

Trabajos prácticos de laboratorio en la obtención de compuestos bioactivos de la hoja de café en el marco de la candidiasis. Desafío para el desarrollo de habilidades investigativas en una población escolar

Laura Ximena Murcia Sánchez

Licenciatura en química
Facultad de ciencia y tecnología
Universidad Pedagógica Nacional
Bogotá
2025

Trabajos prácticos de laboratorio en la obtención de compuestos bioactivos de la hoja de café en el marco de la candidiasis. Desafío para el desarrollo de habilidades investigativas en una población escolar

Laura Ximena Murcia Sánchez

Universidad Pedagógica Nacional
Departamento de química
Facultad de ciencia y tecnología
Licenciatura en química

Semillero Chimeía

Trabajo de grado

Director de grado: Rodrigo Rodríguez Cepeda, Químico MSc, MBA, Dr

Agradecimientos

A Dios quien siempre me brindo fortaleza, paciencia y perseverancia para culminar este proceso, por iluminarme y guiarme por un camino que me permitiera convertirme en mejor persona de lo que soy. A él, que me permita seguir mejorando en todos los aspectos de mi vida y me siga iluminando

A mi mamá Marlen que de no ser por ella no estaría aquí y seria lo que soy hoy en día. Aquella mujer que siempre me escucho, aconsejo y apoyo en todas las decisiones que tome. A la Marlen de hace años cuando me decía que quería verme en la universidad haciendo lo que tanto me gustaba y trabajando cada día para ser una mejor mujer. A mi mejor amiga y consejera.

A mi papa Nelson en quien siempre encontré un apoyo para hacer lo que me gustaba y que nunca me juzgo por ello. A mis hermanos Javier y Michael que siempre han sido un apoyo para mí y que me inspiran a ser una mejor hermana y persona, quienes siempre me preguntan por las cosas que aprendo y siempre estaré encantada en compartirlas.

A aquellas amigas y amigos que siempre han confiado en mí, y siempre he recibido los mejores halagos y consejos, además de ver todo mi proceso en este camino largo. A Carolina, Laura, Grethel, Luis, David, Valentina.

Al semillero Chimefa International Student Chapter ACS-UPN de la universidad pedagógica Nacional por permitirme crecer como profesional y como persona, generando nuevas redes y conocimientos además de abrirme a vivir nuevas experiencias desde la química y fortalecer mis habilidades investigativas.

Al profesor Rodrigo Rodríguez por guiarme en este capítulo final de mi carrera, quien me ha brindado oportunidades y experiencias nuevas que enriquecen mi persona y mi perfil profesional, a quien me ha permitido ver la docencia y la carrera de una forma diferente.

A la fundación Niñas de luz FUNILUZ y especialmente a Luz Dary directora general de la fundación por brindarnos la oportunidad de divulgar la química para todas, de depositar su confianza en nuestro proyecto y en la intención de enseñar química más allá de los contextos no formales

Índice de contenido

| | |
|---|----|
| Introducción..... | 8 |
| Justificación..... | 10 |
| Planteamiento del problema..... | 12 |
| 1. Objetivos..... | 14 |
| 1.1. General..... | 14 |
| 1.2. Específicos..... | 14 |
| 2. Antecedentes..... | 15 |
| 2.1. Desde las habilidades investigativas..... | 15 |
| 2.2. Desde los trabajos prácticos de laboratorio..... | 17 |
| 2.3. Compuestos bioactivos de la hoja de café..... | 18 |
| 3. Marco teórico..... | 21 |
| 3.1. Habilidades investigativas..... | 21 |
| 3.2. Trabajos prácticos de laboratorio..... | 23 |
| 3.3. Compuestos bioactivos en la hoja de café..... | 24 |
| 3.3.1. Polifenoles..... | 24 |
| 3.3.2. Métodos de extracción..... | 26 |
| 3.3.3. Marcha fitoquímica..... | 30 |
| 4. Metodología..... | 31 |
| 4.1. Población..... | 32 |
| 4.2. Hipótesis..... | 33 |
| 4.3. Fases de la investigación..... | 34 |
| 4.3.1. Identificación habilidades iniciales y contextualización..... | 34 |
| 4.3.2. Diseño e implementación de trabajos prácticos de laboratorio..... | 34 |
| 4.3.3. Evaluación del desarrollo de habilidades investigativas..... | 36 |
| 5. Resultados y discusión..... | 37 |
| 5.1. Caracterización de habilidades iniciales de investigación..... | 37 |
| 5.1.1. Instrumento de caracterización de habilidades..... | 38 |
| 5.1.2. Análisis sobre las habilidades investigativas iniciales presentes..... | 39 |
| 5.2. Diseño e implementación trabajos prácticos de laboratorio..... | 50 |
| 5.2.1. Propuesta experimental..... | 50 |
| 5.2.2. Ejecución de trabajos prácticos de laboratorio en “chemistry for girls”..... | 59 |

| | | |
|--------|--|----|
| 5.3. | Evaluación final de habilidades de investigación..... | 64 |
| 5.3.1. | Análisis sobre el desarrollo final de habilidades investigativas | 65 |
| 5.3.2. | Análisis de pruebas Wilcoxon y Spearman para desarrollo de habilidades investigativas..... | 73 |
| 5.4. | Contrastes e implicaciones didácticas..... | 77 |
| 6. | Limitaciones del estudio | 79 |
| 7. | Conclusiones..... | 80 |
| 8. | Recomendaciones..... | 83 |
| 9. | Bibliografía | 84 |
| 10. | Anexos | 89 |

Índice de figuras

| | | |
|------------|---|----|
| Figura 1. | Estructura química de los flavonoides | 25 |
| Figura 2. | Estructura química ácidos fenólicos | 26 |
| Figura 3. | Estructura química estilbenos (izq) y estilbenos (der)..... | 26 |
| Figura 4. | Montaje extracción soxhlet | 27 |
| Figura 5. | Montaje de extracción destilación por arrastre vapor..... | 28 |
| Figura 6. | Diagrama proceso extracción fluido supercrítico (CO ₂)..... | 29 |
| Figura 7. | Nube de palabras caracterización inicial..... | 40 |
| Figura 8. | Red semántica respuestas niña 4..... | 42 |
| Figura 9. | Red semántica respuestas niña 11..... | 43 |
| Figura 10. | Red semántica respuestas niña 13..... | 44 |
| Figura 11. | Resultados análisis caracterización habilidad observar | 45 |
| Figura 12. | Resultados análisis caracterización habilidad describir | 46 |
| Figura 13. | Resultados análisis caracterización habilidad analizar | 47 |
| Figura 14. | Resultados análisis caracterización habilidad sintetizar..... | 48 |
| Figura 15. | Resultados análisis caracterización habilidad interpretar..... | 49 |

| | |
|---|----|
| Figura 16.Red semántica respuestas niña 5..... | 49 |
| Figura 17. Diagrama de flujo procedimiento extracción vía soxhlet | 51 |
| Figura 18. Extracción mediante soxhlet..... | 52 |
| Figura 19. Extracción vía hidroalcohólica | 53 |
| Figura 20. Optimización ligandos en Avogadro | 56 |
| Figura 21. Docking molecular en PyRx para ácido clorogénico | 57 |
| Figura 22. Docking molecular en PyRx para ácido cafeico | 58 |
| Figura 23. Elementos de protección personal..... | 60 |
| Figura 24. Experimento pasta de elefante | 61 |
| Figura 25.Trabajo practico sobre extracción de compuestos bioactivos | 62 |
| Figura 26. Filtración extracto hoja de café | 63 |
| Figura 27. Trabajo practico marcha Fitoquímica..... | 64 |
| Figura 28. Resultados análisis instrumento final habilidad interpretar..... | 67 |
| Figura 29. Resultados análisis instrumento final habilidad describir | 68 |
| Figura 30. Dibujo elaborado por la niña 1 | 69 |
| Figura 31. Resultados análisis instrumento final habilidad analizar | 70 |
| Figura 32. Resultados análisis instrumento final habilidad sintetizar..... | 70 |
| Figura 33. Dibujo instrumento final niña 8 | 71 |
| Figura 34. Resultados análisis instrumento final habilidad interpretar..... | 72 |
| Figura 35. Dibujo instrumento final niña 13..... | 73 |

Índice de tablas

| | |
|--|----|
| Tabla 1. Perfil de habilidades investigativas | 22 |
| Tabla 2. Niveles de abertura TPL..... | 24 |
| Tabla 3. Reacciones de identificación en marcha fitoquímica..... | 30 |

| | |
|---|----|
| Tabla 4. Programa guía de actividades | 35 |
| Tabla 5. Criterio análisis cualitativo mediante Atlas Ti | 41 |
| Tabla 6. Criterios para análisis cuantitativo | 45 |
| Tabla 7. Resultados marcha fitoquímica..... | 54 |
| Tabla 8. Resultados obtenidos mediante correlación por Spearman | 75 |
| Tabla 9. Resultados prueba Wilcoxon | 76 |

Introducción

El desarrollo de habilidades investigativas desde edades escolares tempranas es un aspecto crucial en la formación de estudiantes capaces de enfrentar desafíos científicos, tecnológicos y sociales del siglo XIX. En el caso de niñas y adolescentes fomentar estas habilidades contribuye no solo fortalecer sus capacidades cognitivas, sino también generar mayor equidad en el acceso y participación en la ciencia.

En el ámbito educativo colombiano los trabajos prácticos de laboratorio han sido empleados principalmente como espacios para la comprobación de teorías ya conocidas, y donde se promueve el pensamiento crítico, la formulación de preguntas, la observación rigurosa y la interpretación de fenómenos. En contextos de educación no formal se limitan estos espacios y el acceso a experiencias científicas pasa a ser algo limitado.

En este contexto este trabajo está orientado en el desarrollo de habilidades investigativas, mediante la implementación de trabajos prácticos de laboratorio enfocados en la extracción y caracterización de los compuestos bioactivos presentes en la hoja de café, en el marco de la candidiasis. La población son niñas de 10 a 17 años de la fundación niñas de luz, en Bogotá, todo esto en el marco del First local Chemistry Education Fest: Chemistry For Girls, patrocinado por la American Chemical Society (ACS) y liderado por el semillero de investigación Chimeía International Student Chapter ACS-UPN.

Así mismo las prácticas de laboratorio desempeñan un papel crucial en este proceso, ya que permiten que los estudiantes relacionen conceptos teóricos en el ámbito práctico. A través de estas prácticas los estudiantes no solo adquieren conocimientos, sino que también desarrollan autonomía y curiosidad necesarias. Los trabajos prácticos de laboratorio enfocadas en

problemáticas reales, como la extracción de compuestos bioactivos en la hoja de café ofrecen un contexto para que los estudiantes experimenten el proceso científico de manera directa, promoviendo así el desarrollo de habilidades investigativas.

De acuerdo con lo planteado anteriormente en el siguiente documento se presentan 6 capítulos que giran en torno a la investigación. El primer capítulo describe tanto los antecedentes pedagógicos como disciplinares entorno al desarrollo de habilidades investigativas y la realización de trabajos prácticos de laboratorio, además de cómo es el proceso de extracción y uso potencial de metabolitos presentes en la hoja de café.

El segundo capítulo representa el marco teórico en el cual se describen diversos fundamentos que sustentan teóricamente la parte disciplinar y pedagógica de la investigación. El tercer capítulo describe la metodología que se llevó a cabo para la implementación de los trabajos prácticos de laboratorio con las niñas. Posterior a ello el documento evidencia como capítulo los resultados y los análisis obtenidos, análisis realizados mediante software como Atlas Ti y SPSS, además evidencia los registros fotográficos de los trabajos prácticos de laboratorio realizados con las niñas y como en conjunto evidencia el impacto en el desarrollo de habilidades investigativas. El último capítulo evidencia las conclusiones que se obtuvieron y unas posibles recomendaciones para futuras investigaciones.

Justificación

El desarrollo de habilidades investigativas en edades tempranas es esencial para fomentar el pensamiento crítico, la curiosidad científica y la capacidad de proponer soluciones a problemas reales desde una perspectiva informada. En contextos de educación no formal, trabajar con niñas entre los 10 y los 17 años representa una oportunidad significativa para promover estas competencias en entornos donde el acceso a experiencias formativas prácticas puede ser limitado.

La implementación de trabajos prácticos de laboratorio en esta población permite acercar a las niñas a procesos reales de investigación científica, favoreciendo la observación, descripción, análisis, síntesis e interpretación como habilidades claves en su formación. Estas destrezas, si se abordan teniendo en cuenta el contexto social de las personas, pueden convertirse en una herramienta de formación integral desde una perspectiva investigativa. Especialmente para poblaciones tradicionalmente excluidas de otros espacios. Realizar investigaciones en el campo de la química y disciplinas afines implica el desarrollo de capacidades como la observación detallada, el pensamiento crítico y la interpretación de resultados.

Estas habilidades son esenciales en la formación científica y deben desarrollarse en edades tempranas, en este caso a niñas, quienes históricamente han tenido menor participación en espacios investigativos. Al abordar una temática aplicada y contextualizada como la extracción y caracterización de compuestos bioactivos de la hoja de café con fines terapéuticos se favorece el desarrollo de habilidades investigativas de forma significativa, ya que se vincula el conocimiento químico con una problemática real y cercana.

Estas estrategias no solo permiten aprender ciencia haciendo ciencia, sino que además promueve la participación, la curiosidad, la autonomía, toma de decisiones, generando un ambiente inclusivo y estimulante para las niñas en escenarios de educación no formal. Con base en esto, esta propuesta fortalece la enseñanza de conceptos bioquímicos de manera experiencial. A su vez, sensibiliza a niñas y familiares sobre el valor de la investigación científica en la búsqueda de soluciones sostenibles a problemas de salud pública.

Planteamiento del problema

En el contexto actual la enseñanza de las ciencias requiere de distintos modelos pedagógicos y didácticos que permitan relacionar los conceptos teóricos con situaciones reales y cotidianas. En particular, la enseñanza de la química no solo requiere transmitir conocimientos, sino también fomentar el desarrollo de habilidades investigativas que posibiliten la comprensión y aplicación de estos saberes de forma significativa, especialmente en etapas formativas.

Una estrategia efectiva para lograr esto, son los trabajos prácticos de laboratorio, que permiten a los estudiantes aproximarse a la investigación científica mediante la observación la experimentación y la reflexión. Sin embargo, en contextos de educación no formal como los ofrecidos por diversas fundaciones, estas experiencias suelen ser limitadas. A pesar de ello, estos espacios educativos representan oportunidades valiosas para promover el pensamiento crítico, adaptado a los contextos sociales.

En este marco, se identificó un campo poco explorado dentro de la investigación científica, el uso de hojas de café como fuente de principios bioactivos con un potencial uso terapéutico, aunque existen diversos estudios sobre las propiedades antioxidantes del café, la mayoría se centra en la cascara y la pulpa, dejando de lado el subproducto de la hoja. Según Chen (2019), son escasas las investigaciones que abordan estas propiedades en las hojas de café y su potencial uso frente a enfermedades comunes.

Teniendo en cuenta lo anterior, se diseñaron trabajos prácticos de laboratorio para niñas entre los 10 y los 17 años, enfocadas en la extracción e identificación cualitativa de compuestos bioactivos presentes en la hoja de café y su posible relación contra la candidiasis. Esta

enfermedad común en mujeres y niñas se utilizó como contexto pedagógico y socialmente relevante, permitiendo vincular ciencia, salud y entorno a través de la experimentación.

A partir de este escenario surge la siguiente pregunta problema

¿Cuál es el impacto de los trabajos prácticos de laboratorio en el desarrollo de habilidades investigativas en una población de niñas entre 10 y 17 años, si se utiliza la candidiasis como contexto, en un ambiente de educación no formal?

1. Objetivos

1.1. General

Evaluar el impacto de los trabajos prácticos de laboratorio, centrados en la extracción y caracterización de compuestos bioactivos, en el desarrollo de habilidades investigativas en niñas entre los 10 y 17 años, en el marco de la candidiasis en un ambiente de educación no formal.

1.2. Específicos

- Caracterizar las habilidades investigativas presentes una población escolar conformada por niñas con edades entre 10 y 17 años mediante instrumentos de evaluación adaptados a la población.
- Diseñar e implementar trabajos prácticos de laboratorio en el contexto de la candidiasis, enfocados en el desarrollo de habilidades investigativas.
- Evaluar el impacto de los trabajos prácticos de laboratorio en el desarrollo de habilidades investigativas en la población escolar de niñas entre 10 y 17 años.

2. Antecedentes

Para la construcción de antecedentes del siguiente apartado fue necesario realizar una revisión bibliográfica en bases de datos de revistas indexadas y repositorios institucionales, enfocadas en el desarrollo de habilidades investigativas, los trabajos prácticos de laboratorio y compuestos bioactivos de la hoja de café que, a su vez describe métodos de extracción, identificación y aplicaciones medicinales. Dentro de las bases de datos consultadas están presentes: ACS publications de la American Chemical Society, Scielo, Dialnet, Redalyc, Science Direct, PubMed, Google Scholar. De esta manera se realizaron filtros con bases a conceptos y palabras claves como "coffea leaves" "habilidades investigativas" "extraction coffea leaves" "polifenoles" "Trabajos prácticos de laboratorio". Se eligió realizar la búsqueda en un periodo comprendido entre el año 2014 y 2024, seleccionado artículos en español e inglés. Por consiguiente, se logró revisar aproximadamente 53 documentos, provenientes de al menos 26 revistas indexadas, esta búsqueda permitió identificar aportes teóricos y prácticos que fundamentan la propuesta de la presente investigación.

2.1. Desde las habilidades investigativas

En la perspectiva internacional se encuentran diferentes trabajos relacionados con el fortalecimiento de habilidades investigativas. Se realizó una investigación en un colegio de secundaria ubicado en Perú donde se evidenció una deficiencia en el desarrollo de habilidades investigativas. De esta manera en la investigación se realizó una capacitación a los estudiantes sobre método científico, investigación formativa, normas APA entre otras temáticas fundamentales para el desarrollo de habilidades. Con base en esto se realizaron pruebas pre y post para identificar si hubo un fortalecimiento de diferentes habilidades. Al final de la investigación los estudiantes lograron desarrollar habilidades científicas investigativas concordantes (Perez, 2014).

Desde la perspectiva nacional se realizó una investigación en el año 2012 en el municipio de Jamundí, Valle del Cauca donde se escogió una muestra de ocho estudiantes entre los 15 y los 17 años para evidenciar la importancia del aprendizaje de los conocimientos científicos- escolares desde la realización de prácticas de laboratorio. Dentro de las fases de la investigación se encuentra la realización de una prueba antes de la aplicación, posterior a esto se realiza un diseño de las guías prácticas de laboratorio para identificar lo que se hará, luego los estudiantes realizaron un informe de laboratorio en donde conjugan todo lo aprendido y finalmente se realizó un análisis de los datos obtenidos.

De esta manera se evidenció en la investigación la importancia de las prácticas de laboratorio en la construcción del conocimiento científico en la etapa escolar De esta manera pudieron llegar a la conclusión que la utilización de prácticas de laboratorio potencializan la construcción del conocimiento científico escolar, además se logró evidenciar un desarrollo en la competencia científica y en habilidades como la observación, clasificación, desarrollo de la autonomía en la toma y presentación de datos, planteamiento de hipótesis y posibles procesos experimentales (Espinosa-Ríos et al., 2016).

A nivel local en la Universidad pedagógica nacional Mora y Lara (2021) desarrollaron una propuesta didáctica dirigida a estudiantes de básica media, en la cual se abordó la problemática ambiental sobre los plásticos de un solo uso mediante un ambiente virtual de aprendizaje, esta propuesta tuvo como objetivo desarrollar habilidades investigativas, que normalmente se abordan superficialmente. Los autores concluyen que el trabajo con problemáticas asociadas al contexto de la población de estudio y soluciones cercanas a su realidad potencian el desarrollo de estas habilidades. Los anteriores referentes aportan de manera significativa al presente trabajo en la

demostración de un vínculo entre temáticas reales, experiencias prácticas y como estos favorecen el progreso de habilidades investigativas.

2.2. Desde los trabajos prácticos de laboratorio

Diversas investigaciones abordan la importancia de la implementación de trabajos prácticos de laboratorio para el aprendizaje de diversos conceptos además de una herramienta para adquirir diversas habilidades. En el 2016, Rodríguez escribió sobre como los trabajos prácticos de laboratorio y los estilos de aprendizaje podrían contribuir al aprendizaje de conceptos químicos en estudiantes de la licenciatura en química de la Universidad Pedagógica Nacional en Bogotá. Según su investigación puede afirmar que los trabajos prácticos de laboratorio favorecen en la construcción de conceptos, esto causado por la motivación generada cuando se hacen trabajos prácticos de laboratorio y que esto puede generar habilidades como la formulación de hipótesis, generación de preguntas para contrastar y concluir en los laboratorios ya realizados, y que, finalmente esto ayude para que se puedan generar futuras soluciones a problemáticas presentes.

