo la competencia de indagación. Ahora bien, si se analizan los resultados obtenidos en los dos trabajos, tanto el realizado por Ferres y Marba y Sanmartí (2014) como el que se llevó a cabo en esta investigación, se puede observar como los estudiantes de nuestra I.E, presentan un nivel de competencia y un desarrollo de habilidades que se encuentran por debajo de los niveles encontrados en los estudiantes a los que Ferres y Marba aplicaron su test. Es por todo esto que se aplica una estrategia de enseñanza que le pueda permitir a los estudiantes de nuestra I.E desarrollar y/o fortalecer la competencia de indagación científica.

La estrategia pedagógica que se utiliza en esta investigación, la cual busca fortalecer en los estudiantes de grado décimo la competencia científica de indagación, propone un proceso de articulación del trabajo en el laboratorio en sus dos modalidades, físico y virtual. esta articulación se realiza mediante una serie de actividades que conllevan a que los estudiantes puedan desarrollar habilidades que son propias de la competencia de indagación, logrando de esta manera fortalecer en los educandos la competencia en estudio. Dentro de las habilidades que se buscan desarrollar, se encuentran, identificar problemas y/o formular preguntas de Investigación, formular hipótesis, identificar variables, proponer diseños experimentales, recoger datos, analizar datos y formular conclusiones, metareflexión. En este sentido, se propone entonces una actividad práctica de laboratorio basada en los criterios propuestos por (Fay, Grove, Towns & Bretz, 2007) y (Tamir & García, 1992) quienes establecen que para lograr un buen desarrollo de la competencia indagativa, se debe partir de proporcionarle al estudiante un fenómeno, luego él debe elegir el problema a explorar, desarrollar un procedimiento para investigar el problema, recoge los datos y los interpreta para proponer soluciones viables.

La actividad práctica de laboratorio que se lleva a cabo con los estudiantes, parte de una problemática real, que los educandos la reconozcan y la viva a diario en su comunidad, de esta forma se cumple lo que plantea (González & Crujeiras, 2016) y (Marín, 2008), quienes establecen la importancia de implementar prácticas de laboratorio en el proceso de enseñanza-aprendizaje, donde estas, deben estar diseñadas a partir de problemas que sean propios y auténticos para los estudiantes, de esta forma se logran alcanzar el objetivo propuesto. Partiendo de esto, la actividad práctica de laboratorio se divide en dos etapas, la primera empieza con el desarrollo de actividades a través del laboratorio físico y en la segunda se desarrollan actividades a través del laboratorio virtual.

Es así como se empieza con la aplicación de 7 guías diseñadas para ser trabajadas a través del laboratorio físico. Estas guías se diseñan teniendo en cuenta lo que establece (Sanmiguel, 2016), (Barrera y Cristancho, 2017), (González & Crujeiras, 2016), estos autores mencionan la importancia de partir de situación problema, donde los estudiantes a partir de alguna información suministrada deben tratar de darle una posible solución a dicha problemática, de esta manera se contribuye al fortalecimiento de la competencia indagativa. En este sentido, las guías diseñadas giran en torno a una problemática la cual se vive en la comunidad donde se encuentra ubicada la I.E. los estudiantes forman grupos de trabajo y empiezan con el desarrollo de las actividades propuestas en cada una de estas guías, en este momento es importante establecer que cada unidad de trabajo está diseñada para fortalecer las habilidades que son propias de la competencia de indagación.

En esta parte del trabajo, el docente a través de la observación participante, guía el proceso que llevan a cabo los estudiantes, se analizan los cuadernos y las guías donde se desarrollan las actividades propuestas para esta fase. Aquí se observa una buena participación de los estudiantes, como de a poco se va perdiendo el temor a participar y a expresar sus ideas, en los escritos se logra detectar el avance en cuanto al conocimiento que van adquiriendo los estudiantes, la forma como va cambiando su redacción, volviéndola un poco más técnica y más acorde al trabajo que están realizando. También se observa un buen grado de responsabilidad y compromiso con la etapa de recolección de datos, esta parte se da durante el desarrollo de la guía 5 y la guía 6. Ahora bien, también se presentaron inconvenientes con un estudiante, el cual, al no ver resultados de forma rápida en el proceso de Biodigestión que se estaba llevando a cabo, se resistía a seguir participando de este proceso de investigación, con él, fue necesario realizar una etapa de diálogo donde se

después de un tiempo, el estudiante entendió y comprendió el proceso que se estaba llevando a cabo y siguió participando de forma voluntaria de las actividades que faltaban por realizar.

Durante el desarrollo de la guía número 5 y la guía número 6, las cuales se trabajan a través del laboratorio físico y que fueron diseñadas para desarrollar las habilidades de proponer un diseño experimental y recoger datos del experimento, se realiza el proceso de articulación con el trabajo en el laboratorio virtual. Esto se decide realizarlo en este momento, ya que los estudiantes con el trabajo realizado con las otras guías, han logrado adquirir unos conocimientos que les permite entender de mejor manera la temática que se trata en este entorno virtual, además, se cuenta con el tiempo necesario, ya que en este momento los estudiantes solo están dedicados a la toma de datos del experimento que se está realizando de forma física, este es un proceso que dura cerca de 30 días y lo pueden hacer en cualquier momento de la jornada escolar o en horario extraclase. El laboratorio virtual que se trabaja con los estudiantes consta de dos etapas, en la primera los educandos desarrollan tres laboratorios virtuales que se encuentran propuestos en una plataforma llamada Cloud Labs. En la segunda etapa del laboratorio virtual se trabaja a través de la estrategia del pensamiento computacional, en esta parte los estudiantes diseñaron un programa el cual se ejecuta a través de una micro bit, donde esta simula el funcionamiento de un termómetro, indicando como se afecta el proceso de Biodigestión cuando se altera la variable temperatura.

Esta etapa de trabajo con el laboratorio virtual también es importante, ya que como lo establece (Sanmiguel, 2016) y (Rincón, 2016), el uso de herramientas TIC en el proceso de enseñanza aprendizaje ayudan a que los estudiantes fortalezcan sus competencias científicas y en especial, la competencia de indagación. En cuanto al desarrollo de los tres laboratorios virtuales propuestos en la plataforma Cloud Labs, se pudo observar como los estudiantes presentaron alguna dificultad con el primer laboratorio propuesto, esto se puede evidenciar con los puntajes obtenidos por cada grupo de trabajo, el número de intentos que realizaron para poder culminar satisfactoriamente la práctica virtual y el número de errores que tuvieron en el momento de contestar las preguntas formuladas en la guía. ya en el desarrollo del segundo y del tercer laboratorio virtual, no se observan esas dificultades, los puntajes aumentan, el número de intentos se reduce y hay un mayor grado de acierto en las respuestas a las preguntas formuladas en cada guía. Estos datos se toman de los reportes que genera la plataforma una vez los estudiantes han logrado finalizar el laboratorio virtual.

En cuanto al uso de la estrategia del pensamiento computacional, se pudo observar que esta requirió de un mayor acompañamiento por parte del docente al trabajo que se les planteó realizar a los estudiantes. Esto es de esperar, pues los educandos nunca han tenido algún tipo de experiencia en el proceso de diseño de programas. Una vez realizadas con los estudiantes las dos actividades (desconectada y conectada) propuestas para esta etapa del trabajo, proceden entonces a realizar el programa, utilizando la plataforma make code, el cual será simulado después a través de la micro bit. En esta parte se observa una buena participación por parte de cada uno de los grupos de trabajo, ellos logran realizar unos programas sencillos los cuales son bien ejecutados por la tarjeta micro bit. Por último, deben resolver el problema que se les planteó inicialmente, en esta parte se recogen los programas diseñados por cada grupo y se escogió el que mejor respondió al proceso de simulación requerido, este proceso de simulación es realizado por la tarjeta micro bit. Es importante establecer en este momento que durante todo el proceso de diseño de los programas se debió realizar un acompañamiento a cada uno de los grupos por parte del docente, proceso que no se llevó a cabo durante el desarrollo de los laboratorios virtuales propuestos en la plataforma Cloud Labs.

Una vez culmina la etapa de implementación pedagógica, la cual consiste en la articulación del trabajo en el laboratorio físico con el trabajo en el laboratorio virtual, se procede a la aplicación de la prueba evaluativa, con ella lo que se busca es determinar si la estrategia utilizada si cumplió el objetivo, el cual era fortalecer en los estudiantes la competencia de indagación científica. Esta prueba evaluativa consta del mismo número y las mismas preguntas formuladas en la prueba diagnóstica, estas pruebas se adaptan de un test diseñado por Ferres y Marba (2017). Para el caso de la prueba evaluativa lo que se cambia es el contexto de la pregunta, pues esta ahora se formula teniendo en cuenta todo el proceso realizado por los estudiantes tanto en el laboratorio físico como en el laboratorio virtual.

Los resultados obtenidos permiten evidenciar como un alto porcentaje de los estudiantes logran fortalecer su nivel de competencia indagativa, algunos en un mayor nivel que otros. Con la aplicación de esta prueba no se observan estudiantes que se encuentren en el nivel más bajo de la competencia de indagación, situación que si se lograba evidenciar con los resultados obtenidos en la prueba diagnóstica. A pesar de que no hay estudiantes en el mayor nivel de esta competencia que es el de indagador, si hay 4 estudiantes que logran llegar al nivel de indagador inseguro. En cuanto al desarrollo de las habilidades que son propias de esta competencia científica, se pudo

observar como todas ellas se logran fortalecer de una buena manera, sin embargo, hay habilidades como la formulación de preguntas, planteamientos de hipótesis y formulación de un diseño experimental que le siguen presentando algún tipo de dificultad a algunos estudiantes. Las otras habilidades como la identificación de variables, recolección de datos, análisis de datos y formulación de conclusiones y la metareflexión, se fortalecen en la gran mayoría de estudiantes, estas habilidades son las que más trabajan durante la implementación del trabajo virtual.

Por lo tanto, se considera que esta fase del trabajo virtual realizado con los estudiantes, complementa de una buena forma el trabajo que se realiza en el laboratorio físico. Estos resultados obtenidos logran establecer una relación directa con lo que plantea González y Crujeiras (2016) y Quiñónez, Benítez y Alba (2015), quienes ven en la experimentación y el uso de actividades prácticas de laboratorio, una buena estrategia cuando se fortalece la competencia de indagación se trata. Obviamente estas prácticas deben estar alejadas de las que normalmente se vienen utilizando en el aula de clases, las cuales son simplemente de comprobación teórica. Estas se deben diseñar a partir de un problema que le sea familiar al estudiante, de esta forma el estudiante se motiva y busca generar estrategias que le puedan brindar una buena solución a dicha problemática que afecta su comunidad, de esta forma el educando se vuelve parte activa en el proceso de enseñanza-aprendizaje, pues es el quien empieza a construir su propio conocimiento, generando de esta forma un aprendizaje que le es más significativo.

Capítulo V. Conclusiones

Después de realizar el estudio, el cual permite identificar si la estrategia pedagógica de articulación del trabajo en el laboratorio físico y el trabajo en el laboratorio virtual, logra fortalecer el nivel de la competencia de indagación que tienen los estudiantes de la I.E, se hace conveniente formular algunas conclusiones obtenidas de esta investigación. Para ello es necesario considerar los siguientes aspectos, el nivel de competencia de indagación obtenido por los estudiantes y determinado a partir de la prueba evaluativa, los aportes que tuvo cada uno de los elementos utilizados en la estrategia pedagógica, de igual forma, se deben tener en cuenta las debilidades presentadas durante el desarrollo de este trabajo y, por último, la necesidad e importancia de realizar este tipo de investigaciones en el campo de la educación en ciencias naturales.

En este sentido, se pudo observar con los resultados obtenidos en la prueba evaluativa, como el nivel de la competencia de indagación en los estudiantes de grado décimo, mejoró después de haber implementado la estrategia pedagógica. Inicialmente la gran mayoría de estudiantes se encontraban en el nivel más bajo de esta competencia, esto fue determinado a partir de la prueba diagnóstica aplicada a los estudiantes. Los datos obtenidos de esta investigación permiten observar como de los 15 estudiantes evaluados, 14 logran avanzar a un nivel superior esta competencia. De esta forma, se puede evidenciar como una vez realizado por completo todo este trabajo de investigación, no se encuentran estudiantes que se estén en este bajo nivel de la competencia científica de indagación. Es así, como se puede establecer que la estrategia pedagógica utilizada, si genero los cambios que se querían producir en los estudiantes que participaron en esta investigación.

En cuanto a los elementos utilizados durante la implementación de la estrategia pedagógica, se pudo observar como cada uno de ellos hace un aporte fundamental en el proceso de fortalecimiento de la competencia de indagación. Con las guías diseñadas para ser desarrolladas mediante el trabajo en el laboratorio físico, su puede observar cómo las metas de aprendizaje propuestas para cada una de ellas, se lograron cumplir. Para poder determinar esta situación, fue importante el proceso de observación que se realizó durante cada sesión de trabajo y la revisión de los cuadernos e informes donde los estudiantes hacían el seguimiento respectivo al trabajo de investigación desarrollado por ellos.

De igual forma, el trabajo práctico realizado utilizando los diferentes entornos virtuales, también tienen su gran aporte al proceso de fortalecimiento de la competencia indagativa. Los

objetivos propuestos para cada una de ellas se logran cumplir de gran manera, esto es evidente con los reportes generados por la plataforma de los laboratorios virtuales y también por la simulación correcta que realizó la micro bit al programa realizado por los mismos estudiantes. Ahora bien, en cuanto al desarrollo las habilidades propias de la competencia de indagación, se puede observar un mejor avance en los estudiantes, en aquellas habilidades, donde el trabajo propuesto para ser desarrollado de forma virtual, complementa el trabajo práctico en el laboratorio físico.

Esto es evidente con algunas habilidades como la identificación de problemas, identificación de variables, recogida de datos, análisis de datos y obtención de conclusiones, estas habilidades son las que más están sujetas a ser fortalecidas mediante el trabajo virtual llevado a cabo en esta investigación. Las guías y el trabajo realizado en este tipo de entornos, complementa el trabajo propuesto en las guías diseñadas para ser trabajadas en el laboratorio físico, de ahí que los mejores resultados obtenidos por los estudiantes en la prueba evaluativa se presentan para estas habilidades, las cuales, contribuyen de gran manera en el mejoramiento del nivel de la competencia de indagación en los educandos.

Por otra parte, durante el desarrollo de los dos tipos de laboratorios, físico y virtual, se observa inicialmente una buena disposición de los estudiantes para realizar este tipo de trabajos. Sin embargo, el tiempo utilizado para empezar a obtener los resultados que se pretenden durante el trabajo en el laboratorio físico, empieza a generar serias dificultades en algunos estudiantes, pues estos al no ver resultados de forma inmediata, empiezan a perder un poco el interés sobre el trabajo que se está realizando. Para controlar este tipo de situaciones, es muy importante el diálogo constante que se debe tener con los estudiantes, que entiendan que todo hace parte de un proceso y que, para obtener unos buenos resultados, es importante desarrollar en ellos, algunas virtudes como la paciencia y la tolerancia.

Este tipo de situaciones no se presentan con el uso de los entornos virtuales, pues en este tipo de prácticas, los resultados son inmediatos en comparación con los resultados que se obtienen en el laboratorio físico. En este caso, es importante lograr que los estudiantes puedan relacionar, entre lo que se trabaja en el laboratorio físico y lo que se trabaja de forma virtual, esto con ánimo de evitar que se caiga en lo más simple, que es el de querer elegir a uno por encima del otro, pues lo que se busca en este trabajo es todo lo contrario. Donde a partir de las ventajas que cada uno de los entornos, físico y virtual, ofrecen, se encuentre un punto de articulación que les permita a ellos

entender de una mejor manera el proceso de investigación que están llevando a cabo, y por esa misma vía de forma implícita se vaya fortaleciendo su nivel de competencia de indagación.

La estrategia de articulación del trabajo en el laboratorio físico y el laboratorio virtual, permite observar en los estudiantes, no solamente un avance en cuanto al fortalecimiento de la competencia de indagación, sino también un cambio de actitud en la forma de afrontar el proceso de aprendizaje de las ciencias naturales. De esta forma, se destaca que los estudiantes, durante el desarrollo de todas las actividades programadas tanto para ser llevadas a cabo en laboratorio físico y el laboratorio virtual, empiezan a tener unas posturas más críticas y propositivas en aras de buscar una posible solución a la problemática planteada inicialmente. Esto se hace evidente durante las etapas de socialización que en cada una de las guías diseñadas se debe desarrollar por parte de los estudiantes, además de la revisión de los cuadernos y el informe final presentado por cada uno de los grupos de trabajo.

Es por esto que seguir con la implementación de este tipo de estrategias, en las clases de ciencias, es fundamental para poder despertar en los estudiantes ese sentido crítico, participativo y propositivo, que deben tener, para poder afrontar desde el aula de clases las diversas problemáticas que a diario se presentan en sus propios contextos. De igual manera, con su aplicación, se sigue contribuyendo en el fortalecimiento de habilidades que son propias de la competencia científica de indagación. Pues es claro que, con la sola implementación de esta estrategia, se logró obtener un buen resultado en cuanto al fortalecimiento del nivel de esta competencia en los estudiantes. Por lo tanto, el continuar desarrollando este tipo de actividades, contribuirá a que los educandos puedan en un momento determinado, alcanzar el máximo nivel de desarrollo de la competencia científica de indagación.

Referencias

- Acevedo, J. (1996). Cambiando la Práctica Docente en la Enseñanza de las Ciencias a través de CTS. *Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación la Ciencia y la Cultura*.
- Arizmendy, O. L. (2016). Estrategias Pedagógicas para el Fortalecimiento de la Competencia de Indagación en el Área de Ciencias Naturales y Educación Ambiental. *Tesis de Maestría. Universidad Autónoma de Bucaramanga. Bucaramanga*.
- Barrera, C., & Cristancho, S. (2017). Desarrollo de la Competencia Indagación en Ciencias Naturales. *Educación y Ciencia*, 27-41.
- Bateca, A., & Torrado, S. (2018). Unidad Didáctica para Fortalecer la Competencia Indagación en Biología de los Estudiantes de Grado Noveno en la Institución Educativa Juan Pablo I. *PAIDEIA, Universidad Sur Colombiana, Facultad de Educación*.(23), 168-182.
- Borja, C., & Arteta Vargas, J. (2015). Competencias Científicas que Propicias los Docentes de Ciencias Naturales. *Zona Próxima, Revista del Instituto de Estudios en Educación, Universidad del Norte, Barranquilla Colombia*.(23), 131-144.
- Bustamante, R., Londoño, T., & López, L. (2017). Desarrollo de la Competencia Científica Indagar a través de la Implemantación de una Secuencia Didáctica sobre la Irritabilidad en los Seres Vivos. *Universidad del Norte, Maestría en Educación, Barranquilla Atlántico*.
- Caamaño, A. (2012). ¿Cómo introducir la indagación en el aula? *Alambique. Didáctica de Las Ciencias Experimentales*, 70, pp. 83-91.
- Camacho, H., Casilla, D., & Finol de Franco, M. (2008). La Indagación: Una Estrategia Innovadora Para el Aprendizaje de Procesos de Investigación. *Revista de Educación*, 14(26), 284-306.
- Cañas, A., Díaz, M., & Niedo, J. (s.f.). Competencia en el conocimiento y la interacción con el mundo físico. La competencia científica. *Madrid: Alianza Editorial*.