Espinosa, E. Gonzalez, K. & Hernández L. (2016) afirmaron la importancia de la implementación de trabajos prácticos de laboratorio en la construcción del conocimiento científico y como este contribuye al desarrollo y fortalecimiento de diversas habilidades. En esta investigación se implementaron varias prácticas de laboratorio, fue aplicada a estudiantes de undécimo de un colegio en Jamundí, en donde las practicas fueron realizadas de forma gradual conforme la edad y la etapa cognitiva de los estudiantes. Posterior a la investigación concluyeron que la realización de trabajos prácticos de laboratorio propició un fortalecimiento en diversas habilidades como la observación, clasificación y desarrollos de procesos durante los experimentos. Además, abordaron el crecimiento en el interés por conceptos químicos debido a la realización de estas prácticas y que, debido a los niveles de abertura que se abordaron los estudiantes fueron

desarrollando paulatinamente la comprensión de conceptos y la adquisición de diversas habilidades en el manejo de herramientas en el laboratorio además de formulación de preguntas, hipótesis y posibles soluciones a problemáticas.

Por otro lado, en una escuela de Emiratos Árabes Unidos se realizó una investigación sobre el trabajo práctico de laboratorio en ciencias y su impacto en la enseñanza de ciencias como la biología y la química. En esta exploración se realizaron diversas prácticas de laboratorio en las que los docentes participaban como guías para la realización de estas, la evaluación se midió con la realización de un pre y post test en la que se evidenciaron una correlación positiva entre el trabajo práctico y el rendimiento académico en la mayoría de los estudiantes de ciencias (Shana & Abulibdeh, 2020). Además, los autores consideran dentro de la investigación que sea fundamental que los estudiantes también puedan desarrollar experimentos y que estos sean centrados en el estudiante ya que la actividad centrada en el docente puede limitar el aprendizaje o incluso la motivación.

2.3. Compuestos bioactivos de la hoja de café

Los estudios sobre las propiedades terapéuticas de las hojas de café relatan diferentes perspectivas, además de evidenciar distintos métodos para la extracción de sus principios activos. Uno de los métodos de extracción en hojas más nombrados es la extracción acuosa y alcohólica para su posterior cuantificación del poder antioxidante, la extracción acuosa se desarrolla con agua destilada y la extracción alcohólica con etanol según (Moncada, 2020). Por otro lado, se observó mayor concentración de compuestos fenólicos, posterior los flavonoides representan entre el 20% y el 40% en contenido fenólico y se evidencio por el reactivo Folin-Ciocalteu (Villareal-Rosales, y otros, 2021).

En cambio, la extracción por método soxhlet es usada para la extracción de polifenoles en hojas de *Coffea arabica* L. Para este proceso de extracción se suele usar como solvente el hexano y suele durar 3 horas aproximadamente la extracción, aunque también se puede usar como solvente el metanol según (Trevisan et al., 2016). Así como se ha determinado algunos métodos de extracción en las hojas de café, se ha logrado cuantificar las diferencias en los métodos de procesamiento utilizados en las hojas de café, en donde influye el tiempo en las características fitoquímicas en las hojas de *Coffea arabica* L (Chen, Ma, & Kitts, 2018).

Por otro lado, conocer acerca de la composición de compuestos bioactivos en la hoja de café permite entender diferentes funcionalidades y aplicaciones a nivel científico e investigativo Marín-Garza et al. (2018) describe la composición de diversos compuestos bioactivos presentes en las hojas de café presentes en diferentes épocas del año. En esta investigación se confirma la presencia de compuestos como el ácido clorogénico, cafeína y trigonelina como compuestos que presentan una mayor presencia en las hojas de este cultivo, además analiza como varía su concentración en diferentes etapas del ciclo anual del cultivo. Esta investigación respalda la relevancia a nivel fitoquímico ya que evidencia la presencia de metabolitos presentes.

La presencia de metabolitos y su efecto en la post recolección de las hojas de café está directamente relacionado con el aumento de la concentración de polifenoles presentes en la muestra como el ácido clorogénico. Moreira et al. (2018) compararon concentraciones de ácidos clorogénicos presentes en hojas de *Coffea arabica* sometidas a secado a temperatura ambiente durante más de 30 días, en donde pudieron observar que aumentan significativamente tras el proceso de secado, lo que sugiere que existe un catabolismo de compuestos fenólicos que incrementan la concentración de estos metabolitos. Esto es importante ya que para realizar la presente investigación se pueden definir procesos de extracción e identificación para su posterior

implementación en la propuesta experimental y la realización en los trabajos prácticos de laboratorio.

De esta manera el estudio de diversos compuestos fenólicos puede girar en torno a diferentes áreas, entre ellas el uso medicinal. Según Fakhim et al. (2025) el desarrollo de nuevos fármacos se ha visto dificultado por la resistencia fúngica que se ha generado. En este estudio se evidencia el cómo la utilización de compuestos bioactivos como agentes antifúngicos contribuyen al estudio de nuevos fármacos para contrarrestar infecciones comunes que se presentan comúnmente en el mundo como la candidiasis ocasionada por el hongo candida. En esta investigación se realizaron ensayos clínicos entre varios polifenoles como el ácido clorogénico, gálico, tánico, entre otros para observar una actividad antifúngica con hongos como el candida spp. Esto evidencio una actividad antifúngica satisfactoria lo que indica un avance en el análisis de nuevos fármacos mediante compuestos bioactivos que provienen de diversas plantas.

Los antecedentes presentados anteriormente son fundamentales en la investigación ya que representan una base teórica y práctica sólida para el desarrollo del siguiente trabajo. Las evidencias de metabolitos presentes en las hojas de café, sus propiedades, métodos de extracción y cuantificación sustentan los objetivos a desarrollar. La propuesta complementa los estudios mencionados a manera de que le da un enfoque pedagógico aplicado mediante trabajos prácticos de laboratorio, de tal manera que se incita a continuar con el estudio de extractos vegetales en diversas plantas y sus posibles propiedades terapéuticas y que esto pueda ser llevado a un ambiente de formación en el que se puedan desarrollar habilidades investigativas promoviendo así una formación integral.

3. Marco teórico

3.1. Habilidades investigativas

Las habilidades investigativas son un conjunto de cualidades o rasgos individuales que contribuyen a potenciar el dominio del contenido en la formación para la investigación esto según (Ledesma, 2016). Por otro lado, López (2001) define la habilidad investigativa como una manifestación del contenido de la enseñanza, que implica un dominio por el sujeto de acciones prácticas que permiten una regulación racional con los conocimientos que ya posee el sujeto para buscar una solución a una problemática. Desde otros autores se le da una definición con relación a la zona del desarrollo próximo, Moreno (2005) describe las habilidades investigativas como un conjunto de habilidades que empiezan a desarrollarse desde antes que el sujeto tenga acceso a procesos sistemáticos de formación en la investigación.

En estos aspectos la formación para la investigación es un proceso de completa intencionalidad que implica prácticas y actores diversos (Moreno, 2005). De esta manera no se busca solo el aprendizaje de métodos científicos sino también la apropiación de una actitud crítica, reflexiva y creativa, por esto se convierte en la base del desarrollo de habilidades investigativas. Po tal manera se asocian estas habilidades en determinados perfiles que se asocian con tareas más grandes que se asocian a la investigación, en la tabla 1 se evidencian los diversos tipos de perfiles a nivel de habilidades investigativas y que cumplen un rol, específico según su núcleo y su tarea adoptado por Moreno (2005).

Tabla 1.

Perfil de habilidades investigativas

| Perfil de habilidades investigativas | |
|---|---|
| Núcleo A: Habilidades de percepción | <ul style="list-style-type: none"> • Sensibilidad a Los fenómenos • Intuición • Amplitud de percepción • Percepción selectiva |
| Núcleo B: Habilidades instrumentales | <ul style="list-style-type: none"> • Dominar formalmente el lenguaje: Leer, escribir, escuchar, hablar • Dominar operaciones cognitivas básicas: inferencia (inducción, deducción, abducción), análisis, síntesis, interpretación. • Saber observar • Saber preguntar |
| Núcleo C: Habilidades de pensamiento | <ul style="list-style-type: none"> • Pensar críticamente • Pensar lógicamente • Pensar reflexivamente • Pensar de manera autónoma • Flexibilizar el pensamiento |
| Núcleo D: Habilidades de construcción conceptual | <ul style="list-style-type: none"> • Apropiar y reconstruir ideas de otros • Generar ideas organizar lógicamente • Realizar síntesis |
| Núcleo E: Habilidades de construcción metodológica | <ul style="list-style-type: none"> • Construir método de investigación • Diseñar procedimientos • Manejar y diseñar técnicas |
| Núcleo F: Habilidades de construcción social | <ul style="list-style-type: none"> • Trabajar en grupo • Socializar el trabajo • Socializar el conocimiento • Comunicar |
| Núcleo G: Habilidades metacognitivas | <ul style="list-style-type: none"> • Poner objetivo lo personal y el conocimiento • Autorregular procesos cognitivos • Cuestionar acciones de generación del conocimiento • Autoevaluar consistencia y validez de procesos de investigación. |

Fuente: Tomado y adaptado de Moreno (2005)

De igual manera se describe como las actividades base para la adquisición de nuevos conocimientos y se consideran como un conjunto de tareas sistemáticas que se ejecutan en procesos exploratorios y esto es importante que se fomente para que contribuya al desarrollo de las ciencias (Dávila Morán et al., 2022). Las habilidades investigativas se refieren a todas aquellas

destrezas que potencian al estudiante. Existen cinco habilidades investigativas básicas entre las cuales se clasifican en: Observar, describir, analizar, sintetizar e interpretar.

La observación es una habilidad en la que constantemente se está adquiriendo información de cosas, sucesos, fenómenos de forma directa. La descripción es una habilidad en la que la persona tiene la capacidad de explicar fenómenos, hechos o sucesos. La habilidad de analizar consiste en analizar variables de un todo. La síntesis es una descripción de forma resumida hechos o fenómenos. Finalmente, la habilidad de la interpretación consiste en explicar hechos o fenómenos dándoles un significado (Dávila Morán et al., 2022). Las habilidades mencionadas anteriormente son consideradas como habilidades investigativas principales y estas son fundamentales para el desarrollo en una etapa formativa.

3.2. Trabajos prácticos de laboratorio

La definición de los trabajos prácticos de laboratorio o TPL es ampliamente descrita por varios autores. Según Richoux y Beaufile (2003) los trabajos prácticos se centran en planificar actividades a realizar y ponerlas a disposición de los estudiantes, esto teniendo en cuenta que se deben proporcionar equipos, fichas y lo necesario para que sea realizado. Por otro lado, los TPL articulan distintos tipos de actividades en donde la teoría y la práctica se relacionan (Del Carmen, 2011). Fernández (2013) asegura que las actividades de enseñanza en las ciencias naturales en la que los estudiantes utilizan determinados procedimientos para resolver las situaciones que se plantean son considerados como trabajos prácticos de laboratorio.

El repertorio de actividades en los trabajos prácticos de laboratorio los estudiantes realizan estas actividades, se usa un material específico, son complejas en su organización. Estas variables

ayudan a que se mejore una motivación, haya una comprensión de del planteamiento teórico y facilita el desarrollo de actitudes y habilidades.

Desde la teoría constructivista se propone que el conocimiento no puede ser transferido entre personas, sino que se construye a través de interacciones con el ambiente (Bodner, 1986). De esta manera el nivel de abertura consiste en la facilidad con la que el docente propicie información sobre los trabajos prácticos a los estudiantes. (Priestley, 1997) propuso una escala de abertura en los trabajos prácticos de laboratorio, en esta escala clasifica la categoría del experimento con la información facilitada por el profesor y el protagonismo que tenga el estudiante. En la tabla 2 se puede evidenciar esta escala.

Tabla 2.

Niveles de abertura TPL

| Categoría del experimento | Niveles de abertura (P: planificado por el profesor, A: realizado por el estudiante) | | | | | |
|---------------------------|--|--------------------|---------------------------|----------------------|-----------------------------|--------------|
| | Plantear problema | Formular hipótesis | Planificar el experimento | Realizar experimento | Apuntar datos/observaciones | Conclusiones |
| 1 | P | P | P | P | P | A |
| 2 | P | P | P | P | A | A |
| 3 | P | P | P | A | A | A |
| 4 | P | P | A | A | A | A |
| 5 | P | A | A | A | A | A |
| 6 | A | A | A | A | A | A |

Fuente: Adatado de Valverde, Jiménez & Viza (2006)

3.3. Compuestos bioactivos en la hoja de café

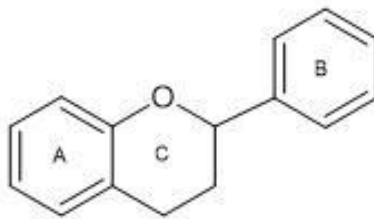
3.3.1. Polifenoles

Son metabolitos secundarios presentes en las plantas y que en su estructura química poseen uno o más grupos fenólicos. La clasificación y la variedad de los polifenoles depende de la especie, la composición del suelo, condiciones ambientales, etc. (Quiñones, et al., 2012). La categorización de los polifenoles se divide en flavonoides y no flavonoides que contiene ácidos

fenólicos, estilbenos, lignanos, alcoholes fenólicos. Los flavonoides son derivados de los aminoácidos aromáticos, fenilalanina y lisina. Los flavonoides cumplen una función importante en el crecimiento de las plantas (Valencia, et al., 2017). Su estructura química se representa por la presencia de 15 carbonos y la unión de grupos radicales, además se ven dos anillos enlazados. Dentro de los grupos de los flavonoides se encuentran una subclasificación que está representada por: flavonoles, flavonoides, flavonas, flavanones, isoflavanones, antocianinas. Su estructura básica se representa en la figura 1.

Figura 1.

Estructura química de los flavonoides



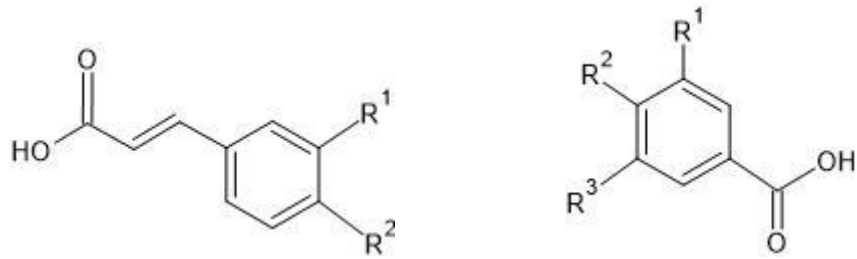
Fuente: Estructura realizada en ChemSketch

Los ácidos fenólicos se clasifican como compuestos no flavonoides, el ácido gálico, vinílico y p-hidroxibenzoico son los más comunes dentro de los ácidos fenólicos. Su clasificación se divide en ácidos benzoicos y cinámicos y sus derivados. Los derivados más importantes de los ácidos benzoicos son el ácido gálico. Los derivados más comunes del ácido cinámico son los ácidos cumárico, cafeicos, ferúlico y sinápico, siendo el ácido cafeico el ácido fenólico más común presente en el café y sus hojas (Huerta, et al., 2022).

En la figura 2 se puede ver la estructura básica de los ácidos fenólicos, a la izquierda de la imagen se encuentra la estructura de los ácidos cinámicos y a la derecha se evidencia la estructura de los ácidos benzoicos. Por otro lado, la estructura de las ligninas se compone de dos anillos de fenilpropano que se unen mediante enlaces de carbono. En la figura 3 se puede evidenciar la estructura química básica de los estilbenos al lado izquierdo y de las ligninas a lado derecho.

Figura 2.

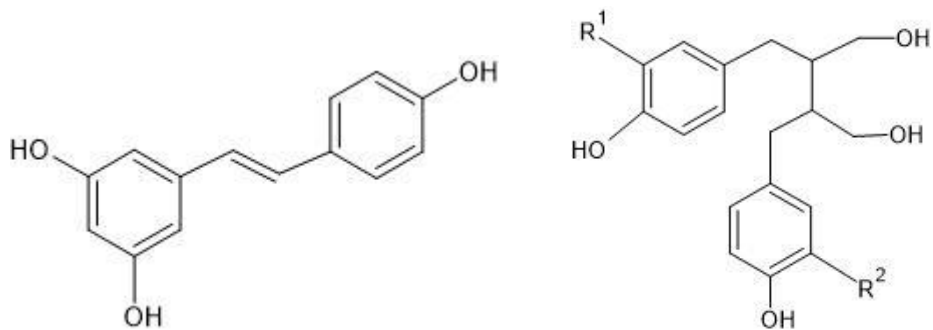
Estructura química ácidos fenólicos



Fuente: Estructuras realizadas en ChemSketch

Figura 3.

Estructura química estilbenos (izq) y estilbenos (der)



Fuente: Estructuras realizadas en ChemSketch

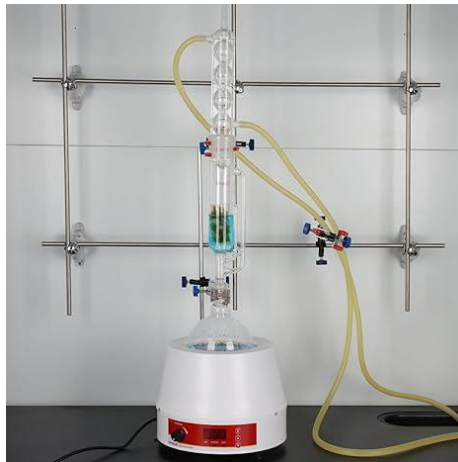
3.3.2. Métodos de extracción

La extracción es una técnica que se usa para separar compuestos en los diferentes estados de la materia. La separación de componentes en una mezcla se da debido a la diferencia de solubilidad presente en los componentes de esta. Se puede separar de las siguientes maneras: sólido-líquido; líquido-líquido; gas-líquido. Para la extracción de terpenos, alcaloides y polifenoles en las hojas de café se pueden usar distintos métodos de extracción entre los cuales está: extracción por soxhlet, arrastre por vapor y fluidos supercríticos.

La extracción por soxhlet permite la separación de compuestos por la acción de un solvente, la técnica consiste en el continuo lavado de un sólido con un solvente, que va extrayendo los compuestos activos, de esta manera se extrae el compuesto menos soluble. Esta extracción se basa en etapas: se pone el solvente en un balón; Ebulle un solvente y se atrapa en el condensador; el condensador cae sobre un recipiente que contiene cartucho; vuelve a subir el nivel del solvente hasta cubrirlo y generar reflujos para repetir el proceso; El anterior paso se repite las veces necesarias (Caldas, 1999). En la figura 4 se evidencia el montaje del equipo soxhlet en donde se evidencia las partes del montaje.

Figura 4.

Montaje extracción soxhlet



Fuente. Adaptado de *aparato de extracción tipo soxhlet* [Fotografía], por Amazon, 2020, <https://www.amazon.com.mx/Stonylab-Aparato-extracci%C3%B3n-extractor-borosilicato/dp/B08KXLMZRB>

Otro método de extracción es la destilación arrastre vapor, esta consiste la separación de compuestos por diferencia de punto de ebullición. La destilación por arrastre vapor permite la separación de sustancias insolubles en agua y se usa este solvente para “arrastrar” los componentes volátiles mediante la evaporación y la condensación. Para que un compuesto sea extraído mediante la destilación por arrastre con vapor debe cumplir unos requisitos, tales como: Volátil, inmisible, que sea estable térmicamente, su peso molecular debe ser alto. Los principales

procesos que se realizan mediante esta técnica son la extracción de aceites esenciales que están constituidos por terpenos (presentes en las hojas de café).

El montaje de la destilación por arrastre con vapor consta de dos balones que contienen agua y la muestra de la cual se quiere hacer el proceso de extracción, posterior a esto se une un refrigerante, que permite la condensación de vapores. y finalmente se encuentra un matraz que recibe o soporta el extracto, este montaje básico se puede ver en la figura 5 que además cuenta con soportes para sostener los balones y una plancha calentadora para cumplir con el proceso.

Figura 5.

Montaje de extracción destilación por arrastre vapor



Fuente. Adaptado de *Equipo de destilación por arrastre de vapor* [Fotografía], por Mercado libre, s.f, <https://www.mercadolibre.com.co/equipo-de-destilacion-por-arrastre-de-vapor-1000-ml/up/MCOU2428483179>

Existen otros métodos de extracción mucho más complejos, uno de ellos es la extracción con fluidos supercríticos. Un fluido supercrítico es un estado de la materia en la que se encuentra en condiciones de presión y temperatura superiores a su punto crítico y no se puede distinguir del estado líquido y gaseoso. En ese punto el compuesto se comporta como un gas y presenta la

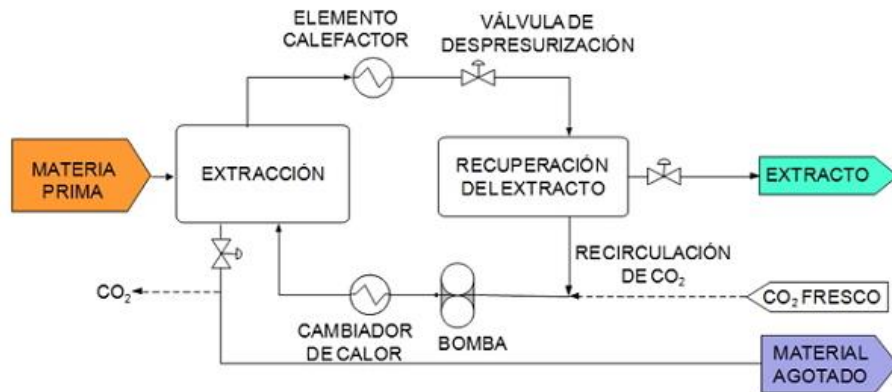
densidad de un líquido, esto permite hacer la extracción y cumplir la función de disolvente. (Luque de Castro et al., 1993).

El fluido supercrítico que más se usa es el dióxido de carbono (CO_2), esto gracias a su accesibilidad en el comercio y ser económico, también presenta características aptas para la extracción como su estado, ya se al ser gaseoso su empleo sea más sencillo, no es inflamable ni tóxico, su presión y temperatura crítica son moderadas (Reyes, 2018)

El montaje para la extracción con fluidos supercríticos se expresa en la figura 6. Se inicia con una bomba que contiene el dióxido de carbono, la bomba aumenta la presión del fluido. La muestra está contenida en un contenedor de extracción que posteriormente conlleva a un tanque recolector de los extractos (Garcia & Barba de la rosa, 2010)

Figura 6.

Diagrama proceso extracción fluido supercrítico (CO_2)



Fuente. Adaptado de *Extracción mediante CO_2 supercrítico* [Esquema], por Universidad Complutense de Madrid, s.f, <https://www.ucm.es/otri/complutransfer-extraccion-mediante-co2-supercritico>

3.3.3. Marcha fitoquímica

La marcha fitoquímica también conocida como tamizaje o Screening fitoquímico es una técnica cualitativa y preliminar que permite identificar los principales metabolitos secundarios presentes en un extracto vegetal. De esta manera de forma cualitativa se identifican compuestos como alcaloides, taninos, saponinas terpenos, entre otros. Conforme a ellos se seleccionan metabolitos con potencial farmacológico para un uso potencial terapéutico.

Al momento de realizar una marcha fitoquímica es importante saber cómo se hizo la extracción del metabolito ya que de esto depende el análisis que se quiere hacer, si, por ejemplo, se requiere analizar polifenoles es bueno hacer una extracción con etanol, debido a sus estructuras químicas (Tiwari, 2011). De acuerdo con lo anterior existen unas reacciones de identificación de metabolitos secundarios en material vegetal y se evidencian en la tabla 3.

Tabla 3.

Reacciones de identificación en marcha fitoquímica

| Metabolito | Reacciones |
|---------------------|----------------------------|
| Alcaloides | Mayer, Dragendorff |
| Carbohidratos | Molisch |
| Azúcares reductores | Benedict |
| Saponinas | Formación de espuma |
| Fenoles | Cloruro férrico |
| Taninos | Cloruro férrico y gelatina |
| Flavonoides | Hidróxido de sodio |
| Aminoácidos | Ninhidrina |

Fuente: Tomado y adaptado de Prashant (2011).

4. Metodología

El desarrollo de la investigación se centró en el método mixto, el cual implica la recolección, análisis e interpretación de datos cuantitativos como cualitativos dentro de un mismo estudio (Tashakkori & Teddlie, 2003). Esta metodología permite alcanzar una comprensión más completa del fenómeno investigado, brindando mayor credibilidad a los resultados y favoreciendo la toma de decisiones más objetivas y fundamentales en contextos diversos (Johnson, et al., 2007). Dentro de sus ventajas, la investigación mixta posibilita la presentación de resultados más sólidos al integrar múltiples perspectivas; además, permite realizar análisis tanto explicativos como confirmatorios (Pole, 2009). Asimismo, este enfoque da cabida a diferentes tipos de datos como verbales, numéricos, simbólicos y textuales, entre otros (Creswell, 2013; Lieber y Weisner, 2010, como se citó en Hernández, et al., 2014).

En cuanto al diseño de investigación se empleó un enfoque de tipo cuasi - experimental, caracterizado por la ausencia de un grupo control aleatorizado, ya que la muestra fue seleccionada previamente y estuvo conformada por niñas dentro de un grupo establecido. Esta elección responde a las condiciones reales del contexto en el que se desarrolla el estudio, lo cual hace más viable su aplicación, sin necesidad de modificar artificialmente las dinámicas del grupo. La variable independiente seleccionada fue la implementación de trabajos prácticos de laboratorio centrados en los compuestos bioactivos de la hoja de café centrados en el contexto de la candidiasis vaginal. Por otro lado, la variable dependiente se centra en el desarrollo de habilidades investigativas.

La elección de este tipo de metodología permite establecer relaciones causales tentativas entre la intervención y los cambios observados en la población, respetando las condiciones naturales

del entorno y facilitando un análisis comparativo entre los momentos inicial y final; además, permite complementar el análisis con herramientas cualitativas, lo cual enriquece el análisis, ya que este diseño se encuentra dentro de los enfoques de investigación cuantitativa y mixta, esto permite sentar una base para el análisis posterior al desarrollo de actividades.

4.1. Población

La población objeto de este estudio está conformada por un grupo de niñas en edad escolar que hacen parte de la fundación Niñas de luz (FUNILUZ) de la ciudad de Bogotá. Se encuentran en condiciones de vulnerabilidad y residen en la localidad de ciudad Bolívar, sus edades oscilan entre los 10 y los 17 años y se encuentran en etapa de escolarización. Es importante resaltar la labor que desempeña FUNILUZ, la cual en su misión y visión describen:

Somos una organización que inspira y educa con ejemplo a niñas, habitantes de sectores menos favorecidos en la ciudad de Bogotá, que en el presente decidan ser líderes de sus vidas por medio del arte, la cultura, el deporte y la educación, y en el futuro sean mujeres que desarrollen cambios de igualdad e inclusión en la sociedad colombiana.

Nos proyectamos como una organización líder a nivel nacional, destacada por nuestros programas de mentoría que fortalecen el liderazgo y moldean el futuro de niñas y adolescentes. (Fundación niñas de luz, s.f.)

En coherencias con la misión de la visión de FUNILUZ la presente investigación se desarrolla en un contexto de educación no formal, en donde se abordan temas específicos que hacen parte de la cotidianidad de esta población. Cabe señalar que para la realización de esta investigación se contó con el permiso institucional de la fundación, así como con el consentimiento informado de

los acudientes de las niñas. Se garantizó el respeto a la integridad, la confidencialidad y los derechos de las menores, siguiendo los principios éticos establecidos.

La selección de la muestra se realizó bajo un criterio intencional y no probabilístico dado que las participantes pertenecen a un grupo ya constituido por la fundación Niñas de Luz, con características particulares de edad, contexto socioeconómico. Esta decisión respondió a la pertinencia de trabajar con una población con la que la fundación mantiene un vínculo, lo que facilitó el acceso, logística y disposición de participar en las actividades experimentales.

No obstante, esta elección implica posibles sesgos entre ellos al no ser una muestra aleatoria, los resultados no son generalizables a toda la población de niñas. Además, se puede presentar un sesgo de contexto teniendo en cuenta que el ambiente de la fundación es más flexible que el ambiente formal, puede influir en la manera en que las niñas asuman los trabajos prácticos de laboratorio.

4.2. Hipótesis

Hipótesis nula (H0)

La implementación de trabajos prácticos de laboratorio, centrados en la extracción y caracterización de compuestos bioactivos de las hojas de café, no tienen un impacto significativo en el desarrollo de habilidades investigativas en niñas entre los 10 y los 17 años, en un contexto de educación no formal.

Hipótesis verdadera (H1)

La implementación de trabajos prácticos de laboratorio, centrados en la extracción y caracterización de compuestos bioactivos de las hojas de café, tienen un impacto positivo en el desarrollo de habilidades investigativas en niñas entre los 10 y los 17 años, en un contexto de educación no formal.

4.3. Fases de la investigación

4.3.1. Identificación habilidades iniciales y contextualización

La primera fase consistió en contextualizar el trabajo a realizar, así como establecer las temáticas a desarrollar con las niñas. Estas temáticas incluyeron el estudio de la candidiasis, los compuestos bioactivos presentes en la hoja de café y su posible relación con dicha afección. Durante esta etapa participaron 30 niñas con edades entre los 7 y los 17 años; de este grupo, 20 niñas completaron los instrumentos inicial y final para evaluar, cuyos resultados fueron considerados para un análisis correspondiente.

4.3.2. Diseño e implementación de trabajos prácticos de laboratorio

La segunda fase de la investigación consistió en el diseño de los trabajos prácticos de laboratorio realizados para la investigación y cuáles serían implementados con las niñas. Teniendo en cuenta lo anterior, las prácticas de laboratorio elaboradas en la universidad fueron: Extracción de compuestos bioactivos de la hoja de café mediante soxhlet y extracción hidroalcohólica, marcha Fitoquímica, lectura en espectroscopia infrarroja, elaboración de cultivo microbiológico casero y docking molecular. Con la realización de estos laboratorios y la observación de los riesgos presentes en el uso de reactivos químicos con menores de edad se plantearon los siguientes trabajos prácticos de laboratorio para la implementación de la investigación: Extracción de compuestos bioactivos mediante el método hidroalcohólica, marcha fitoquímica, y observación de cultivo microbiológico casero. Además, se planteó una actividad inicial como trabajo de laboratorio.

En la tabla 4 se evidencia un resumen sobre el programa guía de actividades que se diseñaron para desarrollar con las niñas de la fundación. En esta tabla se encontrara de forma sintetizada la práctica de laboratorio, el objetivo, principio, la habilidad a desarrollar, materiales y reactivos. En anexos 2 se puede evidenciar el programa completo incluyendo los diagramas de flujo con el procedimiento para realizar los trabajos prácticos de laboratorio.

Tabla 4.

Programa guía de actividades

| Ítem | Pasta de elefante | Extracción hidroalcohólica | Marcha Fitoquímica |
|-----------------------------------|---|--|---|
| Objetivo | Observar reacción ácido-base e introducirse a los trabajos prácticos de laboratorio | Realizar extracción de compuestos bioactivos de la hoja de café | Identificar metabolitos secundarios presentes en el extracto obtenido vía hidroalcohólica. |
| Principio | Reacción ácido – base entre el bicarbonato y el vinagre, con desnaturalización de la proteína del huevo | El etanol separa compuestos de similitud polar de la hoja | Reacciones específicas de cambio de color que identifican grupos funcionales. |
| Habilidades investigativas | Observar y describir | Analizar e interpretar | Analizar y sintetizar |
| Materiales y reactivos | 1 huevo Bicarbonato de sodio Vinagre Colorante vegetal Vaso | Hojas de café Frascos con tapa Embudo Papel filtro Vaso de precipitado Etanol 70% | Extracto resultante Gradilla 3 tubos de ensayo 3 pipetas Cloruro férrico Reactivo de Dragendorff Reactivo de Benedict Etanol |

Fuente: Elaboración propia

4.3.3. Evaluación del desarrollo de habilidades investigativas

La última fase de la investigación consistió en implementar el instrumento de evaluación final y realizar el posterior análisis de datos, esto se realizó mediante software que analizaron datos cualitativos como Atlas Ti y cuantitativos como SPSS, esto mediante una correlación hecha entre la prueba inicial y final. Esto con el fin de objetar el impacto de los trabajos prácticos de laboratorio en el desarrollo de habilidades investigativas.

5. Resultados y discusión

El desarrollo de las actividades se llevó a cabo como actividad central del trabajo del semillero de investigación Chímeia. International Student Chapter ACS-UPN en el marco del evento denominado “First local chemistry education fest: Chemistry for girls” cuyo objetivo fue acercar la química a niñas de la fundación FUNILUZ mediante la experimentación. A partir de esta experiencia, se diseñó e implementó una propuesta pedagógica orientada al fortalecimiento de habilidades investigativas, a través de trabajos prácticos de laboratorio.

La presente sección expone los resultados obtenidos a lo largo del proceso, organizados en tres apartados principales. En primer lugar, se caracteriza el nivel inicial de habilidades investigativas, en segundo lugar, se describe la propuesta experimental diseñada tanto en la universidad como parte disciplinar como la adaptada para las niñas. Finalmente se presentan los resultados del análisis posterior a la intervención, con el propósito de identificar avances en las habilidades como el observar, describir, analizar, sintetizar e interpretar.

5.1. Caracterización de habilidades iniciales de investigación

Para la realización del instrumento de caracterización inicial se tuvo en cuenta que las habilidades a caracterizar eran: Observar, describir, analizar, sintetizar e interpretar. Se contó con la participación de 30 niñas en la actividad, 20 de ellas participaron completamente en ella, por lo cual se hará el análisis de habilidades en 20 instrumentos iniciales y finales.

5.1.1. Instrumento de caracterización de habilidades

La caracterización inicial de habilidades investigativas requirió el diseño de un instrumento adaptado a las particularidades de la población participante, especialmente en cuanto a los rangos de edad y niveles de escolaridad. Dado que el propósito del evento fue acercar a las niñas a experiencias científicas y experimentales relacionadas con la química, se optó por utilizar una herramienta visual que facilitara la comprensión de conceptos básicos del entorno del laboratorio.

El instrumento consistió en una imagen ilustrativa en la que se representaban diversas situaciones en un laboratorio, algunas de ellas incorrectas desde el punto de vista de la seguridad y el manejo de materiales. En la parte inferior de la imagen (ver anexo 1) se solicitó a las niñas identificar y señalar los errores observados. Esta estrategia permitió explorar diversas habilidades a analizar.

El instrumento utilizado para la caracterización inicial denominado caza errores científicos fue diseñado con un propósito exploratorio y didáctico, centrado en identificar habilidades investigativas iniciales. Dado que este instrumento no pretende medir un constructo psicométrico de manera cuantitativa, no se sometió a un proceso formal de validación estadística. Su objetivo principal fue poder evidenciar concepciones previas, formas de razonar y estrategias de pensamiento. Por lo tanto, su uso se justifica dentro de un enfoque cualitativo formativo, donde el análisis se centra más en la interpretación de respuestas.

5.1.2. Análisis sobre las habilidades investigativas iniciales presentes

Análisis cualitativo

Inicialmente se hizo un análisis cualitativo de las respuestas mediante el software Atlas Ti por un conteo de frecuencias léxicas, esto con el objetivo de identificar los términos más recurrentes utilizados por las niñas en el instrumento de caracterización. Esto permitió explicar patrones ante la observación de la imagen y aporta una visión preliminar del estado inicial de las habilidades investigativas. En la figura 7 se observa la nube de palabras generada por el acotamiento de respuestas en el software donde se evidencia la frecuencia de palabras descritas por las niñas. Se observa que la palabra “guantes” es la más representativa con una frecuencia de 26 respuestas, debido a que las niñas asocian este artículo con elementos de medidas de seguridad, y lo describen de acuerdo con la imagen presente en el anexo 1.

Las siguientes palabras con mayor frecuencia en la nube son: Boca con 12 respuestas, mesa con 12 respuestas y Manos con 11 respuestas, esto vincula situaciones de riesgo representadas en las imágenes como el contacto con sustancias químicas con el cuerpo o la presencia de fuego. Según Saldaña (2013) un análisis realizado por frecuencias léxicas es importante ya que puede detectar conceptos claves en investigaciones cualitativas, especialmente en poblaciones infantiles, donde el lenguaje espontáneo refleja procesos cognitivos. Así mismo Friese (2014) destaca que las nubes de palabras permiten identificar temáticas centrales y facilitar un análisis inicial. De esta manera el uso de determinadas palabras con una mayor frecuencia y que se evidenciaron en la imagen representa que ellas lograron identificar elementos importantes y que, a su vez, lograron relacionarlo con funciones y acciones específicas.

Tabla 5.

Criterio análisis cualitativo mediante Atlas Ti

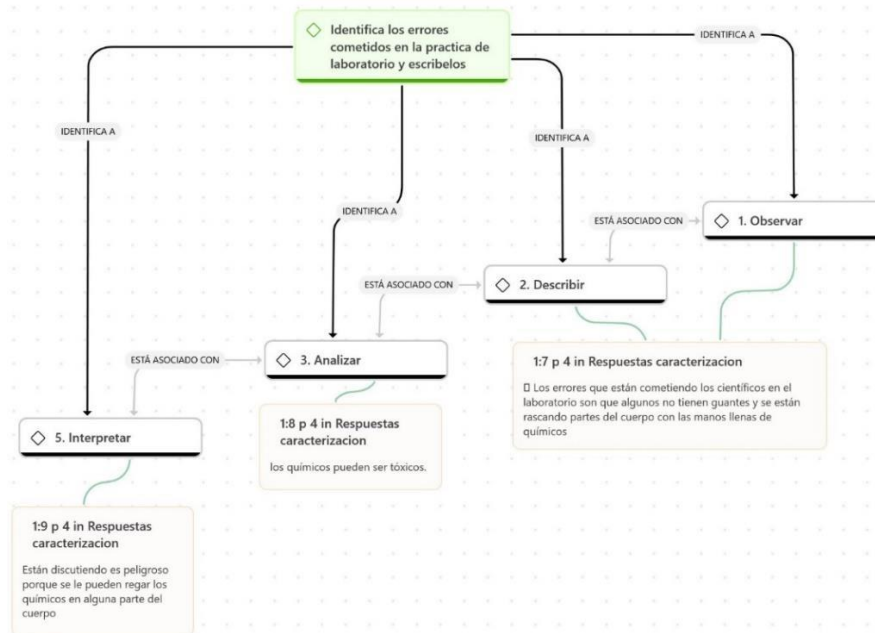
| Habilidad | Criterio de análisis por habilidad | Indicadores en las respuestas | Autores que mencionan |
|--------------------|--|--|--|
| Observar | Detecta errores y los menciona | Menciona objetos, acciones o situaciones visibles, sin interpretarlas. Ejemplo: “No tienen guantes” | Pozo y Monereo (1999); Dávila et al (2022) |
| Describir | Presencia del lenguaje descriptivo literal | Explica lo que observa. Ej.: “la chica tiene las manos en la boca” | Bloom (1956); Zabala (1999) |
| Analizar | Estudia relaciones y causas | Justifica porque algo es un error. Ej.: “Puede causar un accidente porque los químicos son peligrosos” | Pozo y Monereo (1999); Dávila et al (2022) |
| Sintetizar | Resume lo esencial de lo observado | Une distintas ideas para emitir un juicio. Ej.: “tener muchos químicos pueden causar accidentes” | Zabala (1999); Dávila et al (2022) |
| Interpretar | Darle significado a algo | Aporta un significado. Ej.: “Están discutiendo y puede ser peligroso” | Pozo y Monereo (1999); Bloom (1956) |

Fuente: Elaboración propia

Como parte del análisis cualitativo de las respuestas se construye una red semántica a partir de los códigos generados mediante Atlas Ti. Se toma como ejemplo las respuestas de la niña 4 y se construye una red semántica evidenciada en la figura 8, La red evidencia como se categorizaron sus respuestas teniendo en cuenta la tabla 4 y la categorización de habilidades. En cuanto a los códigos de observar y describir la respuesta evidencia una identificación directa de los elementos visibles en la imagen sin una elaboración más compleja y profunda. Respecto a la respuesta que se categoriza como análisis, la niña reconoce una relación causal entre lo observado y su consecuencia como lo describen Pozo y Monereo (1999); Dávila et al (2022). Finalmente, su respuesta acerca de una discusión en un laboratorio ya que le da sentido y significado a un riesgo que se puede dar en el laboratorio si las personas discuten y no tienen cuidado.

Figura 8.

Red semántica respuestas niña 4

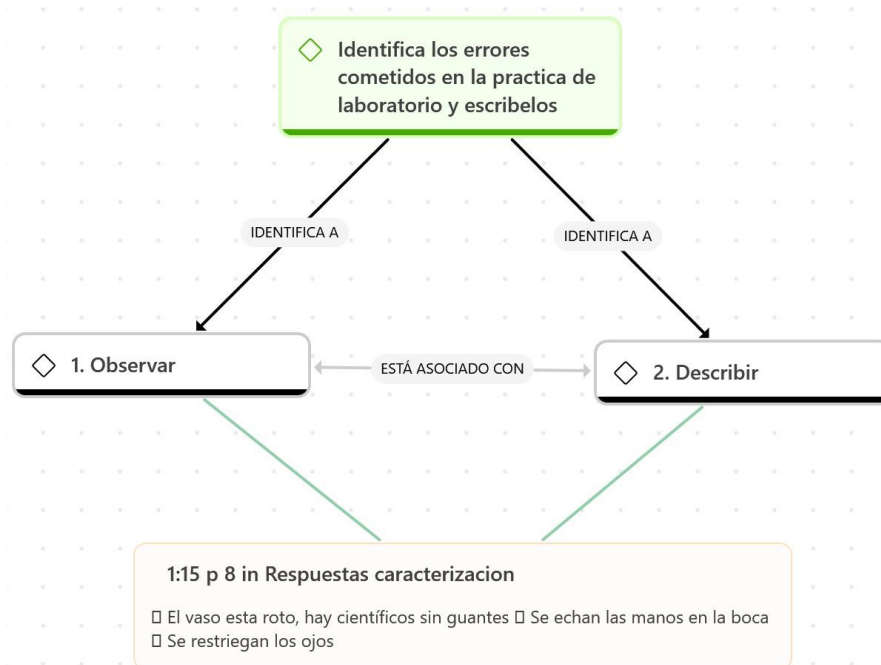


Fuente: Elaboración propia mediante el software Atlas Ti

Otro ejemplo que se evidencia son las respuestas de la niña 11, en este caso la red semántica construida con base en sus respuestas (ver figura 9) y en la categorización asignada se puede evidenciar una predominancia en las habilidades de observación y descripción. Ella identifica elementos que puede ver y los describe tal cual los observa: “el vaso está roto” pero no relata algunas consecuencia ni relaciones. Según Dávila et al. (2022) estas habilidades son inicialmente básicas ya que no genera un análisis o interpretación de estas. Bloom (1956) afirma que la observación es una habilidad base para desarrollar procesos cognitivos más complejo. De igual manera se observa que la niña aun no maneja un lenguaje científico con base en los elementos mostrados en la imagen. Sin embargo, a través de sus respuestas se evidencia que es consiente que el espacio mostrado en la imagen es un error que se pongan las manos en la boca o no tengan guantes.