- Cárdenas, K., & Zapata, A. (2016). *Enseñanza de las reacciones químicas mediante una alternativa renovable que fomente la cultura científica y ambiental*. Bogota D.C, Colombia: Trabajo de grado Universidad Pedagógica Nacional.
- Cassanovas, G., Reymundo, F., & Roberto, S. (2019). Guía teórico-práctica sobre el biogas y los biodigestores. *Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la agricultura*, 1-74.
- Castro, S., & Ramírez, G. (2013). Enseñanza de las Ciencias Naturales para el Desarrollo de Competencias Científicas. *Amazonía Investiga*, 2(3), 30-53.
- Cataldi, Z., Chiarenza, D., Dominighini, C., & Lage, F. (2011). Clasificación de Laboratorios Virtuales de Química y Propuesta de Evaluación Heurística. *Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Buenos Aires*.
- Chiecher, A. C. (2020). Competencias digitales en estudiantes de nivel medio y universitario. ¿Homogéneas o heterogéneas? *Praxis Educativa*, 24(2), 1–14.
- Chona, G., Arteta J., Fonseca, G., Ibáñez, X., Martínez, S., Pedraza, M., & Gutiérrez, M. (2006) ¿Qué competencias científicas desarrollamos en el aula? *Revista TEΔ Tecné, Episteme y Didaxis*, (20), 62-79.
- Cifuentes, G., Cortez, B., Garzón, M., & González, P. (2020). Desarrollo de las Competencias Indagación y Explicación a través de prácticas de aulas basadas en la enseñanza para la comprensión. *Cultura, Educación y Sociedad.*, 87-109.
- Couso, L. (2014). De la Moda de "Aprender Indagando" a la Indagación para Modelizar: Una Reflexión Crítica. *Departamento de Didáctica de las Matemáticas y las Ciencias Experimentales, Universidad Autónoma de Barcelona*.
- Crujeiras, B., & Jiménez, M. (2015). Desafíos Planteados por las Actividades Abiertas de Indagación en el Laboratorio: Articulación de Conocimientos Teóricos y Prácticos en las Prácticas Científicas. *Enseñanza de las Ciencias*, 33(1), 63-84.
doi:<http://dx.doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1469>

- Delgado Angulo. (2002). Aprender a Enseñar Ciencias con un modelo constructivista. *Trabajo de Grado realizado para obtener el Título de Doctor. Universidad Autónoma de Barcelona. Departamento de Didáctica de la Matemática y las Ciencias Experimentales.*
- Duarte, J. (2009). Ambientes de Aprendizaje: Una Aproximación Conceptual. *Revista Iberoamericana de Educación.*
- Edith, N. (2015). *Habilidades de indagación que promueven las actividades prácticas de laboratorio presentes en los libros de texto de Ciencias Naturales* Noviembre 2015, 1–8.
- Espinoza, H. D. L. (2017). Aprovechamiento De Pulpa De Café Para La Producción De Biogás En Un Reactor Flujo Pistón. *Universidad Pontificia Bolivariana*, 9(5), 1–56.
- Fay, M., Grove, N., Towns, H., & Bretz, S. (2007). A Rubric to Characterize Inquiry in the Undergraduate Chemistry Laboratory. *Chemestry Education Resarch and Practice*, 8(2), 212-219.
- Fernández Marchesi, N. (2018). Actividades Prácticas de Laboratorio e Indagación en el Aula. *TED*(44), 203-218.
- Fernández, I., Pires, D., & Villamañan, R. (2014). Educación Científica con Enfoque Ciencia-Tecnología-Sociedad-Ambiente. Construcción de un Instrumento de Análisis de las Directrices Curriculares. *Formación Universitaria*, 7(5), 23-32.
- Ferres, C., Marba, A., & Sanmartí, N. (2014). Evaluación de la Competencia de Indagación Científica de los Bachilleres. *Departamento de Didáctica de las Matemáticas y las Ciencias Experimentales de la Universidad Autónoma de Barcelona*, 899-907.
- Ferrés, G. (2017). El Reto de Plantear Preguntas Científicas Investigables. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias.*, 14(2), 410-426.
- Ferrés, G., & Marba, T. (2017). Evaluación de Habilidades de Indagación. *Enseñanza de las ciencias Numero Extraordinario*, 1241-1247.
- Ferres, G., Marba, T., & Sanmartí, P. (2015). Trabajos de Indagación de los Alumnos: Instrumentos de Evaluación e Identificación de Dificultades. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de Ciencias.*, 22-37.

- Fiad, S., & Galarza, O. (2015). El Laboratorio Virtual como Estrategia para el Proceso de Enseñanza-Aprendizaje del Concepto de Mol. *Formación Universitaria, Universidad Nacional de Catamarca, Argentina.*, 8(4), 3-14.
- Franco Zenior, Z. (2020). La Biotecnología como Estrategia Pedagógica en la Enseñanza-Aprendizaje de las Ciencias Naturales en Básica Secundaria. *Revista Q*, 11(22), 94-102.
- Franco-Mariscal, A. (2015). Competencias científicas en la enseñanza y el aprendizaje por investigación. Un estudio de caso sobre corrosión de metales en secundaria. *Enseñanza de las Ciencias.*, 33(2), 231-252.
- Gallego, G. (2018). fortalecimiento de las competencias científicas (me aproximo al conocimiento como científico) en el área de ciencias naturales, mediante la aplicación de una secuencia didáctica basada en la indagación, en estudiantes de grado sexto y séptimo de la institución educativa técnica comercial san Juan Bosco del municipio de san Luis. *Tesis de maestría. Ibagué, Tolima. Universidad del Tolima. Facultad de Educación.*
- García Ruiz, M. (2001). Las actividades experimentales en la escuela secundaria. *Perfiles Educativos*, 23(94), 70–90.
- Garritz, A. (2010). Indagación: Habilidades para desarrollarla y promover el aprendizaje. *Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Química.*, 106-110.
- Gómez , M., Canu, M., & Duque, M. (2020). *Programación para niños y niñas. Comunidades de aprendizaje*. Bogotá: Computadores para Educar y el British Council.
- González, L., & Crujeiras, B. (2016). Aprendizaje de las Reacciones Químicas a través de Actividades de Indagación en el Laboratorio sobre Cuestiones de la Vida Cotidiana. *Enseñanza de las Ciencias.*, 34(3), 143-160.
- Gordillo, M. (2017). *El Enfoque CTS en la enseñanza de la Ciencia y la Tecnología*. Asunción, Paraguay: Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.
- Guzmán, N. (2016). La Utilidad del Laboratorio de Ciencias Como un Ambiente de Aprendizaje en un Contexto de Resolución de Problemas. *Universidad del Valle, Instituto de Educación y Pedagogía, Maestría en Educación- Énfasis en Enseñanza de las Ciencias.*

- Hernández, R., Fernández, C. & Baptista, P. (2010). *Metodología de la Investigación*. México: Editorial McGraw Hill.
- Herron, M. (1971). The Nature of Scientific Enquiry. *School Review*, 79, 171-212.
- Instituto Colombino para el Fomento de la Educación Superior, ICFES., I. C. (2007). Fundamentación Conceptual Area de Ciencias Naturales. Bogotá.
- Instituto Colombino para el Fomento de la Educación Superior, ICFES., I. C. (2007). Sistema Nacional de Evaluación Estandarizada de la Educación, Alineación del Examen Saber 11. Bogotá.
- Infante Jiménez, C. (2014). Propuesta Pedagógica para el Uso de Laboratorios Virtuales como Actividad Complementaria en las Asignaturas Teórico-Prácticas. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 19(62), 917-937.
- Isaza, G. (2017). Diseño de una estrategia didáctica mediada por la experimentación y el trabajo colaborativo en el laboratorio para promover el desarrollo de competencias científicas básicas en ciencias naturales. *Universidad Nacional de Colombia, Maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales*.
- Llopis, M. (2018). *Competencia digital y pensamiento computacional en el grado de maestro en Educación Primaria*. Octubre.
- Marín, M. (2008). El Trabajo Experimental en la Enseñanza de la Química en Contexto de Resolución de Problemas en el Laboratorio. *Tesis de Maestría, Santiago de Cali, Universidad del Valle, IEP*.
- Martínez, L., & Rojas, A. (2006). Estrategia Didáctica con Enfoque Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente, para la Enseñanza de Aspectos de Bioquímica. *TEA*(19), 44-62.
- Martin-Hansen, L. (2002). Defining Inquiry. *The Sience Teacher*, 34-37.
- Ministerio De Educación Nacional. 2005. El sentido de educar y el oficio docente. *Revista Alfarero Colombia*. Recuperado de <https://goo.gl/PcGRL2>

- Moro, L., Maris, S., Aprendizaje de Ciencias Naturales Mediado con TIC: Estudio de caso de una Experiencia Innovadora. *Universidad Nacional de Mar del Plata. Facultad de Ingeniería. Argentina.*
- Murillo, M., & Tirado, E. (2020). Enfoque Ciencia Tecnología Sociedad y Ambiente CTSA como Estrategia para el Aprendizaje de la Química en Estudiantes de Secundaria. *Cultura, Educación y Sociedad*, 11(2), 251-284. doi:<http://dx.doi.org/10.17981/cultedusoc.11.2.2020.17>
- Nájera, J. Méndez, V. (2007). Ventajas y Desventajas de usar Laboratorios Virtuales en Educación a Distancia: la opinión del estudiante en proyecto de seis años de duración. *Revista Educación* 31 (1), 91-108.
- Nieves, F. T. (2016). *LABORATORIOS VIRTUALES COMO ESTRATEGIA PARA LA ENSEÑANZA DE LA QUIMICA*. <https://recursos.educoas.org/sites/default/files/5208.pdf>
- Pavón Martínez, F. y Martínez-Aznar, M.M. (2014). *La metodología de resolución de problemas como investigación (MRPI): una propuesta indagativa para desarrollar la competencia científica en alumnos que cursan un programa de diversificación*. Enseñanza de Las Ciencias.
- Perilla I, Naranjo N. (2019). *Prueba de ciencias naturales, Marco de Referencia para la evaluación, ICFES*. 14.
- Pósito, R., (2012). El Problema de Enseñar y Aprender Ciencias Naturales en los nuevos Ambientes Educativos. *Tesis de Maestría. Universidad Nacional de la Plata. Facultad de Informática.*
- Quiñonez Aparicio, B. S. (2016). La Experimentación como Estrategia para el Desarrollo de la Competencia Científica Indagativa. *El Centauro*, 43-54.
- Ríos, E., & Solbes, J. (2007). Las Relaciones CTSA en la Enseñanza de la Tecnología y las Ciencias: Una Propuesta con Resultados. *Revista electrónica de la Enseñanza de las Ciencias.*, 6(1), 32-55.
- Roa Acosta, R. (2010). Referentes de la Biotecnología para la Enseñanza de las Ciencias Naturales. *Escritos sobre la Biología y su Enseñanza*.(5).