Figura 9.

Red semántica respuestas niña 11

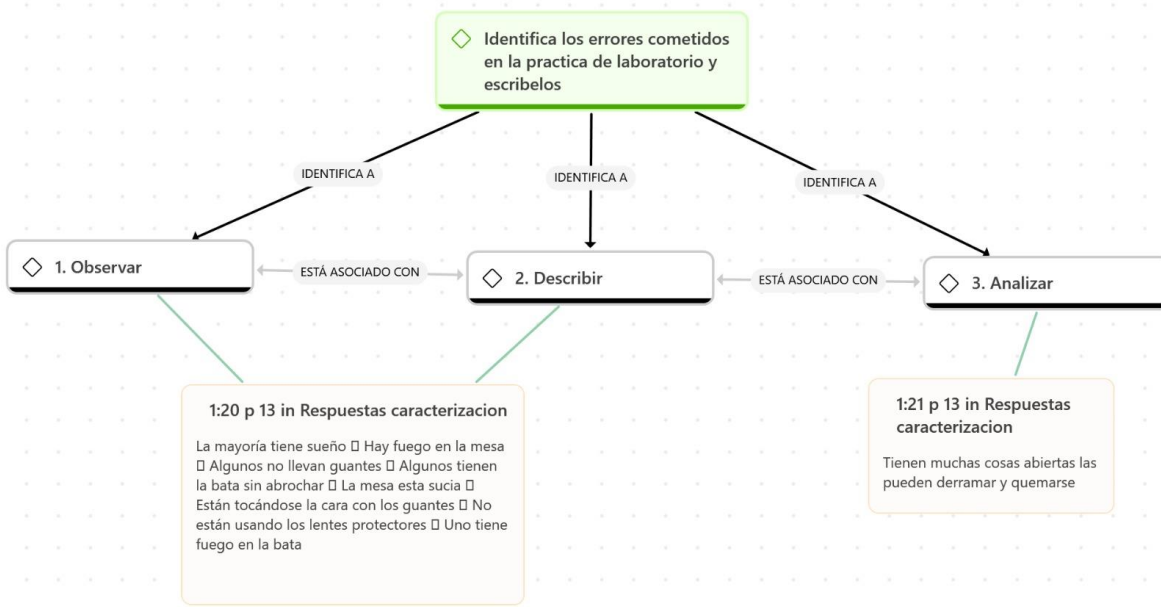


Fuente: Elaboración propia mediante el software Atlas Ti

En la figura 10 se observa la red semántica con las respuestas de la niña 13, en esta red se evidencia respuestas claras acerca de lo observado en la imagen del instrumento, describe con claridad varias situaciones de riesgo: “algunos no llevan guantes”, “algunos llevan la bata sin abrochar”, “están tocándose la cara con los guantes”. Estas respuestas reflejan habilidades iniciales presentes, especialmente la observación y descripción. Además, se evidencia un progreso hacia el análisis desde la relación de causales afirmando que “tienen muchas cosas abiertas las pueden derramar y quemarse” Flavell (1979) aseguró que la capacidad de anticipar efectos implica una forma de metacognición y razonamiento inferencial, lo que se evidencia en la respuesta de la niña 13 por tal razón ya se considera un progreso a nivel de la habilidad de analizar.

Figura 10.

Red semántica respuestas niña 13



Fuente: Elaboración propia mediante el software Atlas Ti

Análisis cuantitativo

Con el propósito de realizar un análisis cuantitativo complementario al análisis cualitativo de las respuestas del instrumento de caracterización inicial, se diseñó una escala de valores ordinales con tres niveles donde cada valor representa el nivel actual de la habilidad investigativa: 0 (presenta un nivel bajo), 1 (presenta un nivel medio), 2 (presenta un nivel alto). Esta escala fue aplicada a cada una de las cinco habilidades investigativas: Observar, describir, analizar, sintetizar e interpretar.

Esta escala permite identificar con precisión si una habilidad está presente y en qué grado, sin hacer una codificación subjetiva o ambigua. Dado que las respuestas son cualitativas con base en los instrumentos, esta escala traduce de una forma eficiente y más sencilla las respuestas. Esto parte desde el principio que las habilidades investigativas son conductas observables

(Bruner, 1960) y su desarrollo puede evidenciarse de manera escalonada, por tal se construye la siguiente rubrica que describe la escala y como se asigna cada valor a las respuestas escritas de las niñas.

Tabla 6.

Criterios para análisis cuantitativo

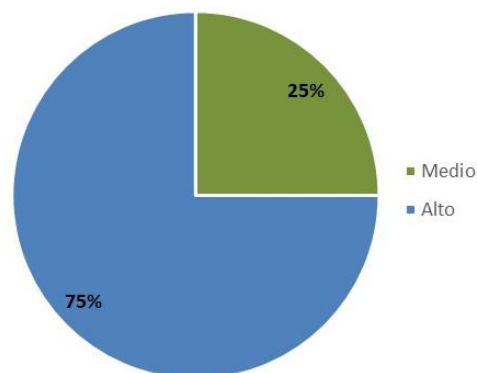
| Criterio | Valor | Aplicación de análisis |
|-----------------|--------------|---|
| Bajo | 0 | No se identifica ningún indicio o mención de la habilidad esperada. |
| Medio | 1 | La habilidad aparece de forma implícita, superficial o incompleta. |
| Alto | 2 | La habilidad está presente de forma clara, argumentada y coherente |

Fuente: Elaboración propia

Según el análisis estadístico descriptivo en SPSS para la habilidad observar existe un porcentaje del 75% (ver figura 11) para el criterio alto respecto al nivel inicial por parte de las respuestas, es importante mencionar que la habilidad observar está implícita dentro del instrumento de caracterización, ya que para responder las preguntas las niñas tuvieron implícitamente que observar los errores presentes en la imagen, y se presenta en una frecuencia de 15 niñas. Para el análisis de esta habilidad se tuvo en cuenta que para asignar un criterio numérico de 1 se daba por las observaciones hechas por las niñas en las respuestas. Además, se presentó una frecuencia de 5 niñas para el nivel medio respecto a la habilidad de observar

Figura 11.

Resultados análisis caracterización habilidad observar

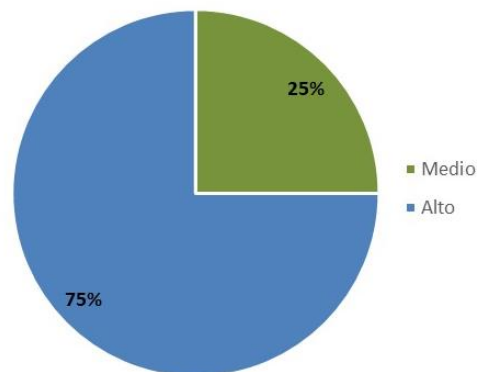


Fuente: Elaboración propia

Con respecto al Nivel de desarrollo para la habilidad describir se observa una frecuencia de 5 niñas para un nivel medio y 15 para un nivel alto, como se observa en la figura 12. Se relaciona la habilidad observar con describir ya que para realizar la segunda las niñas observaron, primeramente, Sin embargo, es importante destacar que el nivel de respuestas en las niñas varia, ya que la descripción la niña 4 (figura 8) como ejemplo tiene a ser más detallada, mientras que la descripción de la niña 11 se reduce a escribir lo que observó (figura 9).

Figura 12.

Resultados análisis caracterización habilidad describir



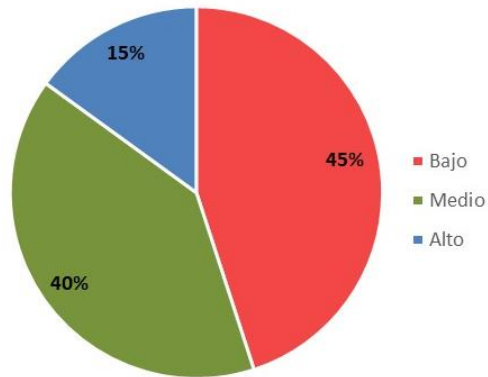
Fuente: Elaboración propia

El nivel de desarrollo de la habilidad analizar presenta una distribución diferente en comparación con las dos primeras habilidades evaluadas. Tal como se evidencia en la figura 13, el 15% de las niñas, es decir, 3 niñas alcanzan un nivel alto, lo que indica que no solo describen lo observado, sino que también logran establecer relaciones, inferencias o emitir juicios más complejos a partir de la información. Según Flavell (1979) la capacidad de análisis indica un proceso cognitivo mayor, un ejemplo claro y que complementa el análisis cualitativo es la red semántica de la niña 4 (ver figura 8), quien no se limita a describir la escena, sino que realiza un breve análisis. El 40%

de las niñas se encuentra en un nivel medio y el 45% en un nivel bajo, donde las respuestas se centran en lo observable, sin mayor elaboración.

Figura 13.

Resultados análisis caracterización habilidad analizar



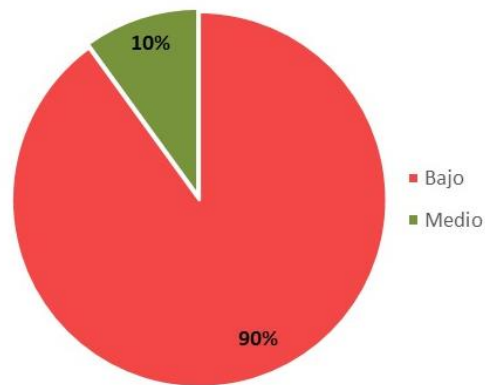
Fuente: Elaboración propia

En la figura 14 se presenta un nivel de desarrollo alcanzado en la habilidad sintetizar, evidenciando una diferencia significativa con respecto a otras habilidades. Esta habilidad según Anderson y Krathwohl (2001), se ubica en un nivel cognitivo superior dentro de la taxonomía revisada, ya que implica la capacidad de integrar y reorganizar información para generar una nueva comprensión. Los resultados evidencian que el 90% de las niñas se ubica en el nivel bajo, lo que indican que, si bien puede observar y describir elementos de una situación, les resulta complejo relacionarlos y construir una idea global.

Por otro lado, el 10% de las niñas alcanza un nivel medio, lo que sugiere de algunas de ellas logran parcialmente articular lo observado en una idea con cierto nivel de integración, aunque sin alcanzar una construcción completamente novedosa. Bruner (1960) plantea que este tipo de habilidades puede potenciarse a través de experiencias significativas.

Figura 14.

Resultados análisis caracterización habilidad sintetizar



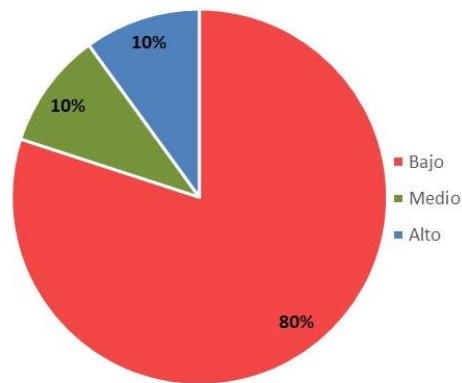
Fuente: Elaboración propia

Finalmente, en relación con la habilidad de interpretar, los resultados reflejan un desarrollo inicial limitado, tal como se evidencia en la figura 15, el 80% de las niñas se ubican en el nivel bajo, lo cual indica que, aunque observan, describen y algunas analizan se presentan algunas dificultades al momento de asignar un significado a lo observado en la imagen. Esto sugiere que las niñas requieren un mayor acompañamiento para desarrollar esta habilidad.

A pesar de ello el 10% alcanzo un nivel alto como se muestra en la respuesta de la niña 5 (figura 16), quien no solo reconoce el error (despistarse al hacer la mezcla) sino que comprende su consecuencia directa al señalar que esto puede derivar en accidentes. Este tipo de respuestas evidencia una construcción cognitiva más compleja ya que integra las horas habilidades de investigación como: observar, describir, analizar y así llegar a un juicio (Flavell 1979)

Figura 15.

Resultados análisis caracterización habilidad interpretar

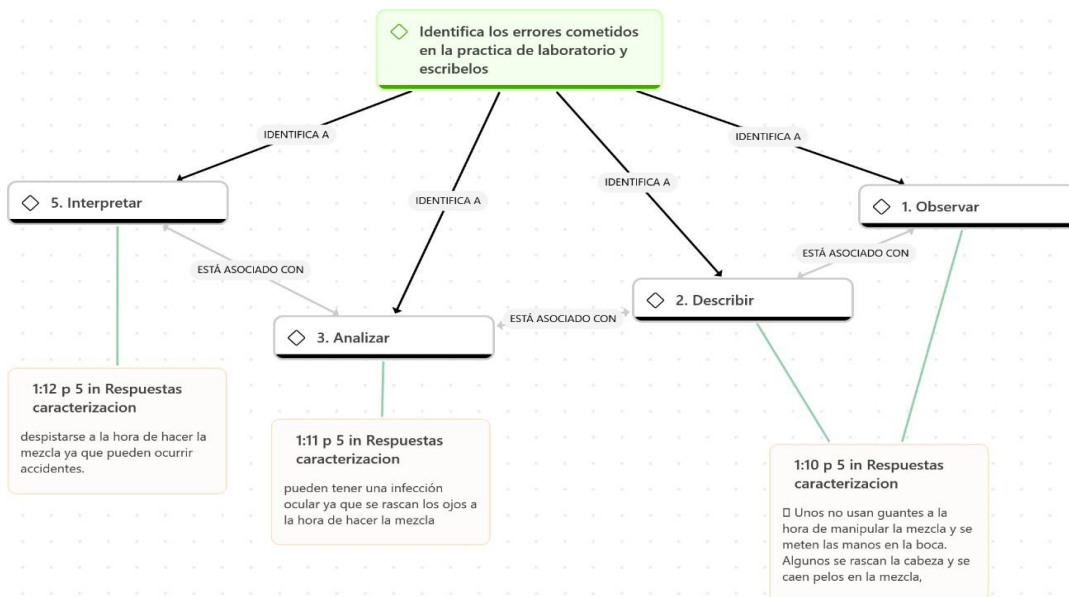


Fuente: Elaboración propia

Así la habilidad de interpretar se configura como un indicador clave del pensamiento crítico e investigativo ya que permite transformar la información recolectada en juicios con sentido, el nivel de desarrollo inicial indica que se debe reforzar la necesidad de promover el desarrollo de este tipo de actividades.

Figura 16.

Red semántica respuestas niña 5



Fuente: Elaboración propia

5.2. Diseño e implementación trabajos prácticos de laboratorio

5.2.1. Propuesta experimental

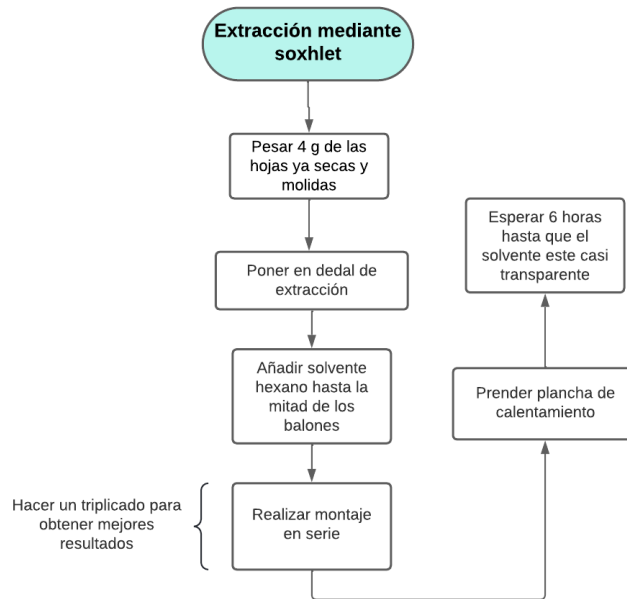
Se elaboró una propuesta experimental con el fin de extraer y caracterizar compuestos bioactivos presentes en la hoja de café y mediante ensayos InSilico determinar una posible actividad antifúngica de compuestos extraídos como los polifenoles o ácido clorogénico sobre el hongo candida, que ocasiona la candidiasis vulvovaginal. Al realizar esta propuesta se determinaron los trabajos prácticos laboratorios pertinentes para desarrollar con la población objeto de estudio. Además de esto se realizó el respectivo análisis mediante ensayos InSilico en donde se observó el mecanismo de acción propuesto para una posible actividad de compuestos fenólicos extraídos de la hoja de café para contrarrestar o prevenir la candidiasis ocasionada con candida.

5.2.1.1. Extracción de compuestos bioactivos

Se empleo método soxhlet como técnica inicial para la extracción de compuestos de baja polaridad presentes en matrices vegetal seca. Esta técnica permite realizar extracciones continuas y controladas, optimizando el contacto entre el soluto (las hojas de café) y el solvente (hexano). En el presente estudio se utilizaron hojas de café que ya se encontraban en una etapa de secado y que para el análisis fueron trituradas y/o molidas para potenciar la eficacia de las dos extracciones realizadas las cuales fueron vía soxhlet e hidroalcohólica. En la figura 17 se observa un diagrama de flujo corto que refleja el procedimiento para hacer la extracción mediante soxhlet.

Figura 17.

Diagrama de flujo procedimiento extracción vía soxhlet



Fuente: Elaboración propia

El uso de este método de extracción con hexano como solvente no solo permite obtener compuestos bioactivos de la hoja de café de manera eficiente, sino que también se convierte en una estrategia pedagógica que favorece el desarrollo de habilidades investigativas en los estudiantes. Este procedimiento exige la formulación de hipótesis, el diseño controlado del experimento, el manejo técnico de instrumentos especializados, así como la recolección y análisis de datos. Al enfrentarse a situaciones reales de laboratorio, los estudiantes ejercitan habilidades como la observación precisa, el análisis crítico, la interpretación de resultados y la argumentación basada en evidencia. Además, al trabajar con un subproducto agrícola, los aprendizajes se contextualizan, fortaleciendo el pensamiento científico y la conciencia ambiental.

Figura 18. Extracción mediante soxhlet



Fuente: Fotografía propia

Se visualizaron cerca de 7 sifonadas en la extracción soxhlet. Posterior a ello se determinó el porcentaje de oleorresina. Al finalizar la extracción se llevaron los balones a una estufa a 70°C para así evaporar el solvente, luego se procedió a llevar al desecador para que alcanzara temperatura ambiente y finalmente pesar, fue necesario repetir 3 veces este procedimiento hasta lograr peso constante. El porcentaje de oleorresina con hexano indica que la extracción no fue completa, dado el porcentaje que se obtuvo en los diversos balones, representó el 35,8% del rendimiento. Este resultado del porcentaje de rendimiento se evidencia en el siguiente calculo.

$$\% \text{ Oleorresina} = \frac{\text{Peso del residuo (g)}}{\text{Peso de la muestra (g)}}$$

$$\% \text{ Oleorresina} = \frac{66,670g - 65,325g}{4g} \cdot 100\% = 35,8\%$$

El segundo método usado fue la extracción hidroalcohólica, empleando etanol al 70% como solvente. Para este procedimiento se utilizó una relación masa: volumen 1:10 con el propósito de asegurar que el solvente cubra completamente la muestra, como lo sugieren Rodríguez y Álvarez (2021). Así, se pesaron 10g de las hojas secas, los cuales se colocaron en el matraz Erlenmeyer, se procedió a añadir 100 mL de etanol. De manera complementaria también se realizó una extracción a menor escala con 5g y 50 mL de etanol como se evidencia en la figura 19.

Figura 19.

Extracción vía hidroalcohólica



Fuente: Fotografía propia

La extracción hidroalcohólica, al ser un método que requiere planificación y manipulación precisa de materiales y un seguimiento como la proporción o el tiempo de extracción favorece el desarrollo de habilidades investigativas esto desde la toma de decisiones sobre el diseño experimental, la observación, el análisis de resultados, la manipulación de materiales y el manejo responsable de sustancias lo que contribuye a fortalecer su capacidad para observar, describir, analizar y sintetizar información. La experiencia también promueve el pensamiento crítico y la interpretación de fenómenos.