- Roa Acosta, R., & Valbuena, E. (2013). Incursión de la Biotecnología en la Educación: Tendencias e Implicaciones. *Rev. Colomb. Biotenol.*, XV(2), 156-166.
- Rosas, M., Zúñiga, M., Fernández, J., Guerrero, R. (2017). El Pensamiento Computacional: Experiencia de su aplicación en el aprendizaje de la resolución de problemas. *XXIII Congreso Argentino de Ciencias de la Computación*. 1151-1161.
- Ruiz, F., (2010). Las Competencias Científicas en el Contexto Catalán, una Mirada Crítica al termino y su Conceptualización en la Política Educativa. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos (Colombia)*., 6(1), 75-93.
- Saavedra, R., & Cárdenas, Y. (2017). Desarrollo de la competencia de indagación en Ciencias Naturales. *Educación y Ciencia*, 20, 27–41.
- Sala, S., Front, G., Giménez, J. (2012). Una Mirada Curricular a la Competencia de Indagación. *Investigación en Educación Matemática. Alicante. XIX*, 485-490.
- Sánchez, K., & Fernández, A. (2017). Caracterización de la Práctica de Laboratorio en el Curso de Sistemas Microbianos como una Mirada a la Formación de los Futuros Licenciados en Biología. *Trabajo de Grado, Bogota D.C, Universidad Pedagógica Nacional, Departamento de Biología*.
- Serrano, C. (2011). *Biogás como fuente de energía para la producción de gas de cocina y biofertilizante para cultivos*. Bogota D.C, Colombia: Universidad de los Andes.
- Sobes, J., & Vilches, A. (2000). La Introducción de las Relaciones Ciencia Tecnología y Sociedad en la Enseñanza de las Ciencias y su Evolución. *Ciencia-Tecnología-Sociedad, Educación en Química*, 387-394.
- Tamir, P., & García, M. (1992). Characteristics of laboratory exercises included in science textbooks in Catalonia (Spain). *International Journal of Science Education*, 14(4), 381-392.
- Torres Salas, M. (2010). La Enseñanza Tradicional de las Ciencias Versus las Nuevas Tendencias Educativas. *Revista Electronica Educare*, XIV(1), 131-142.

- Torres, M., Mora, G., Garzón, V., & Ceballos, B. (2013). Desarrollo de Competencias Científicas a través de la Aplicación de Estrategias Didácticas Alternativas. Un Enfoque a través de la Enseñanza de las Ciencias Nturales. *Revista de la Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas de la Universidad de Nariño.*, XVI(1), 187-215
- Tuesta-Calderón, N. D. (2021). La rúbrica como instrumento de evaluación de la competencia de indagación científica. *Revista ConCiencia EPG*, 6(1), 24-35.
- Wing, J. (2006). Computational thinking. *Commun. ACM* 49, 3. 33-35

Anexos

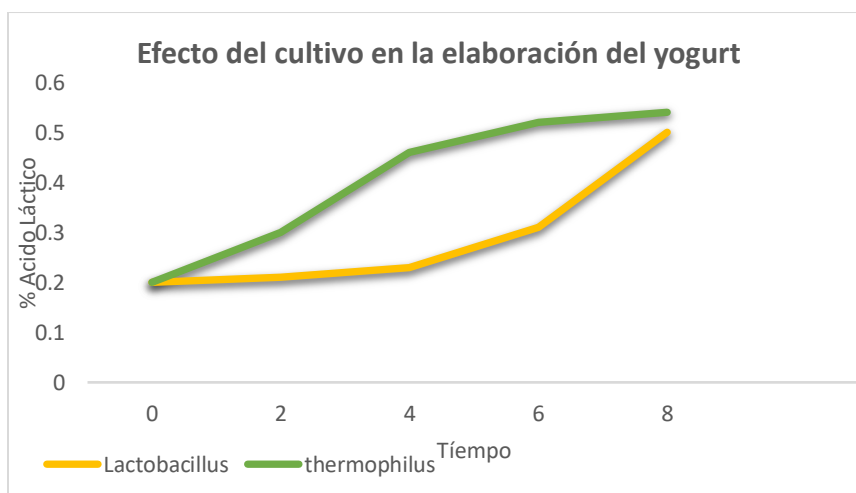
Anexo 1. Prueba diagnóstica

PROCESO DE FERMENTACIÓN EN LA ELABORACION DEL YOGURT

Durante el proceso de elaboración del yogurt, uno de los procedimientos importantes es el de la inoculación, el cual consiste en la adición a la leche de un cultivo de microorganismos a una temperatura determinada. Estos son los responsables de realizar el proceso de fermentación, proceso que conlleva a que la lactosa (azúcar) presente en la leche se transforme en ácido láctico, debido a esto es que se observa una clara disminución del pH de la leche y la respectiva coagulación de la misma. De esta forma es que el yogurt adquiere ese toque de acidez que lo caracteriza.

Para la elaboración del yogurt, los investigadores han analizado experimentalmente como actúan algunos microorganismos –en cuanto a la producción de ácido láctico- durante el proceso de fermentación de la leche. Para esto, han decidido utilizar dos cepas de bacterias, conocidas estas como: *streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus delbrueckii*.

La gráfica 1. muestra el porcentaje de ácido láctico producido por estas bacterias cuando se adicionan por separado a la leche, en un tiempo de inoculación máximo de 8 horas.



Gráfica 1. Porcentaje de ácido láctico producido por *streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus delbrueckii*.

La siguiente tabla muestra el porcentaje de ácido láctico producido cuando se adiciona a la leche una mezcla de las dos cepas, estas están en iguales proporciones. El tiempo de inoculación también es de 8 horas.

Tabla 1. Porcentaje de ácido láctico producido por la acción de una mezcla de las 2 cepas microbianas sobre la leche.

Tiempo (H)	% Ácido Láctico
0	0,2
2	0,5
4	0,8
6	0,9
8	1,0

Teniendo en cuenta toda esta información, responde las siguientes preguntas:

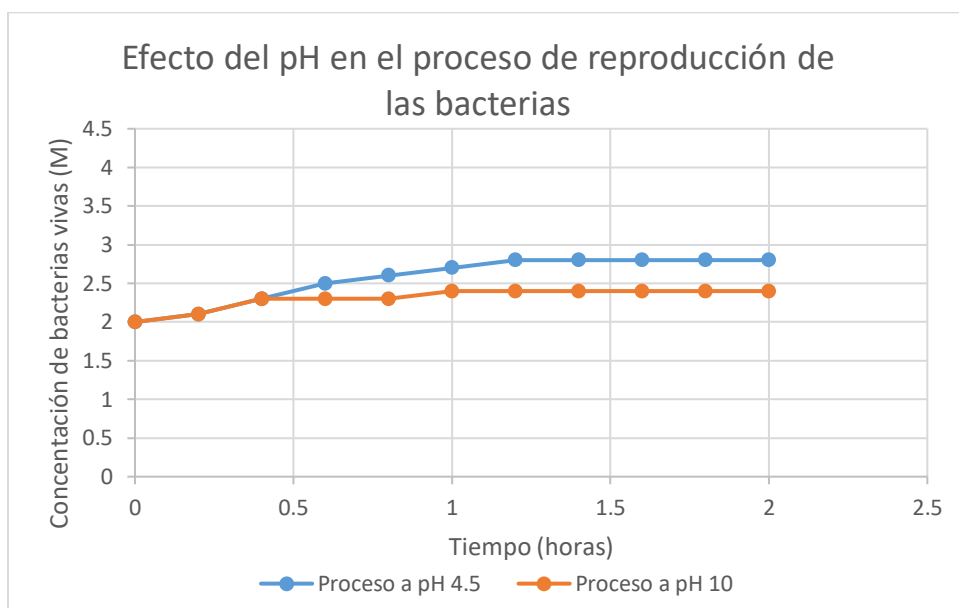
1. Añadir al gráfico la representación del porcentaje de ácido láctico producido cuando se adiciona una mezcla de los dos cultivos a la leche.
2. ¿Qué conclusiones se pueden extraer?
3. ¿Qué preguntas crees que se plantearon los investigadores?
4. ¿Qué hipótesis formularon?
5. ¿Cuáles son las variables dependientes e independientes en este experimento?
6. ¿Con cuál de las dos cepas de bacterias utilizadas por los investigadores para realizar el proceso de fermentación de la leche, se obtendrían mejores resultados para la elaboración del yogurt si el tiempo de inoculación se disminuye de 8 a 6 horas? Explica
7. ¿Crees que, en el experimento realizado por los investigadores, estos trabajaron con grandes o con pequeñas cantidades de leche? Explica.
8. ¿Cuál crees que fue la estrategia utilizada por los investigadores para recoger todos los datos que arrojó este experimento?
9. Describe cual sería el diseño metodológico que permitiría la obtención de estos datos.

Anexo 2. Prueba evaluativa

PROCESO BIOTECNOLOGICO: PRODUCCIÓN DE BIOGAS A PARTIR DE LA PULPA DE CAFE

En tu comunidad están teniendo serios problemas por los malos olores y la contaminación de las diferentes fuentes hídricas, generados por un mal manejo de los residuos sólidos orgánicos como la pulpa de café, desecho obtenido del proceso de descerezado de este fruto. Para contribuir y tratar de minimizar los efectos de esta situación, tú y tus compañeros han diseñado un experimento que consiste en la producción de biogás a partir de un proceso de Biodigestión donde es utilizada la pulpa de café como materia prima. Después de haber realizado algunas mediciones, logran identificar que la temperatura óptima a la cual las bacterias alcanzan su mayor rendimiento y por lo tanto se obtiene una mayor cantidad de biogás es a 25 °C. Sin embargo, también logran identificar que estas bacterias disminuyen su rendimiento a medida que la acidez del medio aumenta, por tal razón se hace necesario identificar el nivel ideal del pH donde las bacterias metanogénicas alcanzan su mayor etapa de reproducción. para ello realizas tres procesos de Biodigestión, cada uno utilizando un medio con diferente pH, para aumentar el pH utilizas una base y para disminuir el pH utilizas un ácido.

La gráfica 1. muestra la concentración de bacterias vivas después de dos horas de Biodigestión llevado a cabo a diferente nivel de acidez (pH).



Gráfica 1. Concentración de bacterias vivas durante un proceso de Biodigestión llevado a cabo a diferente pH.

La siguiente tabla muestra la concentración de las bacterias vivas que llevan a cabo el proceso de producción de biogás cuando el medio se encuentra en un nivel de acidez pH = 6.

Tiempo (horas)	Concentración de bacterias vivas (M)
0	2
0,2	2,1
0,4	2,3
0,6	2,8
0,8	3,0
1	3,2
1,2	3,5
1,4	3,8
1,6	4,0
1,8	4,0
2	4,0

Teniendo en cuenta la información anterior, responde las siguientes preguntas:

1. Añadir al gráfico la representación de la concentración de bacterias vivas cuando se utiliza un medio que se encuentra a un nivel de acidez $\text{pH} = 6$.
2. ¿Qué conclusiones se pueden extraer?
3. ¿Qué pregunta de investigación podrías plantear para el estudio que se quiere realizar?
4. ¿Qué hipótesis formularías junto a tus compañeros?
5. ¿Cuáles son las variables dependientes e independientes en este experimento?
6. ¿Con cuál de los tres procesos realizados se obtendría un mejor resultado en cuanto a la producción de biogás cuando se utiliza la pulpa de café como materia prima? Explica
7. ¿En el experimento diseñado por tu grupo de estudio, trabajaron con grandes o con pequeñas cantidades de pulpa de café? Explica.
8. ¿Cuál crees que fue la estrategia utilizada por tu grupo de trabajo para recoger todos los datos que arrojó este experimento?
9. Describe cual sería el diseño metodológico que permitiría la obtención de estos datos.