5.2.1.2. *Marcha fitoquímica*

La identificación cualitativa de los extractos obtenidos se hace por marcha fitoquímica, estos con el fin de determinar metabolitos secundarios presentes en la hoja de café. La prueba de taninos y grupos fenólicos es importante ya que estos grupos representan la posible actividad sobre candida. Para realizar la marcha se sigue la metodología de (Coy et al. 2014) y se observan los resultados en tabla 6.

Tabla 7.

Resultados marcha fitoquímica

| Prueba | Soxhlet | Hidroalcohólica | Conclusión |
|---------------------|----------------|------------------------|--|
| Taninos y fenólicos | Si | Si | Ambos rendimientos efectivos |
| Alcaloides | Si | Si | Ambos rendimientos efectivos |
| Flavonoides | Si | Si | Ambos rendimientos efectivos |
| Azúcares reductores | No | No | Ambos rendimientos no fueron efectivos |
| Carbohidratos | Si | Si | Ambos rendimientos efectivos |
| Cumarinas | Si | Si | Ambos rendimientos efectivos |
| Saponinas | No | No | Ambos rendimientos no fueron efectivos |
| Amino ácidos libres | Si | Si | Ambos rendimientos efectivos |

Fuente: Elaboración propia

5.2.1.3. Ensayos *InSilico*

Los ensayos *InSilico* realizados en el siguiente apartado demuestran una afinidad energética entre un sustrato, que son los polifenoles y una biomolécula, la cual es la proteína. Se observa en la caracterización cualitativa de metabolitos la presencia de polifenoles determinada por la prueba con cloruro férrico, también se observa la presencia de flavonoides determinado por el ensayo de shinoda (Coy et al. 2014). Diversas investigaciones han evidenciado un potencial antimicrobiano en las estructuras poli fenólicas presentes en diversas plantas y frutos. La hoja de café presenta diversos polifenoles como el ácido cafeico, ácido clorogénico, cafeína, y flavonoides. Estos compuestos pueden presentar un mecanismo de acción antimicrobiano, específicamente antifúngico contra *candida spp.*

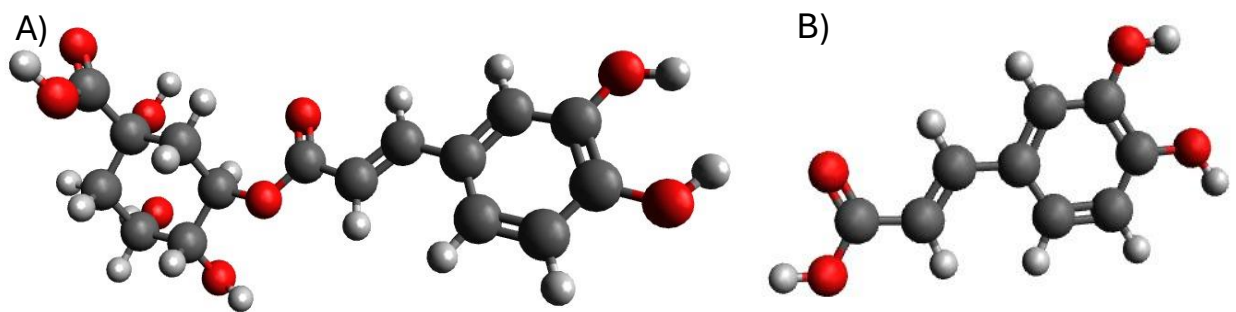
El mecanismo seleccionado para hacer el docking molecular es la inhibición en la síntesis de ergosterol, este cumple una función importante ya que protege, permite permeabilidad y genera resistencia en *candida* contra agentes externos. Se buscó por medio del acoplamiento proponer una inhibición en una enzima fundamental en la biosíntesis del ergosterol, esta enzima es la CYP51 o también llamada lanosterol14 α -desmetilasa, esto se lleva a cabo mediante una inhibición competitiva en la que el polifenol compite por ocupar el sitio activo con el sustrato natural, en este caso la CYP51. El polifenol seleccionado para realizar un acoplamiento es el ácido clorogénico, un ácido fenólico compuesto por la esterificación del ácido cafeico y el ácido quínico (Chen X., 2019).

Con base en lo anterior, se seleccionó la estructura tridimensional de la enzima CPY51 a partir de la base de datos de Protein Data Bank (PDB), utilizando específicamente el código 5TZ1. Para los ligandos se eligieron las estructuras del ácido clorogénico y el ácido cafeico, con el objetivo

de comparar sus interacciones con la enzima CPY51 Con base en su energía de afinidad. El proceso inicio con la optimización energética de los ligandos en el software Avogadro (ver figura 20) lo cual permitió obtener sus conformaciones más estables para el posterior acoplamiento molecular. Luego, se llevó a cabo la preparación de la enzima, eliminando moléculas de agua, ligandos no deseados y cadenas redundantes mediante el software Chimera. Finalmente se realizó un acoplamiento molecular entre cada ligando y enzima CPY51 usando el software PyRx, permitiendo analizar la afinidad de unión y las posibles interacciones moleculares relevantes.

Figura 20.

Optimización ligandos en Avogadro



Fuente. Elaboración propia por medio del software Avogadro

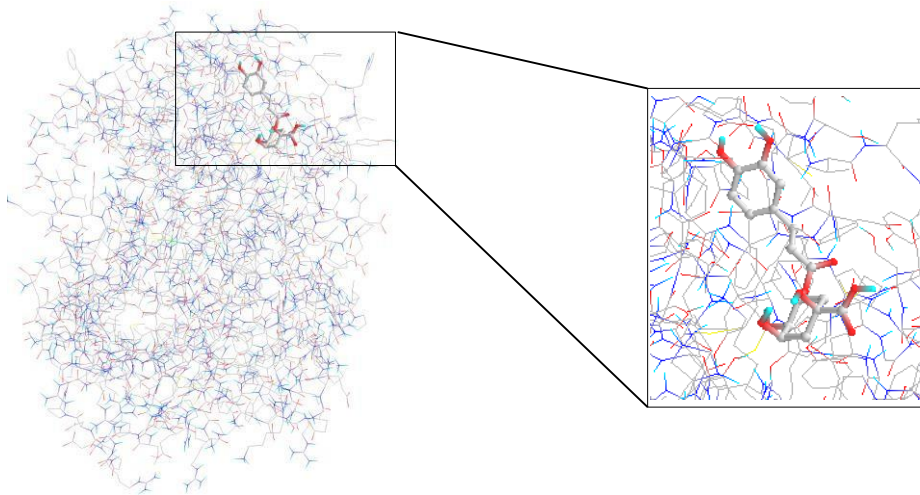
Nota: **A.** Representa la molécula de ácido clorogénico **B.** Representa la molécula de ácido cafeico

El primer docking se realizó con la estructura del ácido clorogénico como ligando, en este análisis se tuvo como resultado una energía de afinidad de -8.2 Kcal/mol, este valor representa la fuerza entre la interacción del ácido clorogénico y el CPY51, esto indica una afinidad estable entre el ligando y la molécula diana (Fang et al. 2025), lo que sugiere una capacidad inhibidora para candida spp. En la figura 21 se observa el acoplamiento final entre el ligando y la molécula diana. Dentro de las posibles interacciones que se dan entre proteínas y el ácido clorogénico se puede evidenciar una interacción no covalente, formando así complejos. Estas interacciones se dan por

enlaces de hidrogeno, interacciones hidrofóbicas o fuerzas de van der Waals (Tarahi et al. 2024) esto se presente entre la CPY51 y el ácido clorogénico.

Figura 21.

Docking molecular en PyRx para ácido clorogénico

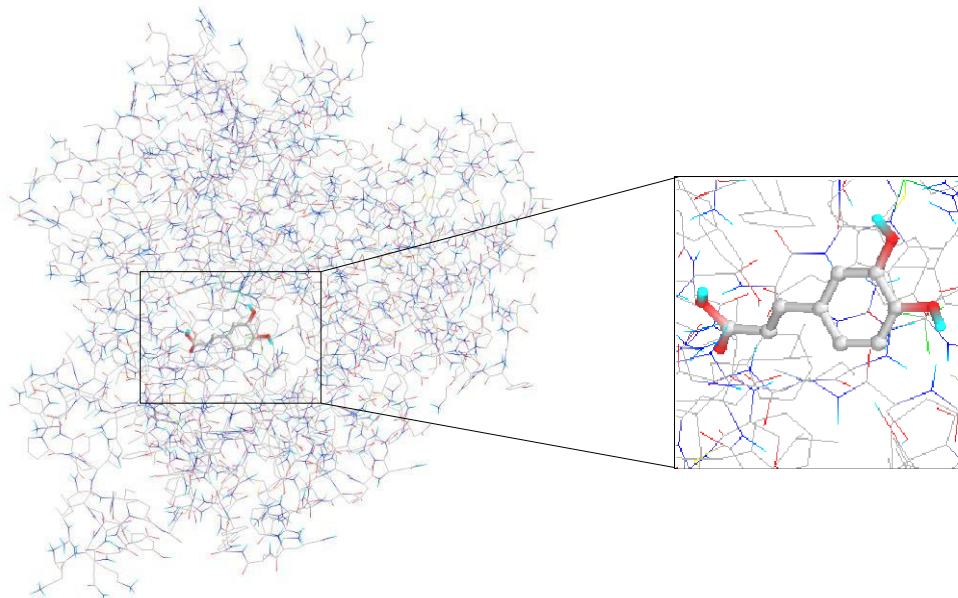


Fuente. Elaboración propia por medio del software PyRx

El segundo análisis se llevó a cabo con la estructura del ácido cafeico como ligando y la CPY51 observado en la figura 22. Del anterior análisis se pudo evidenciar una energía de afinidad de -6.2 Kcal/mol, esta energía representó un valor menor al análisis obtenido con el ácido clorogénico lo que evidencia que la afinidad entre las interacciones del ácido clorogénico y CPY51 son más estables y fuertes que las obtenidas por CPY51 y el ácido cafeico. Esto puede considerarse desde la interacción de los grupos OH presentes en cada estructura de los ligandos, lo que permite una mayor afinidad entre las interacciones proteína – polifenol en donde se caracterizan las interacciones no covalentes ya mencionadas por diversas fuerzas o enlaces de hidrógenos. De igual forma, la parte cargada de las proteínas promueve las interacciones iónicas con estas estructuras, residuos de aminoácidos con carga positiva y los grupos hidroxilo OH participan en esta interacción según (Wijegunawardhana et al. 2024)

Figura 22.

Docking molecular en PyRx para ácido cafeico



Fuente. Elaboración propia por medio del software PyRx

De esta manera, se puede concluir que mediante el acoplamiento molecular realizado con CPY51 como molécula diana y el ácido clorogénico y ácido cafeico como ligandos para una posible inhibición de la enzima lanosterol14 α -desmetilasa que participa en la biosíntesis del ergosterol, componente lipídico fundamental en la estructura de candida spp presentó una buena afinidad de enlace, especialmente con el ácido clorogénico debido a su estructura química en la que, la cantidad de grupos hidroxilo y su estructura permite la buena interacción con la enzima generando un complejo y compitiendo directamente con el sustrato. Este mecanismo de acción se puede realizar desde una inhibición competitiva en la que fármacos prescritos para tratar la candidiasis como el fluconazol participarían competitivamente para inhibir el ergosterol presente en el hongo.

El fluconazol o los derivados de azoles se unen al grupo hemo presente en la enzima inhibiendo la desmetilación del lanosterol mediante inhibición competitiva (Elias et al. 2024), mientras que el ácido clorogénico puede unirse a grupos cercanos al grupo hemo por la interacción proteína - polifenoles ya mencionados. Conforme a esto se puede analizar que el ácido clorogénico funciona como potencial antimicrobiano para la inhibición del hongo candida spp que ocasiona la candidiasis vulvovaginal, además el ácido cafeico presenta una relativa estabilidad para la interacción con CPY51, pero el ácido clorogénico supera la energía de afinidad desde el análisis por acoplamiento molecular. De igual manera se concluye que los polifenoles presentes en la hoja de café como ya los mencionados presentan propiedades antimicrobianas, y que, gracias a su estructura funcionan como principios bioactivos que pueden ayudar al tratamiento de enfermedades microbianas. Igualmente se considera pertinente el análisis mediante medios in vitro o in vivo para la eficacia de la investigación.

5.2.2. Ejecución de trabajos prácticos de laboratorio en “chemistry for girls”

Para la ejecución de los trabajos prácticos de laboratorio se tuvo en cuenta el público objetivo, considerando tanto la edad como de las participantes como los posibles riesgos asociados a cada actividad. A partir de estos criterios, se definieron los niveles de abertura adecuados para cada práctica, lo cual permitió su diseño, implementación y evaluación con base en el desarrollo de habilidades investigativas. Cabe señalar que la descripción metodológica detallada de cada trabajo practico, así como sus respectivos objetivos, principios, habilidades investigativas a desarrollar, materiales, reactivos y diagramas de flujo, se encuentra consolidadas en la tabla 2 y en los anexos 2, del programa guía de actividades incluida previamente en el apartado de diseño e implementación de trabajaos prácticos de laboratorio en metodología. En este sentido, a continuación, se presentan los resultados obtenidos durante la implementación de los trabajos prácticos de laboratorio.

5.2.2.1. Introducción a los trabajos prácticos y medidas de seguridad

El primer día de implementación de los trabajos prácticos se inició con la presentación general del proyecto y la explicación de lo que se iba a desarrollar. Se aborda primeramente una dinámica pedagógica llamada (semáforo de seguridad) en donde se detalló el uso adecuado de elementos de protección personal (EPP) mediante situaciones hipotéticas donde las niñas deben seleccionar el color y su representación según la hipótesis. Posterior a esto se entregaron a las niñas los EPP: guantes, batas y gafas, en la figura 23 se evidencia como una de las participantes se pone los elementos de protección personal.

Figura 23.

Elementos de protección personal



Fuente: Fotografía tomada y proporcionada por fundación FUNILUZ

Nota: Las fotografías cuentan con autorización de tratamiento de datos personales que reposan en la fundación

5.2.2.2. Pasta de elefante

En el contexto de las actividades realizadas por las niñas en la fundación FUNILUZ, las niñas reciben talleres y capacitaciones en diferentes temas y áreas, sin embargo, los talleres sobre

ciencias son relativamente nuevos, por tal razón una manera dinámica e interesante para abordar la temática de la hoja de café, sus extracciones y aplicaciones médicas era implementar un experimento de laboratorio que las hiciese interesar más. Por esta razón la primera actividad experimental fue la realización de pasta de elefante.

Este experimento implica una reacción química entre el huevo, el vinagre y el bicarbonato de sodio, la reacción genera dióxido de carbono y la proteína del huevo se desnaturaliza generando también un aumento del nivel de espuma, es más llamativo si se añade un colorante vegetal, esto se puede evidenciar en la figura 24. Respecto al nivel de abertura de este trabajo práctico de laboratorio se toma el nivel de abertura 5 según (Priestley, 1997, como se citó en Jiménez, et al, 2003) ya que plantear el problema fue propuesto por instrucciones mientras que los demás niveles descritos fueron realizados por las niñas.

Figura 24.

Experimento pasta de elefante



Fuente: Fotografía tomada y proporcionada por fundación FUNILUZ

Nota: Las fotografías cuentan con autorización de tratamiento de datos personales que reposan en la fundación

5.2.2.3. *Extracción de compuestos*

El segundo trabajo práctico de laboratorio y el primero directamente vinculado con la temática central de la investigación fue la extracción de compuestos bioactivos de la hoja de café. Este laboratorio implicó un nivel de complejidad más alto, dado que las niñas no estaban familiarizadas con la mayoría de los materiales y reactivos usados. La realización corrió por cuenta de ellas, en donde formaron grupos de trabajo de más o menos 5 niñas. Por esta razón el nivel de apertura pertinente para el laboratorio fue la apertura número 3. A las niñas se les proporcionó etanol como reactivo, sin embargo, este fue manipulado por adultos, igualmente se les asignó los materiales necesarios. En la figura 25 se puede observar lo realizado en la práctica. Posterior a la práctica de dejaron los frascos un día, para al siguiente realizar la posterior filtración e identificación cualitativa.

Figura 25.

Trabajo práctico sobre extracción de compuestos bioactivos



Fuente: Fotografía tomada y proporcionada por fundación FUNILUZ

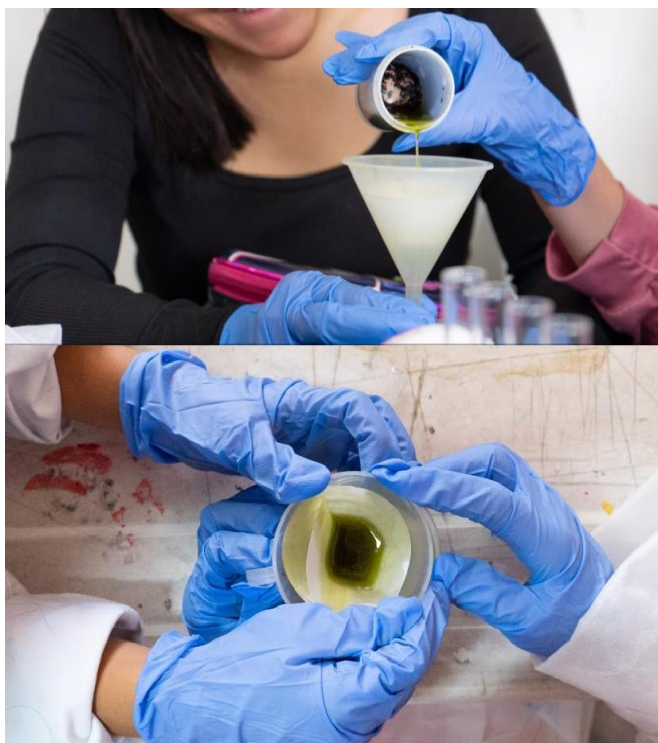
Nota: Las fotografías cuentan con autorización de tratamiento de datos personales que reposan en la fundación

5.2.2.4. *Marcha fitoquímica*

El último trabajo práctico de laboratorio es la identificación de metabolitos secundarios presentes en la hoja de café, esto se hizo cualitativamente con reactivos que generaron un cambio de color. Debido a los riesgos y precauciones a tener de la mayoría de los reactivos usados para este fin, se seleccionaron 3 pruebas de identificación las cuales fueron: Fenoles, alcaloides, azúcares reductores. Antes de realizar la marcha fitoquímica las niñas debían tomar los frascos que dejaron el día anterior y realizar el proceso de filtrado, como se ve en la figura 26 y figura 27. Respecto al nivel de apertura del trabajo práctico de laboratorio se integra en un nivel 2-3, debido a que el experimento lo realizaron las niñas con ayuda de la docente en formación ya que era necesario tener precaución con los reactivos usados. Para la prueba de fenoles y alcaloides dio positivo, mientras que la prueba de azúcares reductores dio negativa.

Figura 26.

Filtración extracto hoja de café



Fuente: Fotografía tomada y proporcionada por fundación FUNILUZ

Nota: Las fotografías cuentan con autorización de tratamiento de datos personales que reposan en la fundación

Posterior a la marcha fitoquímica se culminó con la realización del instrumento final para la evaluación de habilidades investigativas. En esta parte de la sesión las niñas realizaron una representación gráfica en la que describieron y graficaron lo que vieron y aprendieron durante la realización de los trabajos prácticos de laboratorio, estos resultados se pueden ver en el anexo 3.

Figura 27.

Trabajo practico marcha Fitoquímica



Fuente: Fotografía tomada y proporcionada por fundación FUNILUZ

Nota: Las fotografías cuentan con autorización de tratamiento de datos personales que reposan en la fundación

5.3. Evaluación final de habilidades de investigación

Para el diseño del instrumento final que permitiría evaluar las habilidades investigativas, se consideró que no debía ser igual al utilizado en la fase de caracterización, debido a que, tras la implementación de los trabajos prácticos, se esperaba un progreso significativo en las habilidades, así como una mayor interacción de las niñas con los contenidos y procedimiento. En

este apartado se presentan los resultados obtenidos en el desarrollo de los trabajos prácticos y el análisis final de las habilidades investigativas, centradas en las cinco habilidades: observar, describir, analizar, sintetizar e interpretar. Los análisis se realizaron mediante herramientas de análisis cualitativo y cuantitativo.

Con el fin de evaluar el desarrollo de estas habilidades, se solicitó a las niñas que elaboraran un dibujo, historieta o cualquier representación gráfica que incluyera imágenes y texto, en la cual explicaran lo que realizaron durante los trabajos prácticos de laboratorio y expresaran lo que aprendieron. Para ellos se proporcionaron hojas, lápices y colores. De acuerdo con Forero et al. (2021), el dibujo permite representar el conocimiento a través de imágenes propias, facilitando la construcción de comprensiones globales desde la experiencia individual.