Anexo 3. Guías de aprendizaje diseñadas para ser desarrolladas a través del laboratorio físico.

MUNICIPIO DE ROSAS – DEPARTAMENTO DEL CAUCA
AÑO LECTIVO 2022

GRADO:	DOCENTE: JESUS MAURICIO CAMPO	TIEMPO
10°	AREA: QUÍMICA	HORAS
	SEDE: EL SAUCE	
	FECHA: MARZO DE 2022	

SESION 3

METAS DE APRENDIZAJE:

- Identificar y reconocer algunas problemáticas que se generan por la disposición final de algunos residuos sólidos orgánicos (pulpa de café) en mi entorno.

DESARROLLO DEL TEMA

Lee con atención el siguiente texto

LECTURA 1. (Propongan un posible título para esta lectura)

Título: _____

En la Institución Educativa Nuestra Señora del Carmen, y en especial la sede principal que es donde se ofrece el servicio de la básica secundaria, y que está ubicada en la vereda el Sauce, llegan estudiantes de siete veredas cercanas (Sauce, Qualoto, Bello Horizonte, Ramsal, El Tahón, La Laguna, Peña Negra), la gran mayoría de ellos y sus familias basan su economía principalmente en el cultivo de café. Esto genera que anualmente durante el tiempo de cosecha se generen grandes cantidades de pulpa, producto obtenido del proceso de desecado del fruto, esta no se almacena de forma correcta y simplemente se deja descomponer a campo abierto. En algunas ocasiones esta pulpa se deposita en las fuentes hídricas que surten de agua a toda esta zona, y son fuente de agua para consumo de muchas familias y también para poder cocinar sus alimentos.



Imagen 1. Depósito de pulpa de café en fincas

LECTURA 2. (Propongan un posible título para esta lectura)

Título: _____

Esposito (2017), plantea lo siguiente con respecto a la pulpa de café: "La pulpa que queda después de desecar el café tiene gran cantidad de aplicaciones en la industria y a nivel de la hacienda campesina, pues sus propiedades químicas y físicas hacen de ella una importante materia prima. La pulpa es utilizada en la producción de alimentos para animales, lombricultivo, compost, fertilizantes, generación de energía como biogás y bioetanol, y hasta las industrias de bebidas y dulces hacen investigaciones cada vez más especializadas."

Restrepo (2020), describe que la pulpa es la capa más exterior que posee el café, representa en base húmeda cerca del 45,58% del peso del fruto fresco (Rodríguez Valencia, 2013), y contiene 86% de agua (Torres Ampuero, 2013). Algunos países como Bolivia y Yemen utilizan este subproducto combinado con especias para la preparación de bebidas tradicionales como sultana en Bolivia y qishr en Yemen (EAT 12 culture, 2018). Por otra parte, muchos campesinos prefieren fermentarla y convertirla en abono para utilizar en sus mismos cultivos. Por reglamentación, los productores de café no pueden utilizar fertilizantes sintéticos, lo cual los obliga a incurrir en altos costos para la compra de insumos orgánicos. Así, la pulpa de café se convierte en una opción para alternarla con el uso de fertilizante orgánico, permitiendo la disminución de los costos de los productores (Craves, 2016). De igual forma plantea que la cantidad de residuos originados en la cadena productiva del café y su falta de tratamiento, generan un problema de contaminación ambiental. En países como Kenia, se generan aproximadamente 2 300.000 litros de agua contaminada diariamente a partir de los cultivos de café, que al entrar en contacto con otros ríos limpios u otras fuentes de agua genera destrucción de la vida animal y vegetal debido a la lenta descomposición de los desechos (Kanyiri & Wawua, 2017), además de los bajos niveles de oxígeno en el agua causada por la oxidación que sufre la pulpa al entrar en contacto con esta (Roa et al., 1999).

Esta misma autora establece que la industria cafetera no sólo hace referencia al uso de grano de café, sino a su vez a los residuos que se producen durante su procesamiento. Así, resulta un reto modificar los procesos productivos actuales para su adaptación a las políticas de sostenibilidad que permitan la protección del medio ambiente y crear condiciones óptimas para mayor aprovechamiento y uso de los subproductos del 14 café (Urroa Gómez et al., 2011), los cuales representan cerca del 90,5% del fruto (Suárez Agudelo, 2012). En este sentido, se reconoce que hay diferentes estrategias para la transformación de la pulpa de café que permitan un mejor aprovechamiento de este residuo sólido orgánico.

Una de estas estrategias según Restrepo (2020), es utilizar la pulpa de café como materia prima para producir biocombustibles, pues reconoce que diferentes investigaciones han mostrado la posibilidad de procesar la pulpa de café en biocombustibles como el bioetanol, biobutanol y el biogás, lo cual permitiría diversificar la matriz energética del país y reducir la emisión de gases de efecto invernadero, consiguiendo un producto amigable con el medio ambiente (Rodríguez Valencia, 2009). Para la producción de biodiesel se usan tanto la pulpa como el mucilago para obtener alcohol. El mayor inconveniente presentado para el procesamiento de este es la discontinuidad del cultivo, pero puede ser alternado con la producción de alcohol a base de otros cultivos diferentes al café (Navia et al., 2011). De igual forma se pueden obtener otros productos como harina de pulpa de café, complementación en la alimentación de animales con pulpa de café, producir abono orgánico a partir de la pulpa de café, utilizar la pulpa de café como base para producir alimentos como mermeladas.

Ahora, teniendo en cuenta el texto que acabas de leer y con la información que proporciona analicen la situación que plantea la primera lectura y propongan:

MUNICIPIO DE ROSAS – DEPARTAMENTO DEL CAUCA
AÑO LECTIVO 2022

GRADO:	DOCENTE: JESUS MAURICIO CAMPO	TIEMPO
10°	AREA: QUÍMICA	HORAS
	SEDE: EL SAUCE	
	FECHA: MARZO DE 2022	

SESION 3

METAS DE APRENDIZAJE:

- Observar y formular preguntas específicas sobre el uso que se le pueden dar a los residuos sólidos orgánicos (Pulpa de café) producidos en mi región.

DESARROLLO DEL TEMA

Teniendo en cuenta y recordando todo lo trabajado en la sesión anterior y lo mencionado en la primera sesión acerca de lo que es un proceso de indagación y como se lleva a cabo, lo primero que vamos a realizar es formular la pregunta de investigación, la cual parte de un problema de nuestro contexto, que debe estar bien identificado y que ya lo hemos tratado. Sin embargo, antes de la formulación de la pregunta, debemos conocer lo que es una variable, considerando que esta es una propiedad que cambia, la cual se puede medir y evaluar durante todo un experimento. Para afianzar nuestros conocimientos acerca de este tema vamos a observar los siguientes videos:

<https://youtu.be/O89aX0WofNg>

<https://youtu.be/7-dpJ74I3o8>

Para fortalecer este tema de variables y poder identificarlas, se realiza un experimento de densidad para lo cual se utilizan dos huevos, dos vasos, agua y sal. Al finalizar este trabajo deberán identificar cuáles fueron las variables que se midieron en este experimento y las clasificarán entre dependientes e independientes. Esto se escribe en el cuaderno de apuntes de cada grupo.

Ahora, de acuerdo con estos videos y el trabajo realizado en clase, contesta las siguientes preguntas:

- ¿Qué es una variable en un experimento y que tipo de variables podemos identificar?
- ¿Cuáles serán las variables que pueden afectar un proceso de biodigestión donde se utilice la pulpa de café como materia prima? Clasifícalas entre dependientes e independientes.

Escoge un representante y socializa a todo el grado las respuestas a estas preguntas que discutieron y debatieron con el grupo de trabajo.

En este momento podemos empezar a pensar cual será nuestra pregunta de investigación y que nos permitirá realizar el estudio donde utilizaremos la pulpa de café para la obtención de biogás. Para plantear preguntas de investigación se debe considerar una acción, daban razón o no a esa acción, observar, hacer y medir. Así:

respondamos durante el experimento.

Para conocer más acerca de lo que es una pregunta de investigación y como la podemos formular. Vamos a ver los siguientes videos:

<https://youtu.be/FCYXWvZ-R4M>

<https://youtu.be/OJPrmBiwoQA>

Ahora y complementando lo que vimos en los videos, para poder hacer una buena formulación de la pregunta de investigación, vamos a realizar la siguiente lectura "Las perturbaciones de las ondas", a partir de ella y del análisis realizado con tu grupo, lleva esto al trabajo que estamos realizando, utiliza esta información para realizar tus propias preguntas sobre el uso de la pulpa de café como materia prima para realizar un proceso de biodigestión, y que estas te permitan realizar un buen trabajo de investigación.

Una vez realizado este trabajo, completo la siguiente tabla planteado por lo menos tres preguntas de investigación que me servirán como punto de partida para realizar mi parte experimental:

Fenómeno	Variable	Pregunta de Investigación

Ahora vamos a socializar las preguntas formuladas por el grupo de trabajo a todo el grado, para ello elegimos un representante quien es el que se va a dirigir a todos los compañeros. De todas las preguntas planteadas escogemos entre todos (docente y estudiantes), una sola pregunta, la que consideramos esta mejor formulada, y con la que realizaremos las actividades posteriores.

RECURSOS:

Cuaderno, lapicero
PC, Video Beam
Internet, Libros de texto.
Pulpa de café.

INSTITUCION EDUCATIVA NUESTRA SEÑORA DEL CARMEN MUNICIPIO DE ROSAS - DEPARTAMENTO DEL CAUCA AÑO LECTIVO 2022			
GRADO:	DOCENTE:	JESUS MAURICIO CAMPO	TIEMPO
10º	AREA:	QUIMICA	HORAS
	SEDE:	EL SAUCE	
	FECHA:	ABRIL DE 2022	

SESIÓN 4

METAS DE APRENDIZAJE:

1. Formular hipótesis con base en el conocimiento cotidiano, teorías y modelos científicos.

DESARROLLO DEL TEMA

CONOZCAMOS ACERCA DE LA IMPORTANCIA DE LAS HIPOTESIS EN UNA INVESTIGACIÓN:

¿Qué es una hipótesis?