El dibujo fue utilizado como instrumento de recolección de evidencia cualitativa y no fue validado como instrumento estandarizado, dado que se trató de una técnica expresiva adaptada al rango de edades de las niñas. Sin embargo, se desarrolló una rubrica analítica basada en indicadores teóricos para codificar lo hecho por las niñas en función del desarrollo de habilidades investigativas. Esta codificación permitió convertir información cualitativa en variables ordinales para su análisis en herramientas como SPSS mediante análisis no paramétricos.

5.3.1. Análisis sobre el desarrollo final de habilidades investigativas

Para el análisis final de los dibujos realizados por las niñas, se consideraron diversos aspectos como la representación de materiales utilizados, la secuencia de los procedimientos, la inclusión de conceptos aprendidos y la elaboración de conclusiones. Estos elementos permitieron identificar y codificar la presencia de las cinco habilidades. Para ellos se aplicaron los mismos criterios establecidos para la prueba de caracterización inicial (ver tabla 4 y tabla 5), asignando

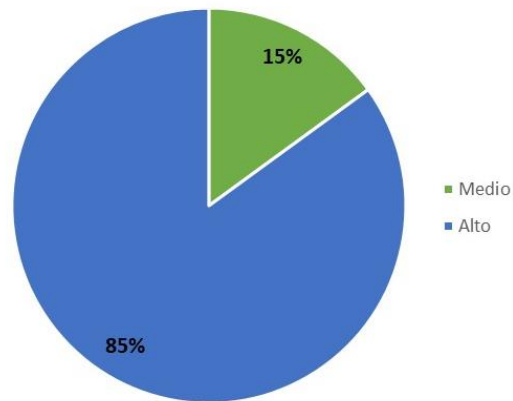
valores ordinales: 0 para nivel bajo, 1 para nivel medio y 2 para nivel alto. La asignación de estos valores permitió transformar la información cualitativa de los dibujos en datos ordinales analizables estadísticamente. Esta codificación facilitó la aplicación de pruebas no paramétricas como a correlación de Spearman y la prueba de rangos de Wilcoxon. La primera prueba permitió identificar relaciones entre las habilidades desarrolladas, mientras que la prueba de Wilcoxon facilitó la comparación entre los niveles de desarrollo antes y después de la implementación de los trabajos prácticos.

Habilidad observar

En la figura 28 se observa el nivel de desarrollo final para la habilidad de observar, con respecto a la caracterización se observa una frecuencia de 17 niñas en el nivel alto, representando el 85% de las niñas con el desarrollo de esta habilidad. En el instrumento final realizado por ellas se evidencia que mediante los dibujos describen y plasman lo observado durante los trabajos prácticos, ya que dibujar les permite asociar mayoritariamente la retención de lo que hicieron comparado con algunos conceptos y materiales que fueron difíciles de retener para ellas, teniendo en cuenta el rango de edades en el que se encuentran. Se puede evidenciar un aumento en el nivel de desarrollo de esta habilidad, donde la realización de los trabajos prácticos por cuenta de ellas y donde todo es visual y práctico les permite mejorar su capacidad de observación para hacer posteriores análisis y descripciones.

Figura 28.

Resultados análisis instrumento final habilidad observar



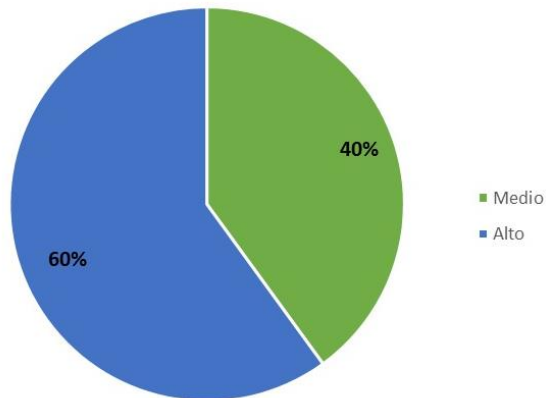
Fuente: Elaboración propia

Habilidad describir

La habilidad de describir consiste en explicar de forma detallada sucesos hechos o fenómenos según (Dávila et al, 2022). Frente a la prueba de caracterización y al instrumento se observa en la figura 29 un aumento respecto al nivel medio con respecto a la figura 12 del 15%, sin embargo, se evidenció una disminución de 15% en el nivel alto esto indica que no hubo una mejoría en esta habilidad, esto puede ser explicado desde algunas conclusiones primarias. Frente a la prueba inicial las niñas describían concretamente los errores evidenciados en la imagen, mientras que en la entrega final la descripción puede representarse por imágenes, pero no representa una linealidad con respecto a lo que quieren expresar, esto pudo entorpecer el análisis de esta habilidad.

Figura 29.

Resultados análisis instrumento final habilidad describir



Fuente: Elaboración propia

De manera demostrativa se evidencia en la figura 30 el producto entregado por la niña 1. Ella representó lo que se hizo en los trabajos prácticos de laboratorio según los días de las actividades organizando a manera de dibujo es letras los materiales usados, además de palabras claves que describen lo hecho, no tiene una numeración específica del procedimiento, pero según los dibujos y el día da a entender lo que se realizó. Se evidencia una representación secuencial de los pasos de los trabajos prácticos, incluye los materiales y un resultado esperado. Aquí evidencia una capacidad descriptiva mediante la combinación de imágenes y texto, se entiende lo que se quiere decir.

Ausubel (1963), afirmó que el uso de representaciones visuales permite articular y organizar ideas de forma clara. De esta manera la niña 1 evidencia un nivel de descripción más alto y que se categorizó cuantitativo como nivel alto o 2, ya que integra lenguaje, secuencia lógica y representación visual. Este desempeño se confirma entre el análisis realizado inicialmente y el del instrumento final.

Figura 30.

Dibujo elaborado por la niña 1



Fuente: Fotografía tomada y escaneada del resultado elaborado por la niña 1

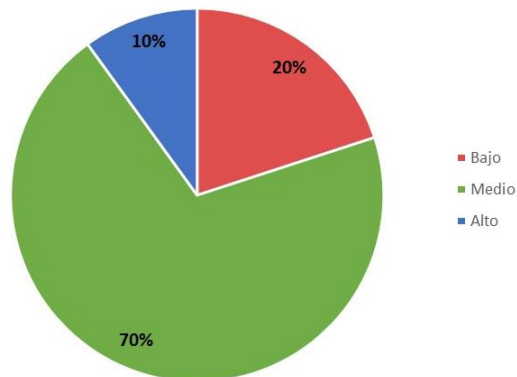
Habilidad analizar

El proceso de análisis requiere abstraer información recogida, donde se separa por partes la información adquirida y suele ser un proceso más complejo a nivel cognitivo (Anderson & Krathwohl, 2001). Según esta definición y el instrumento final hecho por las niñas se logra ver un aumento considerable en los niveles de análisis y que se ven reflejados en la frecuencia de las niñas con respecto a la prueba de caracterización. Con un porcentaje mayor se encuentran 14 niñas, lo que indica que en nivel intermedio aumento el desarrollo de la habilidad (ver figura 31).

En los dibujos realizados por las niñas se puede ver como articulan conceptos y palabras nuevas para comprender como se relacionan las prácticas son soluciones a problemáticas como el posible tratamiento contra enfermedades. De la misma manera este análisis se evidencio durante la realización de las practicas, ya que, al momento de relacionar la práctica de extracción con la marcha y preguntarles posibilidades ellas mismas manifestaban posibilidades desde lo visto en la anterior practica o lo relatado por la profesora.

Figura 31.

Resultados análisis instrumento final habilidad analizar



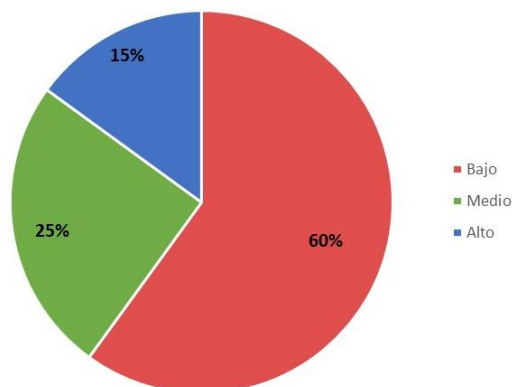
Fuente: Elaboración propia

Habilidad Sintetizar

La habilidad de sintetizar consiste en describir de una forma breve y puntual lo visto, realizado o analizado (Dávila et al. 2022). Esta habilidad presentó niveles bajo con respecto al instrumento de caracterización, sin embargo, mediante el instrumento final se pudo observar un aumento en la frecuencia de niñas con respecto al nivel de desarrollo de la habilidad, en donde el nivel bajo disminuyó en 6 niñas y aumentó levemente en nivel medio y alto (ver figura 32). Esto también se refleja en los productos entregables de las niñas.

Figura 32.

Resultados análisis instrumento final habilidad sintetizar



Fuente: Elaboración propia

En la figura 33 se observa como ejemplo demostrativo el dibujo realizado por la niña 8. En este producto se evidencia como ella secciona las practicas echas en los trabajos prácticos de laboratorio y las representa mediante dibujo, aquí no solo dibuja los materiales sino también los procedimientos hechos en cada una de ellas, además anexa un apartado para incluir los elementos de seguridad usados e incluye palabras claves. De esta manera sintetiza lo aprendido y visto durante las practicas. Este proceso de sintetizar fue más sencillo para las niñas, ya que se relaciona el dibujo con sus edades como lo mencionó (Forero et al. 2021)

Figura 33.

Dibujo instrumento final niña 8



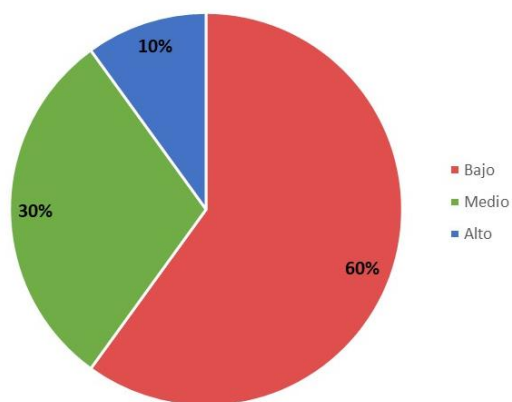
Fuente: Elaboración propia mediante el software Atlas Ti

Habilidad interpretar

Según Dávila et al (2022) la interpretación consiste en explicar los hechos o fenómenos asignándoles un significado, conforme a esta definición se evaluar el desarrollo final de esta habilidad en los productos entregables de las niñas. En la figura 34 se evidencia el análisis del desarrollo final, se evidencio una disminución del porcentaje de nivel bajo lo que indica que un 20% de las niñas lograron mejorar su capacidad de interpretar. Por otro lado, en el nivel medio se observó un aumento del 20% lo que indica que ese porcentaje de niñas avanzaron en su comprensión de lo realizado.

Figura 34.

Resultados análisis instrumento final habilidad interpretar

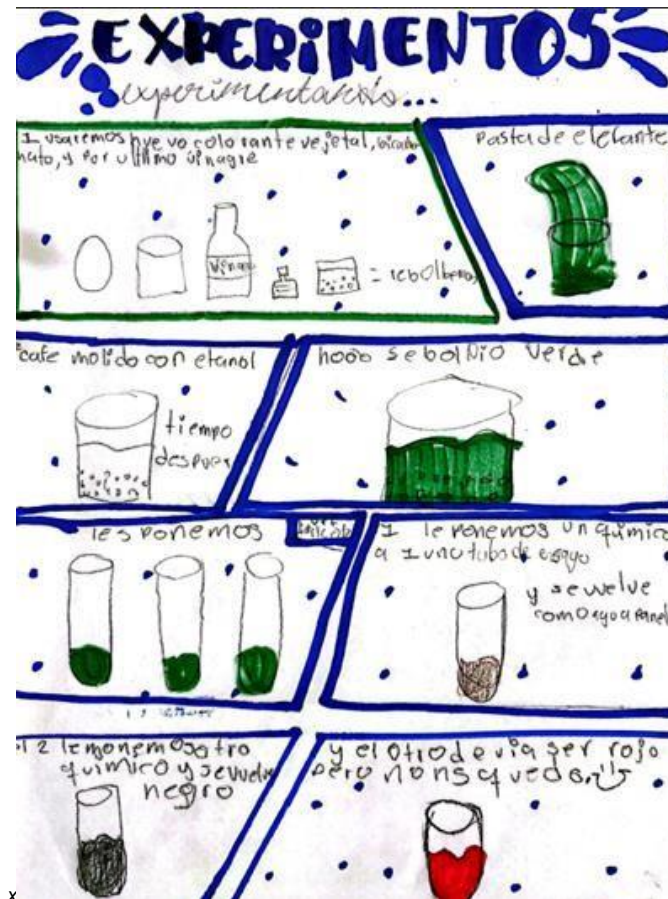


Fuente: Elaboración propia

Aquí la sola realización del dibujo no representaba que esta habilidad estuviese presente sino es importante que en la interpretación generar un significado de los aprendido y lo representaran en el dibujo. En la figura 35 se observa el dibujo hecho por la niña 13, aquí además de describir y sintetizar lo realizado genera un significado y lo asocia a su cotidianidad.

Figura 35.

Dibujo instrumento final niña 13



Fuente: Fotografía tomada y escaneada del resultado elaborado por la niña 13

5.3.2. Análisis de pruebas Wilcoxon y Spearman para desarrollo de habilidades investigativas

Las pruebas estadísticas no paramétricas se utilizan cuando las escalas no son métricas y no se conoce una distribución exacta de las variables a analizar (Camacho, 2008) Se realizó inicialmente una correlación mediante el software SPSS usando la correlación de Spearman, esta variable estadística mide una correlación no paramétrica entre dos variables y lo hace con valores ordinales (Field, 2018), además evalúa que tanta relación existe en variables que se han

convertido en rangos, en este caso en el nivel de desarrollo inicial de la habilidad y el nivel de desarrollo final luego de realizar los trabajos prácticos de laboratorio.

En la tabla 7 se evidencian los resultados de esta correlación realizados mediante el software SPSS para todas las habilidades. Para la habilidad observar, el coeficiente de correlación representa el 0,081 lo que indica que la correlación es baja entre la prueba inicial y la final, de esta manera se indica que en la correlación no hay una significancia estadística y que el desarrollo del nivel en la habilidad no depende del nivel inicial y puede variar con respecto a las actividades o a las niñas. Respecto a la habilidad de describir, se puede interpretar que no hay una significancia estadística entre los niveles. Este análisis sugiere que algunas niñas con baja puntuación inicial mejoraron, pero sin una tendencia uniforme en el grupo total, esta habilidad pudo haber sido influenciada por factores externos como el lenguaje escrito, vocabulario o el tiempo de ejecución.

Por otro lado, la habilidad de analizar evidencia una relación significativa a nivel estadístico ya que $p=0,018 < 0,05$ esto evidencia una relación positiva en la que el nivel tiende a mejorar entre la prueba inicial y final. Estos resultados indican que quienes partieron con mayor habilidad también lograron niveles un poco mayores. Esto evidencia que el trabajo práctico potencio un pensamiento lógico. Con respecto a la habilidad de sintetizar, se evidencia una correlación moderada y significativa, de esto se puede analizar que los cambios presentes en la habilidad fueron más consistentes, esto se puede interpretar como la capacidad de las niñas para formar conclusiones, integrar conceptos y transmitir ese conocimiento. Finalmente, la habilidad interpretar, aquí se evidencia un valor que no es estadísticamente significativo pero su valor se acerca a lo estimado, esto se puede considerar como una tendencia positiva, indicando que en

menor medida la habilidad pudo haberse fortalecido, sin embargo, necesita más planeación y tiempo de apoyo.

Tabla 8.

Resultados obtenidos mediante correlación por Spearman

| Comparación | Coefficiente de correlación | Significancia | N |
|--|------------------------------------|----------------------|----------|
| Observar inicial vs Observar final | 0,081 | 0,735 | 20 |
| Describir inicial vs describir final | -0,236 | 0,317 | 20 |
| Analizar inicial vs analizar final | 0,523 | 0,018 | 20 |
| Sintetizar inicial Vs Sintetizar final | 0,617 | 0,045 | 20 |
| Interpretar inicial vs Interpretar final | 0,342 | 0,069 | 20 |

*. La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

Fuente: Elaboración propia mediante el software SPSS

Para el segundo análisis estadístico no paramétrico se utilizó la prueba de Wilcoxon mediante el software SPSS, esta prueba calcula mediciones relacionadas, compara dos grupos de datos, puede ser sin una distribución normal o con mediciones de un antes y un después (Field, 2018). Esta prueba se utilizó con el fin de evaluar los niveles de cada habilidad en un antes y un después de la aplicación de trabajos prácticos de laboratorio y determinar si hubo un cambio significativo.

En la tabla 8 se observa los resultados correspondientes a la prueba estadística de Wilcoxon realizada en SPSS. En cuanto a la habilidad de observar y describir no se evidencia un cambio significativo, esto puede deberse a que observar es una habilidad básica ya presente en muchas de las niñas y que se necesitaba de un foco especial para fortalecerla aún más, en los análisis cualitativos se evidencia que desde el principio la mayoría de las niñas ya presenta esta habilidad y que al final no se ve un avance significativo en muchas por lo que estadísticamente no existe una variación. En cuanto a describir también se puede analizar que esta habilidad requiera de mayor trabajo o una intervención especializada en lenguaje científico, vocabulario y narración.

Por otro lado, en analizar se evidencia un cambio significativamente estadístico, lo que evidencia que esta habilidad mejoro de forma consistente tras la intervención, de esta manera se interpretar que los trabajos prácticos de laboratorio lograron estimular un pensamiento lógico, comparativo y racional en las niñas, además esta habilidad refuerza el enfoque a promover habilidades de un mayor orden de cognición.

Sintetizar fue otra habilidad que reflejo un cambio estadísticamente significativo, de esta manera, las niñas evidenciaron una capacidad para integrar la información, formular conclusiones y establecer relaciones, esto también facilitado por la forma en la que presentaron sus conocimientos, mediante el dibujo, lo que facilito el medio para plasmar lo aprendido.

Finalmente, para interpretar no se evidenciaron cambios significativos, aunque hubo avance, no fue significativamente fuerte para considerar una variación entre el nivel inicial y final de la habilidad. La interpretación al requerir otros niveles cognitivos como inferencia y abstracción pueda que sea más complicado para las edades de las niñas, sin embargo, se puede potencializar y enfocar.

Tabla 9.

Resultados prueba Wilcoxon

| Habilidad | Estadístico Z | p-valor (sig. bilateral) | Interpretación |
|------------------|----------------------|---------------------------------|-----------------------|
| Observar | -0,816 | 0,014 | No significativa |
| Describir | -0,905 | 0,366 | No significativa |
| Analizar | -1,914 | 0,015 | Significativa |
| Sintetizar | -2,165 | 0,030 | Significativa |
| Interpretar | -1,027 | 0,305 | No significativa |

Fuente: Elaboración propia mediante resultados en SPSS

5.4. Contrastes e implicaciones didácticas

Con respecto a los resultados obtenidos se evidencia que las habilidades analizar y sintetizar presentaron un cambio significativo tras la implementación de trabajos prácticos de laboratorio, mientras que observar, describir e interpretar no lo evidenciaron, principalmente desde la evaluación cuantitativa.

En este sentido se evidencian coincidencias con estudios como el de Winkelmann et al. (2014), quienes en su investigación evidencian como diferentes módulos de laboratorio en química general hecho para estudiantes de primer año realizaban experimentos con base en situaciones reales y así influía en el desarrollo de habilidades investigativas. De esta manera Los autores concluyeron que las intervenciones de laboratorios con un enfoque investigativo tienden a potenciar principalmente las habilidades cognitivas como el análisis y la síntesis dado que, implica procesos complejos de razonamiento y resolución de problemas. De igual forma concluyen que estos laboratorios permiten que los estudiantes generen una confianza en sus habilidades practicas abarcando diversos grupos demográficos, incluyendo género y origen étnico/ nacional.

Sin embargo, también se pueden identificar diferencias. Stone (2014). En su investigación aborda herramientas de instrucción y trabajos prácticos en estudiantes de secundaria para el desarrollo de las "Science skills", en esta investigación evidencio avances moderados en la habilidad de describir a través del fortalecimiento del lenguaje científico, por el contrario, en la presente investigación no se evidencio un desarrollo significativo de la misma habilidad. Esto se puede analizar desde el tiempo de intervención, el cual fue corto. Asimismo, las actividades no estaban únicamente enfocadas en ampliar el vocabulario y la capacidad de redacción técnica. Por otra parte, tanto en el estudio de Stone (2014) como en el de Winkelmann et al. (2014) las habilidades

de observación evidenciaron un incremento mínimo, lo que puede atribuirse a que esta habilidad suele estar previamente desarrollada antes de las intervenciones.

Estos hallazgos realizados y relacionados con estudios previos indican que este tipo de investigación se puede desarrollar en diversos campos educativos. Esta investigación se centra en un entorno no formal en el que los hallazgos evidenciados indican que las prácticas de laboratorio aun desarrolladas en el contexto de la fundación tienen un potencial significativo para fomentar habilidades investigativas como la observación, descripción, análisis, síntesis e interpretación.