Según lo planteado por la Universidad América Latina, en su texto de la metodología de investigación sesión 5, En una investigación lo importante es identificar el problema y aplicar la mejor solución, esta se da a través de la formulación de hipótesis. La pregunta plantea el problema. La hipótesis propone respuestas que la investigación intenta comprobar. Por tal razón es supremamente importante en nuestro proceso, primero entender y conocer que es una hipótesis.

Para comprender mejor este tema dispongámonos a observar los siguientes videos:

<https://youtu.be/Imu0TSh6lIs>
<https://youtu.be/7Qd8hAVD8L0>

Una vez observados los videos contesta con tus compañeros de grupo las siguientes preguntas:

¿Qué entendiste acerca de lo que es una hipótesis y porque es importante formularlas en un proceso de investigación?

¿En que momento del trabajo de investigación debemos plantar las hipótesis?

¿Qué requisitos debe cumplir una hipótesis para que pueda ser tenida en cuenta en un proceso de investigación?

¿Cómo formular una hipótesis en un trabajo de investigación?

Ahora vamos a conocer lo que debemos tener en cuenta para hacer una buena formulación de una hipótesis en un trabajo de investigación.

Observa el siguiente video:
<https://youtu.be/DK8EzN5vsm0>

La culminación de una investigación depende del planteamiento correcto y adecuado de la hipótesis. Una hipótesis da una respuesta provisional que una vez terminada la investigación se comprobará si la hipótesis es válida o no. Los criterios para formular una hipótesis son los siguientes:

- Las hipótesis son proposiciones tentativas acerca de las relaciones entre dos o más variables y se apoyan en conocimientos organizados y sistematizados.
- Las variables son características cuya variación puede ser medida (p. ej.: talla, peso, sexo, etc.).
- Las hipótesis deben referirse a una situación real. Las variables que contienen deben ser precisas, concretas y poder observarse en realidad. La relación entre las variables debe de ser clara, verosímil y medible. Así mismo, las hipótesis deben de estar vinculadas con técnicas disponibles para probarlas.
- Las hipótesis surgen de las preguntas del planteamiento del problema y la revisión de la literatura.

De igual forma es importante que las hipótesis formuladas cumplan con los siguientes requisitos

- Toda hipótesis establece suposiciones entre dos variables.
- Se formulan en frases afirmativas.
- Debe ser clara, no debe confundir, debe ser precisa y sencilla.

INSTITUCION EDUCATIVA NUESTRA SEÑORA DEL CARMEN MUNICIPIO DE ROSAS - DEPARTAMENTO DEL CAUCA AÑO LECTIVO 2022			
GRADO:	DOCENTE:	JESUS MAURICIO CAMPO	TIEMPO
10º	AREA:	QUIMICA	HORAS
	SEDE:	EL SAUCE	
	FECHA:	MAYO DE 2022	

SESIÓN 5

METAS DE APRENDIZAJE:

1. Propongo modelos para predecir los resultados de mis experimentos y simulaciones.
2. Realizo mediciones con instrumentos y equipos adecuados.

DESARROLLO DEL TEMA

Una vez planteadas nuestra hipótesis, avanzamos hacia nuestro siguientes escalon que es el de realizar nuestro diseño experimental.

El diseño experimental es la parte del método científico en la que se propone la metodología de nuestra investigación, mientras que la ejecución experimental trata de obtener los datos necesarios para contrastar nuestras hipótesis. De este modo, podemos anticipar que el desarrollo experimental no es un proceso estático, sino que puede redefinirse en función de los resultados que se estén obteniendo. Recuerda que la investigación es un proceso vivo, que requiere de correcciones durante su ejecución y que estas deben ser anticipadas o planteadas en la medida de lo posible mientras definimos nuestra metodología de investigación.

1. Pregunta de investigación / Problema
 2. Documentación / Observación previa
 3. Formulación de hipótesis
 4. Diseño experimental

El diseño experimental debe atender a la imaginación y la flexibilidad. La imaginación está ligada a la definición y propuesta de parámetros y factores que podrían tener un efecto significativo en el tema investigado así como en la propuesta de soluciones eficientes, mientras que la flexibilidad está asociada a la capacidad de adaptarnos a las exigencias cambiantes de la investigación. Como ya se anticipó anteriormente, la investigación es una actividad viva que puede sufrir importantes cambios a lo largo del proceso. Por tanto, lo que suponemos en un principio, al inicio de nuestra investigación (Hipótesis), podría cambiar cuando ya conocemos parte de lo investigado.

En la mayoría de las investigaciones no es posible, en términos de tiempo y coste, analizar a toda una población, por lo que habitualmente se estudian subconjuntos de esta. A estos subconjuntos de elementos los llamamos muestra.

En este sentido, la muestra debe representar al conjunto de la población, es decir, debe contener las mismas características de la población. En caso contrario, los resultados que obtengamos con los datos tomados de esas muestras no representarán al conjunto de la población y estaremos formulando conclusiones erróneas o sesgadas.

Para obtener muestras representativas, es necesario establecer el número mínimo de elementos que necesito escoger de la población y realizar esta selección de manera aleatoria. Una vez se dispone de la muestra de estudio, se denomina unidad de muestreo a la unidad mínima de análisis del diseño experimental, es decir, a cada objeto o sujeto que será estudiado.

Cabe destacar que esta unidad de muestreo no tiene porque ser individual, sino que podría estar formado por grupos de elementos. Llegados a este punto debemos determinar qué número de observaciones vamos a llevar a cabo, distinguiendo entre el carácter de estas observaciones y el orden de su realización.

Asimismo, deberemos asignar los distintos tratamientos a cada una de las unidades de muestreo consideradas. Finalmente, definiremos las variables independientes a observar en cada unidad de muestreo. En este punto es importante identificar el carácter y número de estas variables, así como su complejidad, es decir, el número de niveles o categorías dentro de cada una de ellas.

Una vez realizada la etapa del diseño procedemos con la ejecución experimental. Esta etapa del método científico tiene como objeto el desarrollo de los experimentos definidos en la metodología experimental con el fin de obtener todos los datos necesarios para llevar a cabo la investigación. Para que la ejecución experimental sea desarrollada con el mayor éxito posible, su diseño debe ser lo más simple posible y estar basado en la recogida de aquellos parámetros o variables que nos permitan reducir al máximo el coste y el tiempo de la toma de datos. Entre los distintos tipos de observación científica, podemos distinguir entre: (i) observación directa (simple o naturalística; cuasi-naturalística; experimental), (ii) observación documental y (iii) observación a través de encuestas (cuestionario, entrevista y por escala de actitudes). Específicamente, algunos de estos tipos de observación son presentados en las siguientes secciones. En nuestro caso la observación que realizaremos para la toma de nuestros datos será la observación directa de tipo experimental.

La observación experimental debe ser seleccionada cuando queremos cambiar deliberadamente uno o más

<https://youtu.be/1O65eCE69ws>
<https://youtu.be/3LFDVSuaOkw>
<https://youtu.be/TUbdW9Axxo>

teniendo en cuenta la información suministrada en esta guía, responde las siguientes preguntas:

1. ¿Que es para tu grupo un diseño experimental?, ¿que tipos de diseño existen y de acuerdo al trabajo que estamos realizando cual será el diseño mas apropiado para darle respuesta a nuestras hipótesis y a nuestra pregunta de investigación?
2. ¿Para tu grupo cual es la variable dependiente e independiente que debes tener en cuenta para realizar tu diseño experimental?
3. Realiza una lista de todos los materiales que necesitarás para realizar la etapa del diseño experimental, debes indicar la cantidad de los materiales que vas a necesitar.
4. Por medio de un dibujo representa tu diseño experimental, indica muy bien cada parte que compone tu diseño, el cual, te ayudará a darle respuesta a las hipótesis planteadas en la sesión anterior. Todo esto con el ánimo de darle solución a la pregunta de investigación ya formulada por todo el grupo.
5. Por medio de un diagrama de flujo indica el paso a paso de la etapa de ejecución experimental. Esta etapa permitirá conocer como funcionará el diseño propuesto por tu grupo, ayudandote a tomar los datos que necesitas, con los cuales quieres conocer como se afectan las variables estudiadas y planteadas en tu hipótesis.

 INSTITUCIÓN EDUCATIVA NUESTRA SEÑORA DEL CARMEN MUNICIPIO DE ROSAS - DEPARTAMENTO DEL CAUCA AÑO LECTIVO 2022			
GRADO:	DOCENTE:	JESUS MAURICIO CAMPO	TIEMPO
10º	AREA:	QUIMICA	HORAS
	SEDE:	EL SAUCE	
	FECHA:	MAYO DE 2022	

SESION 6

METAS DE APRENDIZAJE:

1. Registro mis observaciones y resultados utilizando esquemas, gráficos y tablas.
2. Registro mis resultados en forma organizada y sin alteración alguna.

DESARROLLO DEL TEMA

Una vez nuestro diseño experimental se esta ejecutando, debemos avanzar hacia nuestro siguiente paso que es el de tomar correctamente los datos que nos arroja el experimento.

La recolección de datos se refiere al enfoque sistemático de reunir y medir información de diversas fuentes a fin de obtener un panorama completo y preciso de una zona de interés.

La recopilación de datos permite a un individuo o grupo de trabajo responder a preguntas relevantes, evaluar los resultados y anticipar mejor las probabilidades y tendencias futuras.

Existen diferentes **métodos y técnicas de recolección de datos** que te pueden ser de utilidad. La elección del método depende de la estrategia, el tipo de variable, la precisión deseada, el punto de recolección y las habilidades del encuestador.



ENCUESTAS

Con esta técnica de recolección de datos da lugar a establecer contacto con las unidades de observación por medio de los cuestionarios previamente establecidos.

Entre las modalidades de encuesta podemos destacar:

- Encuestas por teléfono
- Encuestas por correo
- Encuesta personal
- Encuesta online

ENTREVISTA

La entrevista es una situación de interrelación o diálogo entre personas, el entrevistador y el entrevistado. La entrevista presenta diversas modalidades, como:

- Entrevista asistémica o libre.
- Entrevista estructurada.
- Entrevista focalizada.
- Entrevista simultánea.
- Entrevista sucesiva.