Estos resultados sugieren que al trasladar la propuesta a entornos de educación formal se podrían integrar estrategias similares como parte de las clases de ciencias, biología y química potenciando el aprendizaje activo y experimental. Al llevar estas estrategias a estos entornos se pueden ver beneficiados por diversos factores como una mayor continuidad en la intervención, lo que facilita un control de la investigación a largo plazo, también se puede relacionar con una articulación en el currículo en donde se pueden vincular los estándares básicos de educación según los grados y los lineamientos curriculares.

De igual forma la implementación de la estrategia en contexto formales fomenta la interdisciplinariedad, en donde se puede relacionar con áreas como matemáticas (análisis de datos), lenguaje y redacción (informes de laboratorio) y tecnología (uso de software para análisis). Con base en lo anterior también se pueden involucrar diversos enfoques como el aprendizaje basado en problemas o proyectos en el cual los estudiantes puedan desarrollar de principio a fin, desde la formulación de preguntas, hasta la presentación de resultados.

6. Limitaciones del estudio

Identificar las limitaciones de este estudio permite reconocer sus alcances y orientar futuras investigaciones que busquen ampliar o replicar los hallazgos. Esta investigación se desarrolló en un contexto específico: La fundación Niñas de luz, que trabaja con niñas en etapa escolar entre los 10 y los 17 años. Por ello, los resultados responden a las características y dinámicas propias de esta institución, lo que implica que su aplicación a otros contextos educativos debe realizarse con cautela.

El tiempo de intervención fue corto, debido a la disponibilidad de la fundación y a su programación interna. Este periodo breve pudo influir en la profundidad con la que se desarrollaron y consolidaron las habilidades investigativas, así como en la posibilidad de evaluar cambios sostenidos a largo plazo. Además, las actividades se realizaron en un contexto de educación no formal, distinto al entorno académico habitual de las participantes. Aunque este ambiente favoreció la motivación y el interés, también pudo generar variaciones en las formas en que las niñas procesaron los contenidos y abordaron las actividades, lo que limita la comparabilidad con estudios efectuados en instituciones educativas formales.

En cuanto a las variables que pudieron incidir en los resultados, destacan las características propias de las participantes. La edad y el nivel de desarrollo cognitivo, dentro del rango considerado, pueden haber influido en la capacidad de análisis, el nivel de pensamiento y el manejo del lenguaje, afectando la comprensión y ejecución de las prácticas. Asimismo, la motivación e interés personal hacia las actividades propuestas pudieron condicionar el grado de participación y la calidad de los productos finales.

7. Conclusiones

Los resultados del análisis demuestran que los trabajos prácticos de laboratorio diseñados desde una perspectiva contextualizada y significativa favorecen el desarrollo progresivo de habilidades investigativas en niñas entre los 10 y los 17 años de la fundación Niñas de luz FUNILUZ de la ciudad de Bogotá, por medio de análisis cualitativos que incluyeron la realización de trabajos prácticos de laboratorio, creación de representaciones graficas por medio de dibujos, esquemas, historietas, además de un análisis realizado mediante el software Atlas Ti. Así mismo se hizo un análisis descriptivo a nivel estadístico por el software SPSS en el que no paramétricamente se midieron las variables relacionadas entre el nivel de desarrollo inicial y final.

Los resultados arrojaron que habilidades como observar y describir presentaron un desarrollo favorable, especialmente reflejado en las presentaciones gráficas y en el desarrollo de trabajos prácticos de laboratorio, sin embargo, desde el análisis cuantitativo esos avances no demostraron un cambio significativo, el análisis cualitativo permitió identificar progresos en la capacidad de detallar materiales, proceso y fenómenos observados. Por otro lado, la habilidad de analizar evidencio una correlación significativa y positiva entre su nivel inicial y final, evidenciado mediante la correlación de Spearman y la prueba de Wilcoxon. Esto evidencia un avance a lo largo de la intervención. No obstante, no todas las niñas reflejaron un progreso continuo esto se puede relacionar con un acompañamiento más presente a la hora de desarrollar esta habilidad específica.

La habilidad de sintetizar inicialmente demostró un bajo nivel en la mayoría de niñas pero en el análisis final se evidencio una variación significativa, demostrando que, a pesar de ser una habilidad que requiere un proceso cognitivo más complejo se evidencio más en las niñas, lo que

determina la importancia de implementar trabajos prácticos de laboratorio relacionado la teoría y la práctica, además de evaluar estas habilidades por medio de instrumentos que estén asociados al rango de edad presente en las niñas. En contraste, la habilidad de interpretar no represento una variación significativa lo que sugiere un proceso cognitivo y de acompañamiento mucho mayor para el adecuado desarrollo de esta habilidad teniendo en cuenta la escolarización y rango de edad de la población.

Con base en los resultados obtenidos, es fundamental resaltar la importancia de implementar trabajos prácticos de laboratorio vinculados a problemáticas reales en el contexto social de las niñas, los cuales fomenten procesos de reflexión, análisis y aprendizaje significativo a través de experiencias prácticas y visuales. En este sentido, el desarrollo de actividades experimentales orientadas en la búsqueda de posibles tratamientos contra la candidiasis a partir de compuestos extraídos en la hoja de café permitió no solo la apropiación de conceptos científicos, sino también la articulación entre la teoría y la práctica. Esto se evidencio tanto en la participación de las niñas como en los productos entregables.

Dado lo anterior es importante concluir que el desarrollo de determinada habilidad no depende de un trabajo experimental, sino que están relacionadas con los procesos cognitivos que adquieren o se desarrollan, un trabajo practico de laboratorio no está enfocado en desarrollar una sola habilidad, puede ser de guía, pero implícitamente puede desarrollar o fortalecer habilidades relacionadas. El trabajo practico de laboratorio permitió que las niñas pudiesen fortalecer o desarrollar diversas habilidades en un trabajo practico debido a los procesos experimentales y metodológicos que se siguen para realizar un experimento y dar una conclusión sobre ello.

Lo anterior fue determinado y un reto a asumir debido al contexto educativo en el que se desarrollaron las habilidades, esto debido a que el ambiente no formal a nivel educativo implicaba abarcar conceptos teóricos y prácticos que no se encuentran dentro del plan curricular académico de las niñas. Realizar los trabajos prácticos de laboratorio en este contexto permitió promover un interés espontáneo en las ciencias de parte de las niñas en las que antes no solían interesarse en áreas como la química, esto también permitió generar un proceso cognitivo más autónomo de parte de cada una de ellas. Esto pudo haber dificultado el desarrollo de ciertas habilidades, sin embargo, al no estar sujetas a exámenes y evaluaciones como su plan curricular escolar género que contextualizaran y asimilaran la información de una forma más espontánea y sin temor a equivocarse, lo cual se evidenció en el disfrute al momento de realizar las prácticas de laboratorio de parte de cada una.

Por lo tanto, El desarrollo de habilidades investigativas en rangos de edad diferentes presentes en un contexto de educación no formal se puede desarrollar de una manera adecuada y beneficiosa por medio de trabajos experimentales que permitan resolver problemáticas relacionadas al contexto de la población a analizar, sin embargo la implementación de trabajos prácticos de laboratorio pueden ser aprovechables en cualquier contexto educativo, teniendo en cuenta la rigurosidad de la implementación y el enfoque que se desea implementar.

8. Recomendaciones

Dentro de las recomendaciones para investigaciones futuras se puede ampliar la muestra poblacional y aplicar el programa en otros contextos educativo no formales como hogares comunitarios, colegios rurales o casas culturales. Además, se pueden incorporar grupos mixtos para analizar posibles diferencias en el desarrollo de habilidades en estos conjuntos. De igual forma se puede diseñar un programa completo de educación científica con enfoque de salud y bioquímica, centrado en enfermedades comunes y así generar fomentar un pensamiento crítico, además de fomentar el desarrollo de habilidades investigativas en diversos grupos de niños y adolescentes.

9. Bibliografía

- Anderson, L. W., & Krathwohl, D. R. (2001). *A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives*. New York: Longman.
- Bodner, G. M. (1986). Constructivism: a theory of knowl-edge. *Journal of Chemical Education*, 63(10), 873-878.
- Bruner, J. (1960). *The Process of Education*. Harvard University Press.
- Caldas, A. (1999). *Universidad de Cuenca*. Obtenido de Extracción soxhlet: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/2468/1/tq1111.pdf>
- Camacho, S. J. (2008). Asociación entre variables: Evaluación no paramétrica. *Acta médica costarricense*, 50(3), 144-146.
- Chen, X. (2019). A review on coffee leaves: Phytochemicals, bioactivities, and applications. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 59(6), 1008–1025. doi: <https://doi.org/10.1080/10408398.2018.1546667>
- Chen, X.-M., Ma, Z., & Kitts, D. (2018). Effects of processing method and age of leaves on phytochemical profiles and. *Food Chemistry*, 249, 143-153. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.12.073>
- Coy, C., Parra, J., & Luis, C. (2014). Caracterización química del aceite esencial e identificación preliminar de metabolitos secundarios en hojas de la especie raputia heptaphylla (rutaceae). *Revista elementos* (4).
- Da Silva, C., Sá, L., Santos, E., Ferreira, T., Coutinho, T., Moreira, L., . . . Neto, J. (2022). Evaluation of the antifungal effect of chlorogenic acid against strains of *Candida* spp. resistant to fluconazole: apoptosis induction and silico analysis of the possible mechanisms of action. *Journal Of Medical Microbiology*, 71(5).
- Dávila Morán, R., Martin-Bogdanovich, M., Ferrer Mejía, M., & López Gómez, H. (2022). Habilidades investigativas y producción intelectual en docentes de una universidad pública peruana. *Revista universidad y sociedad*, 14(4), 495-504.
- Elias, D., Tóth, N., & Gbelska, Y. (2024). Ergosterol Biosynthesis and Regulation impact the Antifungal Resistance and Virulence of *Candida* spp. *Stresses*, 4(4), 641-662. doi: <https://doi.org/10.3390/stresses4040041>
- Espinosa, E., Gonzalez, K., & Hernández, L. (2016). Las prácticas de laboratorio: una estrategia didáctica en la construcción de conocimiento científico escolar. *Entramado*, 12(1), 266-281. doi:<http://dx.doi.org/10.18041/entramado.2016v12n1.23125>

- Fakhim, H., Mohamadi, B., Gharibi, S., Rahimmalek, M., Rizi, M. H., Shelerangkon, M., Nasri, E., Dorostkar, F., Szumny, A., & Vaezi, A. (2025). Antifungal activity of polyphenolic compounds against fluconazole- susceptible and -resistant *Candida* species. *Iranian Journal Of Microbiology*. <https://doi.org/10.18502/ijm.v17i2.18398>
- Fang, S., Su, H., Liu, J., Zhai, K., Gao, Y., Xiang, Y., . . . Cheng, H. (2025). Network pharmacology and molecular docking to explore the potential mechanism of chlorogenic acid in septic acute liver injury and experimental validation of TLR4/NF- κ B pathway in vivo. *Naunyn-Schmiedeberg's Archives of Pharmacology*, 398(6), 7331-7342. doi:10.1007/s00210-024-03712-5. Epub 2025 Jan 2. PMID: 39747465; PMCID: PMC12125114.
- Field, A. (2018). *Discovering Statistics Using IBM SPSS Statistics* (5th ed.). Sage.
- Flavell, J. (1979). Metacognition and Cognitive Monitoring is a new area of Cognitive— Developmental inquiry. *AMERICAN PSYCHOLOGIST*, 34(10), 906-911.
- Forero, B. V., Montañés, P., & Martínez, M. (2021). El dibujo como método para estudiar procesos mentales superiores en niños indígenas, interculturales y urbanos. *Revista iberoamericana de neuropsicología*, 4(2), 71-85.
- Friese, S. (2014). *Qualitative data analisis with Atlas Ti* (2.^a ed.). Sage Publications.
- Garcia, A., & Barba de la rosa, A. (2010). *Saber más*. Obtenido de Extracción por fluidos supercríticos: Una alternativa verde: <https://www.sabermas.umich.mx/archivo/articulos/562-numero-63/1112-extraccion-por-fluidos-supercriticos-una-alternativa-verde.html>
- Geographic, N. (2023). *¿Quiénes son los principales productores y consumidores de café en el mundo?* Obtenido de National geographic <https://www.nationalgeographicla.com/medio-ambiente/2023/09/quienes-son-los-principales-productores-y-consumidores-de-cafe-en-el-mundo>
- Gonzales, F., Hernandez, N., Cooper, B., Nuñez, L., & Reyes, M. (2015). Empleo de antioxidantes en el tratamiento de diversas enfermedades crónico-degenerativas. *Revista especializada en ciencias de la salud*, 18(1), 16-21.
- Henning, C. (2018). *Sedici*. ¿Obtenido de https://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/155455/Documento_completo.pdf?sequence=1
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. (2014). *Metodología de la investigación*. México, DF: Mc Graw Hill.

- Herreras, L. (2022). Perfil de resistencia antifúngica en el tratamiento de candidiasis vaginal: Un diagnóstico de agentes etiológicos. *Revistas habaneras de ciencias médicas*, 21(2).
- Huerta, M., Aguilar, M., & Vasquez, B. (2022). Polifenoles: Propiedades y papel en desarrollos biomédicos. *Plásticos modernos*, 123(775), 23-29.
- Jimenez, V. G., Lloreba, J. R., & Llitjos, V. A. (2003). La atención a la diversidad en las prácticas de laboratorio de química: Los niveles de abertura. *Enseñanza de las ciencias* (24), 59-70.
- Johnson, R. B., Onwuegbuzie, A. J., & Turner, L. (2007). Toward a definition of mixed methods research. *Journal of mixed methods research*, 1(2), 112-133.
- Ledesma, E. (2016). *Habilidades investigativas y producción de cuentos en niños (as) del distrito de pucará (Tesis de maestría)*. Obtenido de Universidad Nacional del centro de Perú.
- Martinez, J. (2007). La bioinformática como herramienta para la investigación en salud humana. *Salud pública de México*, 49, 64-66.
- Martinez, D., & Marques, D. (2015). Las habilidades investigativas como eje transversal de la formación para la investigación. *Tendencias Pedagógicas*, 24, 347-360.
- Mirzaie, M., Khalili, M., Kiasalari, Z., & Roghani, M. (2016). Neuroprotective and Antiapoptotic Potential of Trigonelline in a Striatum 6-Hydroxydopamine Rat Model of Parkinson's Disease. *Neurophysiology*, 176-183.
- Moncada, D. A. (2020). *Comparación de la actividad antioxidante de los extractos alcohólicos y acuoso de las hojas de Coffea arabica*. Obtenido de Universidad politecnica salesiana: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/20125/1/UPS-CT009049.pdf>
- Mora, J., & Lara, K. (2021). *Desarrollo de habilidades investigativas en estudiantes de educación media: Un acercamiento a los polímeros desde el aprendizaje basado en retos (ABR)*. Obtenido de Repositorio Universidad Pedagógica Nacional.
- Moreira, E. A., Pilon, A. C., Andrade, L. E., & Lopes, N. P. (2018). New Perspectives on Chlorogenic Acid Accumulation in Harvested Leaf Tissue: Impact on Traditional Medicine Preparations. *ACS Omega*, 3(12), 18380-18386. <https://doi.org/10.1021/acsomega.8b02409>
- Moreno Bayardo, M. G., (2005). Potenciar la educación. un currículum transversal de formación para la investigación. REICE. Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación, 3(1), 520-540.

- Perez, A. R. (2014). Habilidades científico - investigativas a través de la investigación formativa en estudiantes de educación secundaria. *UCV-HACER revista de investigación y cultura*, 3(1), 16-30.
- Pole, K. (2009). Diseño de metodologías mixtas. Una revisión de las estrategias para combinar. *revista arbitrada en ciencias sociales y humanidades* (60), 37-42.
- Pozo, J., & Moreneo, C. (1999). *El aprendizaje estrategico*. Santillana.
- Prashant, T., Bimlesh, K., Mandeep, K., Gurpreet, K., Harleen, K. (2011). Phytochemical Screening and Extraction: A review internationale Pharmaceutica Scientia. (1) 1:98-106
- Priestley, W. (1997). The impact of longer term intervention on reforming physical science teachers' approaches to laboratory instruction: seeking a more effective role for laboratory in science education. *Dissertation Abstracts International*, 58(3), 806.
- Quiñones, M., Miguel, M., & Aleixandre, A. (2012). Los polifenoles, compuestos de origen natural con efectos saludables sobre el sistema cardiovascular. *Nutrición*, 27(1), 76- 89.
- Reyes, J. (2018). *Idus*. Obtenido de Extracción con fluidos supercríticos: aplicaciones de interés farmacéutico:
<https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/82249/JOS%C3%89%20REYES%20VAR%20GAS.pdf?sequence=1&isAllowed=y#:~:text=En%20la%20extracci%C3%B3n%20supercr%C3%ADtica%20se,recuperados%20del%20extracto%20mediante%20despresurizaci%C3%B3n>.
- Richoux, H., & Beaufile, D. (2003). La planificación de las actividades de los estudiantes en los trabajos prácticos de física: Análisis de prácticas de profesores. *Enseñanza de las ciencias*, 21(1), 95-106.
- Rodríguez Cepeda, R. (2016). Aprendizaje de conceptos químicos: una visión desde los trabajos prácticos y los estilos de aprendizaje. *Revista de investigación, desarrollo e innovación*, 7(1), 63-76. doi:10.19053/20278306.v7. n1.2016.4403
- Rodríguez, R., & Álvarez, N. (2021). Actividad antimicrobiana del extracto hidroalcohólico de *Calendula officinalis* L. *Revista ION*, 34(1), 91-110.
- Rosati, D., Bruno, M., & Jaeger, M. (2020). Recurrent Vulvovaginal Candidiasis: An Immunological Perspective. *Microorganisms*, 8(2), 144. doi:10.3390/microorganisms8020144
- Saldaña, J. (2013). *The Coding Manual for Qualitative Researchers* (2.^a ed.). Sage publications.
- Shana, Z., & Abulibdeh, E. (2020). Science practical work and its impact on students' achievement. *Journal of Technology and Science Education*, 20(2), 199-215.

- Stone EM. Guiding students to develop an understanding of scientific inquiry: a science skills approach to instruction and assessment. *CBE Life Sci Educ.* 2014 Spring;13(1):90-101. doi: 10.1187/cbe-12-11-0198. PMID: 24591508; PMCID: PMC3940468.
- Tarahi, M., Gharagozlou, M., Niakousari, M., & Hedayati, S. (2024). Protein–Chlorogenic Acid Interactions: Mechanisms, Characteristics, and Potential Food Applications. *Antioxidants (Basel)*, 13(7). doi:10.3390/antiox13070777
- Tashakkori, A., & Teddlie, C. (2003). *Handbook of mixed methods in social and behavioral research*. Oaks, California: Sage.
- Tiwari, P., Kaur, M. Kaur, H. (2011). Phytochemical screening and extraction: A review. *International Pharmaceutica Scientia*. 1. 98-106.
- Trevisan, M. F. (2016). Quantitation by HPLC-UV of Mangiferin and Isomangiferin in Coffee (*Coffea arabica*) Leaves from Brazil and Costa Rica After Solvent Extraction and Infusion. *Food Anal. Methods*, 9, 2649–2655. doi: <https://doi.org/10.1007/s12161-016-0457-y>
- valencia, E., Figueroa, E., & Sosa, E. (2017). Polifenoles: propiedades antioxidantes y toxicológicas. *Revista de la facultad de ciencias químicas*, 1(16), 15-29.
- Vilanova, M., Santalla, M., & De ron, A. (2022). *csic*. Obtenido de Los compuestos volátiles bioactivos:
https://digital.csic.es/bitstream/10261/158096/3/Vilanova_Compuestos_volatiles...pdf
- Villareal-Rosales, M., Rocha, N., Gallegos Infante, J., Moreno Jimenez, M., Reynoso Camacho, R., Perez Ramírez, I., & Gonzalez, L. (2021). Antioxidant phytochemicals and modulation of oxidative stress from infusions and ultrasound-assisted extractions of *Coffea* leaves. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales Y Del Ambiente*, 28(1), 119-137. doi: <https://doi.org/10.5154/r.rchscfa.2021.05.026>
- Wijegunawardhana, D., Wijesekara, I., Liyanage, R., Truong, T., Silva, M., & Chandrapala, J. (2024). Process-Induced Molecular-Level Protein–Carbohydrate– Polyphenol Interactions in Milk–Tea Blends: A Review. *Foods*, 13(16). doi: <https://doi.org/10.3390/foods13162489>
- Winkelmann, K., Baloga, M., Marcinkowski, T., Giannoulis, C., Anquandah, G., & Cohen, P. (2014). Improving Students' Inquiry Skills and Self-Efficacy through Research-Inspired Modules in the General Chemistry Laboratory. *Journal Of Chemical Education*, 92(2), 247-255. <https://doi.org/10.1021/ed500218d>
- Zabala, A. (1999). *Enfoque globalizador y pensamiento complejo: una respuesta para la comprensión e intervención en la realidad*. Grao.