ANÁLISIS DOCUMENTAL

Una diferencia muy notoria entre esta y las otras técnicas que se están tratando es que en estas últimas se obtienen datos de fuente primaria en cambio mediante el análisis documental se recolectan datos de fuentes secundarias. Libros, boletines, revistas, folletos, y periódicos se utilizan como fuentes para recolectar datos sobre las variables de interés.

El instrumento que se acostumbra utilizar es la ficha de registro de datos.

OBSERVACION

Generalmente esta técnica se divide de dos formas, la observación de campo no experimental y la observación de campo experimental.

Observación de campo no experimental:

Esta técnica se usa para profundizar en el conocimiento del comportamiento de exploración. Por ejemplo, si en una investigación exploratoria se ha encontrado que los clientes de una empresa no están conforme con el tiempo que deben esperar para ser atendidos, se puede planear la recolección de datos sobre los tiempos de espera y de servicio de una muestra representativa de clientes. En este caso se puede emplear como instrumento una guía de observación o de campo.

Observación campo experimental:

La observación experimental se diferencia de la no experimental porque elabora datos en condiciones relativamente controladas por el investigador, particularmente porque éste puede manipular la o las variables. Es una poderosa técnica de investigación científica. Puede utilizar como instrumento la hoja o ficha de registro de datos.

Para afianzar nuestros conocimientos, observamos el siguiente video:

<https://youtu.be/30w5BmcmCqE>

Anexo 4. Guías de laboratorio virtual propuestas en la plataforma de Cloud Labs.



DISEÑO DE UNA FERMENTACIÓN

Una cervecera necesita cambiar al proveedor que le suministra la levadura para su cerveza tipo ale, y ha abierto una licitación para seleccionar al nuevo proveedor.

Tu trabajas para una empresa que va a participar en la licitación, y como técnico de laboratorio, te han encargado analizar la levadura que produce la empresa para determinar las concentraciones de la levadura viva durante el proceso de fermentación, así como la temperatura ideal para este proceso. Recuerda que estos datos son esenciales para participar de la licitación.

CloudLabs
STEM

Estudiante

Guía de laboratorio

Biología

Microbiología

Objetivo:

Comprender el proceso de una fermentación.

RECURSOS RELACIONADOS

Unidades de aprendizaje:
Taxonomía y funciones biológicas.

Laboratorios:
Influencia de variables físicas en los procesos biotecnológicos, análisis de producción de metabolitos en las etapas de la vida de un microorganismo, crecimiento y reproducción de un microorganismo - práctica libre, análisis fisiológico de especies comunes en la biotecnología, crecimiento y reproducción de un microorganismo - práctica libre, fermentación alcohólica - práctica libre y estación para la fermentación.



INFLUENCIA DE VARIABLES FÍSICAS EN LOS PROCESOS BIOTECNOLÓGICOS

En la cervecería artesanal de tu ciudad están teniendo problemas con la calidad de la cerveza, al parecer el proceso de fermentación de la levadura no es ideal.

Después de llevar a cabo algunas mediciones, se ha encontrado que el valor de la temperatura es óptimo (25°), por lo que es necesario hacer un análisis del pH e identificar el nivel ideal para conseguir el mejor rendimiento en la fermentación.

La cervecería te ha contratado para determinar cómo el pH influye en el proceso de fermentación, y para hallar el pH ideal que la cervecería deberá manejar en el proceso de fermentación de su cerveza.

CloudLabs
STEM

Estudiante

Guía de laboratorio

Biología

Microbiología

Objetivo:

Comprender las variables físicas en procesos biotecnológicos.

RECURSOS RELACIONADOS

Unidades de aprendizaje:
Taxonomía y funciones biológicas.

Laboratorios:
Diseño de una fermentación, análisis de producción de metabolitos, análisis fisiológico de especies comunes en la biotecnología, crecimiento y reproducción de un microorganismo - práctica libre, fermentación alcohólica - práctica libre y estación para la fermentación.

EQUIPO DE LABORATORIO



Glucometro Plancha de calentamiento Medidor de levaduras Elementos de laboratorio

PROCEDIMIENTO

- Ingresas a la temática virtual "Microbiología" y seleccionas la simulación "Diseño de una fermentación" (Figura 1).
- Lee la situación/desafío, y luego haz clic en el icono "Cerrar" para salir de la situación reto y acceder al laboratorio (Figura 2).
- Durante el laboratorio, puedes hacer clic en el icono de "Información" para leer la situación, los procedimientos o para acceder a las ecuaciones según sea necesario. También, puedes hacer clic en el icono de "Ayuda" para encontrar respuestas a preguntas comunes sobre los elementos y herramientas del laboratorio. Además, en cualquier momento, si deseas detener el proceso en el laboratorio y limpiar la estación de trabajo, puedes hacer clic en el icono de "Papeleta" para salir. Ahora, para acceder al registro de datos, puedes hacerlo seleccionando el icono del lápiz. También, se proporciona una calculadora en la estación de trabajo, la cual se identifica con el icono de la calculadora. Finalmente, el icono de la calculadora te permite dar respuesta a las preguntas complementarias (Figura 3).



Fig. 1



Fig. 2



Fig. 3



INFLUENCIA DE VARIABLES FÍSICAS EN LOS PROCESOS BIOTECNOLÓGICOS

En la cervecería artesanal de tu ciudad están teniendo problemas con la calidad de la cerveza, al parecer el proceso de fermentación de la levadura no es ideal.

Después de llevar a cabo algunas mediciones, se ha encontrado que el valor de la temperatura es óptimo (25°), por lo que es necesario hacer un análisis del pH e identificar el nivel ideal para conseguir el mejor rendimiento en la fermentación.

La cervecería te ha contratado para determinar cómo el pH influye en el proceso de fermentación, y para hallar el pH ideal que la cervecería deberá manejar en el proceso de fermentación de su cerveza.

CloudLabs
STEM

Estudiante

Guía de laboratorio

Biología

Microbiología

Objetivo:

Comprender las variables físicas en procesos biotecnológicos.

RECURSOS RELACIONADOS

Unidades de aprendizaje:
Taxonomía y funciones biológicas.

Laboratorios:
Diseño de una fermentación, análisis de producción de metabolitos, análisis fisiológico de especies comunes en la biotecnología, crecimiento y reproducción de un microorganismo - práctica libre, fermentación alcohólica - práctica libre y estación para la fermentación.

1. Identificación de elementos de laboratorio

- Matraz
- Probeta
- Levadura
- Azúcar
- Cuchara
- Cápsula para agitador
- Plancha
- Medidor de levaduras
- Pesachimetro.

2. Configuración del laboratorio

- Arrastra el matraz de Erlenmeyer correspondiente a cada plancha de calentamiento disponible (Figura 4).
- Luego arrastra el recipiente con el agua a la mesa de trabajo, quítale la tapa haciendo clic en la boquilla y vierte su contenido en cada matraz (Figura 5).
- Arrastra el tarro de azúcar a la mesa de trabajo y haz clic en su tapa para retirarla, arrastra la cuchara hacia la boquilla del tarro de azúcar y después arrástrala hacia el matraz para agregarla. Recuerda que debes agregar 2 moles de concentración de azúcar (cada cucharada representa 0.2 moles) a cada uno de los matraces (Figura 6).
- Ahora agrega la levadura: arrastra la levadura hacia la boquilla del matraz. Cada vez que se vierta el tubo de ensayo con la levadura, se están agregando 0.2 moles; debes agregar 2 moles de levadura a cada uno de los montajes (Figura 7).
- Arrastra la cápsula de agitación correspondiente a cada uno de los montajes (Figura 8).
- En el registro de datos te indican qué valor de pH debe tener cada uno de los montajes disponibles, hay un registro



Fig. 4



Fig. 5



Fig. 6



Fig. 7



Fig. 8

ANÁLISIS DE PRODUCCIÓN DE METABOLITOS EN LAS ETAPAS DE LA VIDA DE UN MICROORGANISMO

El gobierno de tu país ha abierto un concurso para promover el desarrollo de biocombustibles para mitigar el daño que los combustibles fósiles producen al medio ambiente. Trabajas en el grupo de innovación y desarrollo de una empresa dedicada al cultivo y explotación de la caña de azúcar, y esta ha decidido participar del concurso para producir bioetanol a partir del azúcar. Para esto se pretende usar la bacteria llamada *Escherichia coli*, tú eres el encargado de hallar las condiciones ideales de agitación, temperatura y acidez en las que el proceso de fermentación de la solución azucarada, por la acción de la bacteria, produce mayor etanol (alcohol).

Estudiante

Guía de laboratorio

Biología

Microbiología

Objetivo:

Comprender el análisis de producción de metabolitos.

RECURSOS RELACIONADOS

Unidades de aprendizaje:

Taxonomía y funciones biológicas.

Laboratorios:

Diseño de una fermentación, análisis fisiológico de especies comunes en la biotecnología, influencia de variables físicas en los procesos biotecnológicos, crecimiento y reproducción de un microorganismo – práctica libre, fermentación alcohólica – práctica libre y estación para la fermentación.

ve al "Registro de datos" para responder a los datos solicitados.

3. Registro de datos

- Usa el botón para ingresar al "Registro de datos".
- Ten presente que para esta práctica de laboratorio se solicita ingresar en el registro los siguientes valores: revoluciones por minuto, temperatura ideal, pH ideal, concentración molar de alcohol (Figura 17).
- Para registrar los datos solicitados, recurre a los valores obtenidos en el laboratorio.
- Una vez ingresados todos los valores requeridos, haz clic en el botón "Verificar" para comprobar si son correctos.

4. Preguntas complementarias

- Usa el botón de "Cuaderno de notas" para dar respuesta a las preguntas planteadas en el (Figura 18).
- Ten en cuenta que son cinco preguntas complementarias para responder; usa la flecha para pasar a la siguiente.
- El cuaderno tiene la posibilidad de agregar una nueva hoja de notas o eliminarla en caso de que lo requieras, para esto usa los botones .

5. Preguntas conceptuales y reporte del laboratorio

- Si los valores requeridos son los correctos, continúa con la evaluación y la generación del reporte de laboratorio (Figura 19).

Fig. 14

Fig. 15

Fig. 16

Fig. 17

Fig. 18

Anexo 5. Guía para trabajar el pensamiento computacional.



FICHA 1

LUCES Y CÓDIGOS

Sesión 1



Aprendizajes

Al final de esta actividad se espera que puedas:

- Identificar un conjunto de pasos e instrucciones para realizar una tarea.
- Simular la ejecución de ese conjunto de instrucciones y pasos para saber si funcionan bien.
- Manejar el editor MakeCode de la micro:bit para escribir un programa y simular su funcionamiento.
- Utilizar entradas y salidas de la micro:bit.
- Utilizar variables booleanas.
- Reconocer que muchos artefactos tienen dentro un procesador.
- Describir qué es un programa, una persona que programa, una entrada y una salida.

¿Qué sabemos, qué tenemos que saber?

¿En qué piensas cuando escuchas la palabra computador? Es posible que lo primero que se te venga a la mente es una tableta, un computador portátil o un computador de escritorio. ¿Puedes pensar en algo diferente? ¿Quizas un celular? Sigue buscando ejemplos. ¿Quizas un reloj? ¿O una lavadora? ¿Qué es un computador entonces?

¿Cómo "sabe" la lavadora cuándo prender el motor para empezar a lavar? ¿O cuándo dejar caer el detergente? Cuando oprimes el ciclo de lavado suave por ejemplo, la lavadora "determina" la cantidad de agua, su temperatura, cuántas revoluciones del tambor, cuánto tiempo, entre otras. ¿Cómo logra esto?

Si estás pensando que debe haber un "programa" que cuando eliges el ciclo suave, da las instrucciones para que la lavadora empiece a lavar, secar y centrifugar, estás en lo correcto.

Las lavadoras modernas, al igual que los computadores y muchos otros artefactos incluyen procesadores que ejecutan instrucciones de un programa desarrollado por una persona que programa. Este programa incluye instrucciones sobre el tiempo de lavado, la temperatura del agua, el momento de agregar el jabón, entre muchas otras. Los artefactos y electrodomésticos actuales son cada vez más "inteligentes", pero para ello necesitan que un(a) programador(a) haga un programa que debe ejecutar un procesador electrónico.

Algoritmo: secuencia lógica de pasos.
Programa: es una secuencia de instrucciones, escritas para realizar una tarea específica en un procesador.
Programador(a): persona que escribe el programa para un procesador.
Procesador: dispositivo electrónico que entiende esas instrucciones y las ejecuta automáticamente.



FICHA 2

Desconectados



INTRODUCCIÓN

Tomar y leer una ficha de la pila de fichas.

Buscar y sacar la ficha en la casilla correcta.

Mover la ficha una casilla a la derecha.

Mover la ficha una casilla a la izquierda.

Mover la ficha una casilla hacia arriba.

Mover la ficha una casilla hacia abajo.

En esta sección, jugaremos a ser un procesador. Para ello deberemos escribir un programa (serie de instrucciones) utilizando los símbolos-instrucciones que se muestran en la tabla 1 de la izquierda para llevar objeto por objeto desde la casilla "inicio" hasta un lugar indicado con el símbolo  sin pasar por encima de las serpientes  ni de objetos ya colocados, ni colocar un nuevo objeto donde ya se haya puesto otro.

Como objetos pueden usar fichas, monedas u otro objeto similar que se pueda poner en pila. Los objetos comienzan todos en la casilla "inicio".

Para jugar, cada uno de los integrantes debe seleccionar uno de los siguientes roles:

- Cliente:** decidirá donde deben quedar las fichas sobre un tablero (ver anexo) y se la muestra a quien programa (ver ejemplo). El procesador no puede ver la ubicación de las fichas.
- Programador(a):** deberá escribir sobre una hoja un programa utilizando las instrucciones-símbolos de la tabla. El programa consiste en una secuencia de estos símbolos que le dirá al procesador lo que debe hacer.
- Procesador** deberá leer el programa y ejecutar las instrucciones para mover y colocar las fichas.
- Verificador(a):** revisará que las fichas hayan quedado en el lugar indicado por la tarjeta del cliente. Si el grupo se de tres estudiantes la persona llamada Cliente hará esta tarea.
- Mientras otra persona está trabajando, observa lo que hace, detecta errores del programa o del procesador y los anota para discutirlos luego.

Una vez terminado el ejercicio con una tarjeta, cambiamos los roles y utilizamos otra tarjeta.

Ejemplo de programa:





FICHA 3

Conectadas: Manos a la Micro:bit



el iniciar

mostrar icono

mostrar LED

el presionar el botón A

mostrar icono

mostrar LED

mostrar la pantalla

La tarjeta micro:bit, la cual se muestra a la izquierda, contiene un procesador (procesor) el cual puede ejecutar las instrucciones de un programa, escritas por una persona programadora en un lenguaje especial, utilizando un editor especial que funciona en un computador o en un celular llamado Make-Code, el cual vas a aprender a utilizar. Este editor tiene un simulador de la Micro:bit, el cual permite depurar y validar el programa.

Depurar: corregir los errores que hacen que no funcione.
Validar: verificar que el programa hace lo que debe hacer.

Paso a paso, como un programa para el procesador.

- Vas a ser primero un(a) programador(a). Con la ayuda de tu profesor entra al editor. Deberás seleccionar  y verás una pantalla como la siguiente:
- Elige en la sección de Instrucciones la opción Básico. Aparecerán varios bloques, donde cada bloque representa una instrucción (como las fichas en nuestra actividad anterior).
- Pon dentro del bloque que dice **para siempre** el bloque **mostrar número 0** y observa lo que pasa en la pantalla de LED. ¿Observas el 0?
- Ahora vamos a poner a palpar el corazón de la micro:bit. Para ello vas a "escribir" el programa que ves al lado izquierdo, tomando los bloques que requieres de la sección **Básico**.
- Explora cómo hacer para que los bloques encajen correctamente. Cuando un bloque no encaja correctamente o no está ubicado en la secuencia de instrucciones cambiará.
- (Si ves un corazón que palpa, lo has logrado! Es tu primer programa en la micro:bit).
- Si no lo has logrado, deberías:
 - Revisar lo que hiciste.
 - Examinar cómo lo hizo alguna de las otras personas de tu grupo.
 - Si aún no lo logras, pídele ayuda al profesor.
- Este corazón late muy rápido. Quisiéramos que no se fatigue tanto y vaya más lento. Utiliza ahora el bloque  para colocar entre palpitaciones.
- ¿Lograste que palpite más lento? Te has convertido en una persona que sabe programar en la micro:bit. De ahora en adelante aprenderás a manejar más bloques para hacer muchas cosas: hacer juegos, resolver problemas y ayudarlo a la naturaleza.
- Explora ahora el menú de comandos y trata de jugar con ellos. Algunos bloques se pueden conectar, otros no.
- Te invitamos a revisar los diferentes bloques y su forma. Discute con tu colega de grupo sobre qué cosas ves en las diferentes pestañas. ¿Te imaginas para qué sirven algunos comandos- bloques? ¿Algunos te parecen completamente nuevos?
- Para terminar, te invitamos a cambiar el bloque **para siempre** por el de **al presionar el botón A**, que encontrarás en el menú en **Entrada**.
 - ¿Qué sucede cuando se oprime con el ratón en el simulador el botón A una vez?
 - ¿Qué pasa si lo oprimas muchas veces? ¿Cuántas veces palpa el corazón? Comparte tus hallazgos con tus compañeros y con el profesor. ¿Encontraron

TARJETA TRES

			
			
			
			
			INICIO

Anexo 6. Lectura las perturbaciones de las ondas

Pregunta a la pregunta

Tanto para escoger un destino como para elegir una pregunta de investigación necesitamos estar seguros de varios aspectos. Y para ello lo mejor es hacerle preguntas a la pregunta. Sí, parece un trabalenguas, pero tiene mucho sentido.

Por ejemplo, tu pregunta o la pregunta que se ha hecho tu grupo puede ser: ¿es una verdadera pregunta de investigación? Hay preguntas que se responden con facilidad con un «sí» o un «no»; hay algunas que podrías buscar en Internet y cuyas respuestas podrías hallar con algo de juicio; también podrías resolverlas consultando un par de libros y enciclopedias. Pero ese viaje no te llevará muy lejos, es una salida a la esquina de tu barrio y acaba pronto. Con esa pregunta aprenderás y resolverás tu curiosidad inmediata, claro que sí, pero son pocas las posibilidades de que se despierten nuevas preguntas con ella.

En cambio, hay preguntas que abren caminos mucho menos sencillos; un poco más largos y mucho más entretenidos e interesantes. Los destinos que proponen estas preguntas son más difíciles de

alcanzar. Hay que revisar mapas, entrevistar a los viajeros que han ido a ese lugar, leer algunas crónicas y bitácoras de viaje, tomar fotos de la vegetación y la fauna y compararla con la de otros lugares, puede que necesites abrir una nueva trocha... todo para llegar al destino y resolver la pregunta. Si tu pregunta va por este segundo rumbo, estamos en la misma onda.

Sucede también con las preguntas que, aunque puedan ser muy interesantes y nos lleven a lugares lejanos, donde muchas de las cosas que veamos sean nuevas, no podamos resolverlas porque no contamos con lo necesario para hacerlo. Igual les puede pasar a los viajeros que quieren escalar el Everest, pero no tienen todo el equipo o el entrenamiento necesario para llegar a la cima. Podrán obtenerlos, pero necesitarán algo más de tiempo, dinero y muchas horas de preparación física.

Entonces, cuando tenemos una pregunta, es importante que nos cuestionemos: ¿está a nuestro alcance resolverla?, ¿tenemos los recursos necesarios para hacerlo? Si hablamos de recursos, nos



referimos a las personas, al lugar para reunimos e investigar, al dinero, al tiempo y los equipos necesarios. Usar los recursos que tenemos va a hacer más factible nuestro viaje, nuestro proyecto de investigación, así que las preguntas que nos formulemos deberían poderse responder haciendo uso de los recursos que tenemos a la mano.

Otro elemento que puede ayudarnos a elegir la pregunta es la importancia que tiene para nuestra comunidad el resolverla, es decir: ¿es relevante para mejorar nuestro entorno? No investigamos solo para satisfacer nuestra curiosidad; ese es sin duda el principio, pero no es lo único. Tampoco viajamos solo para decir que fuimos a ese destino y después publicarlo en la red. Investigamos para hacer con ese conocimiento algo útil para cada uno de nosotros y para los demás; y viajamos para conocer cómo es el mundo y comprender mejor cómo somos nosotros y los demás.

Los otros siempre están allí, las personas, los animales, los recursos naturales. Cuando emprendemos el viaje de la investigación estamos trabajando para los demás. No solo somos parte de un grupo, sino que aportamos a la comunidad de la cual formamos parte. Si la pregunta que elegimos resolver contribuye a solucionar un problema que nos afecta y afecta a nuestra comunidad, seguimos por el camino que es, y es un viaje que vale la pena emprender.