10. Anexos

Anexo 1. Prueba inicial de caracterización de habilidades

Caza Errores científicos



Identifica los errores cometidos en la práctica de laboratorio y escríbelos:

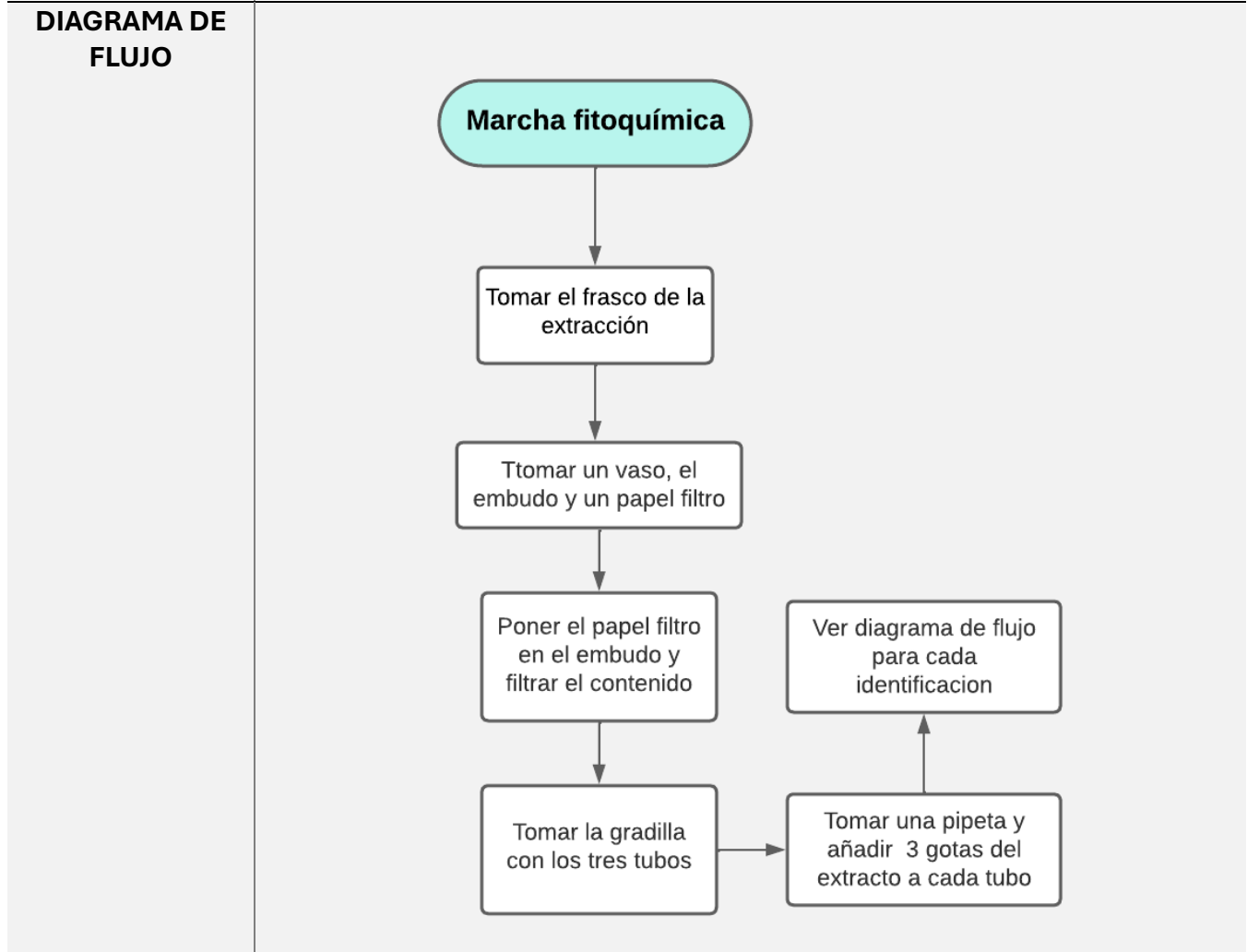
Anexos 2. Programa guía de actividades

| ÍTEM | PASTA DE ELEFANTE |
|---|--|
| OBJETIVO | Observar una reacción de descomposición química mediante experiencia visual y participativa que induce los trabajos prácticos de laboratorio. |
| PRINCIPIO | Este trabajo práctico de laboratorio simula la descomposición rápida de del peróxido de hidrogeno, adaptándola a una forma casera y segura con huevo, vinagre y bicarbonato de sodio, esto genera dióxido de carbono. El huevo actúa como fuente proteica y visualmente refuerza la formación de espuma. Se enfatiza la reacción ácido-base que genera gas CO ₂ . |
| HABILIDADES INVESTIGATIVAS A DESARROLLAR | Observar Describir |
| MATERIALES Y REACTIVOS | 1 huevo Bicarbonato de sodio Vinagre Colorante vegetal Vaso |
| DIAGRAMA DE FLUJO | <pre> graph TD A([Pasta de elefante]) --> B[Separar la clara del huevo] B --> C[Llevar la clara a un vaso] C --> D[Añadir vinagre y colorante] E[Revolver con un pitillo] -.-> D D --> F[Añadir bicarbonato de sodio] F --> G[Observar] </pre> |

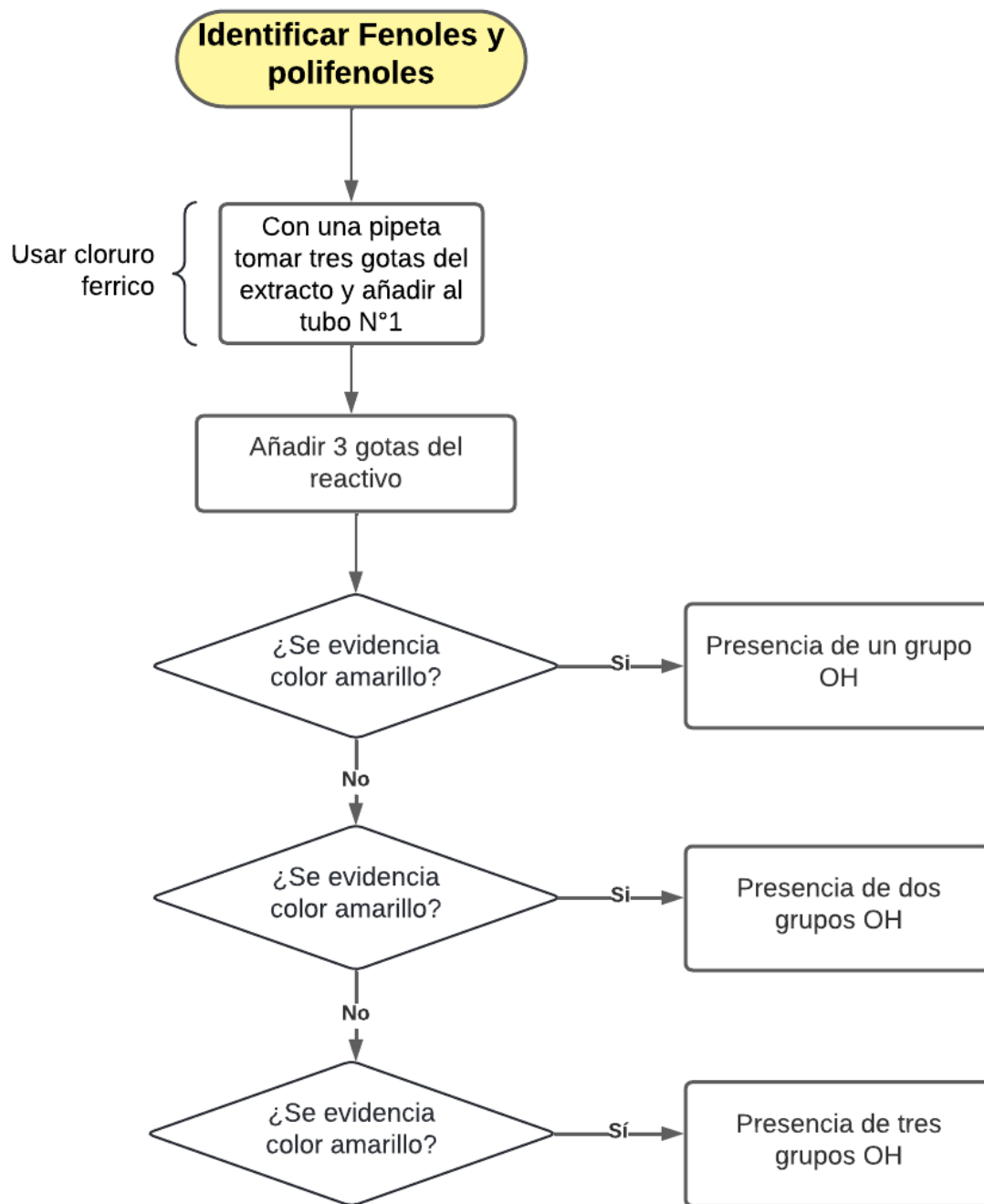
| ÍTEM | EXTRACCIÓN HIDROALCOHOLICA |
|---|---|
| OBJETIVO | Realizar la extracción de compuestos bioactivos presentes en las hojas de café mediante el uso de etanol como disolvente |
| PRINCIPIO | La extracción hidroalcohólica es una técnica basada en la solubilidad de compuestos polares y con polaridad media, como los polifenoles. Esta técnica permite aislar componentes bioactivos como el ácido clorogénico, presente en la hoja de café. |
| HABILIDADES INVESTIGATIVAS A DESARROLLAR | Analizar Interpretar |
| MATERIALES Y REACTIVOS | Hojas de café molidas Frascos con tapa Embudo Papel filtro Vaso de precipitado Etanol 70 % |
| DIAGRAMA DE FLUJO | <pre> graph TD A([Extracción hidroalcohólica]) --> B[Pesar 3 g de la hoja de café] B --> C[Llevar al frasco con tapa] C --> D[Añadir aprox 30 mL de Etanol al 70%] D --> E[Tapar el frasco] E --> F[Dejar en reposo un día] </pre> |

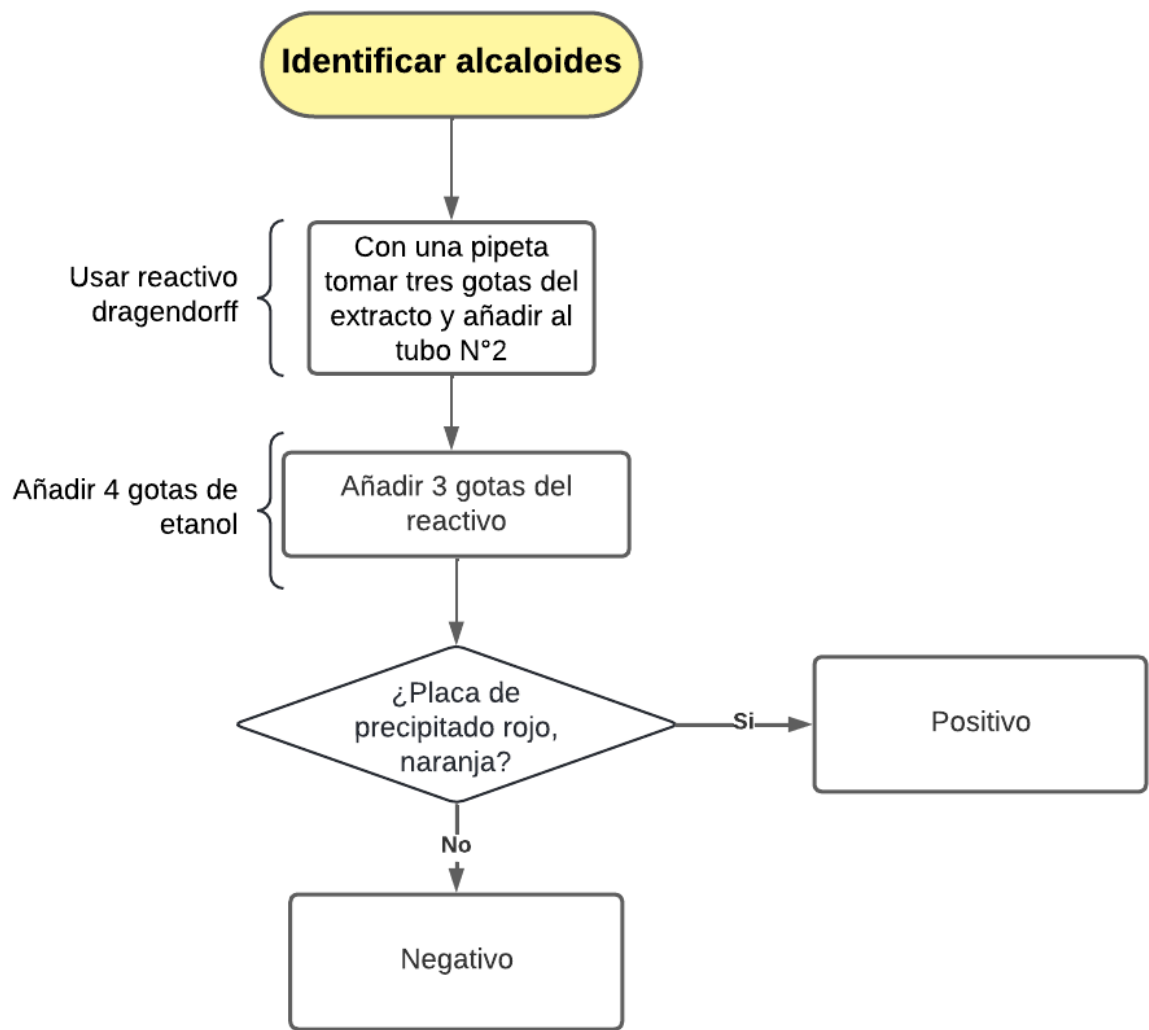
| ÍTEM | PASTA DE ELEFANTE |
|---|--|
| OBJETIVO | Observar una reacción de descomposición química mediante experiencia visual y participativa que induce los trabajos prácticos de laboratorio. |
| PRINCIPIO | Este trabajo práctico de laboratorio simula la descomposición rápida de del peróxido de hidrogeno, adaptándola a una forma casera y segura con huevo, vinagre y bicarbonato de sodio, esto genera dióxido de carbono. El huevo actúa como fuente proteica y visualmente refuerza la formación de espuma. Se enfatiza la reacción ácido-base que genera gas CO ₂ . |
| HABILIDADES INVESTIGATIVAS A DESARROLLAR | Observar Describir |
| MATERIALES Y REACTIVOS | 1 huevo Bicarbonato de sodio Vinagre Colorante vegetal Vaso |
| DIAGRAMA DE FLUJO | <pre> graph TD A([Pasta de elefante]) --> B[Separar la clara del huevo] B --> C[Llevar la clara a un vaso] C --> D[Añadir vinagre y colorante] E[Revolver con un pitillo] -.-> D D --> F[Añadir bicarbonato de sodio] F --> G[Observar] </pre> |

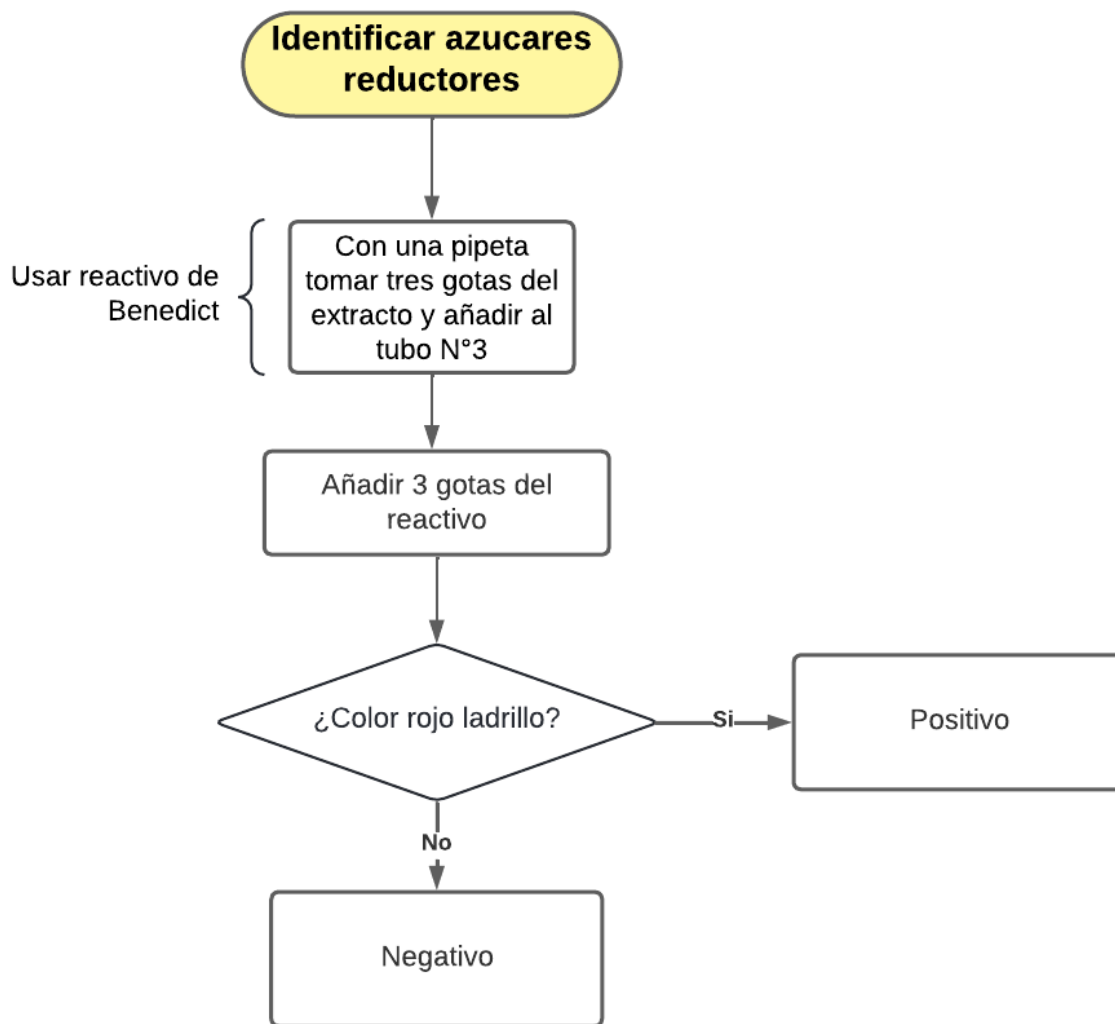
| ÍTEM | MARCHA FITOQUÍMICA | |
|---|--|---|
| OBJETIVO | Identificar la presencia de compuestos bioactivos en extractos de la hoja de café a través de pruebas fitoquímicas cualitativas | |
| PRINCIPIO | La marcha cualitativa es un conjunto de ensayos cualitativos utilizados para identificar compuestos cualitativos como alcaloides, flavonoides, fenoles, entre otros. Mediante reacciones químicas con indicadores específicos. Se usan los extractos de la hoja de café y permite establecer observaciones experimentales. | |
| HABILIDADES INVESTIGATIVAS A DESARROLLAR | Analizar Sintetizar | |
| MATERIALES Y REACTIVOS | Extracto resultante Gradilla Cloruro Férrico Reactivo de Benedict | 3 tubos de ensayo 3 pipetas Reactivo de Dragendorff Etanol |



Marcha fitoquímica Procedimientos



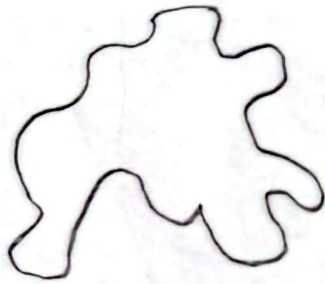




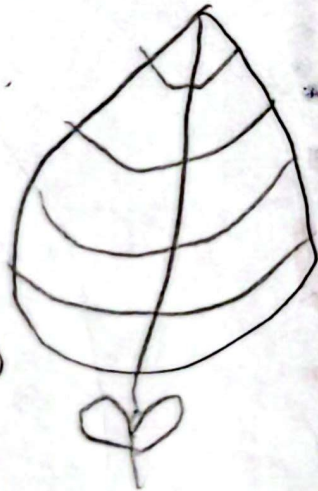
LUNES



Se echa
etanol

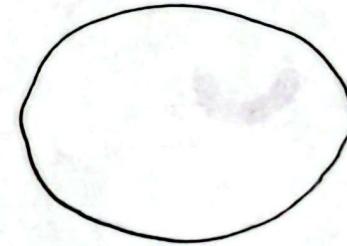


se machuca
la hoja

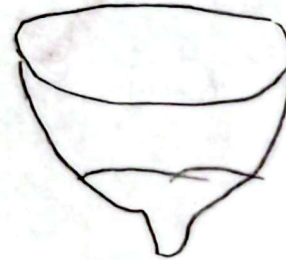


hoja de cafe

Martes



echamos químicos
para cambiar
de color

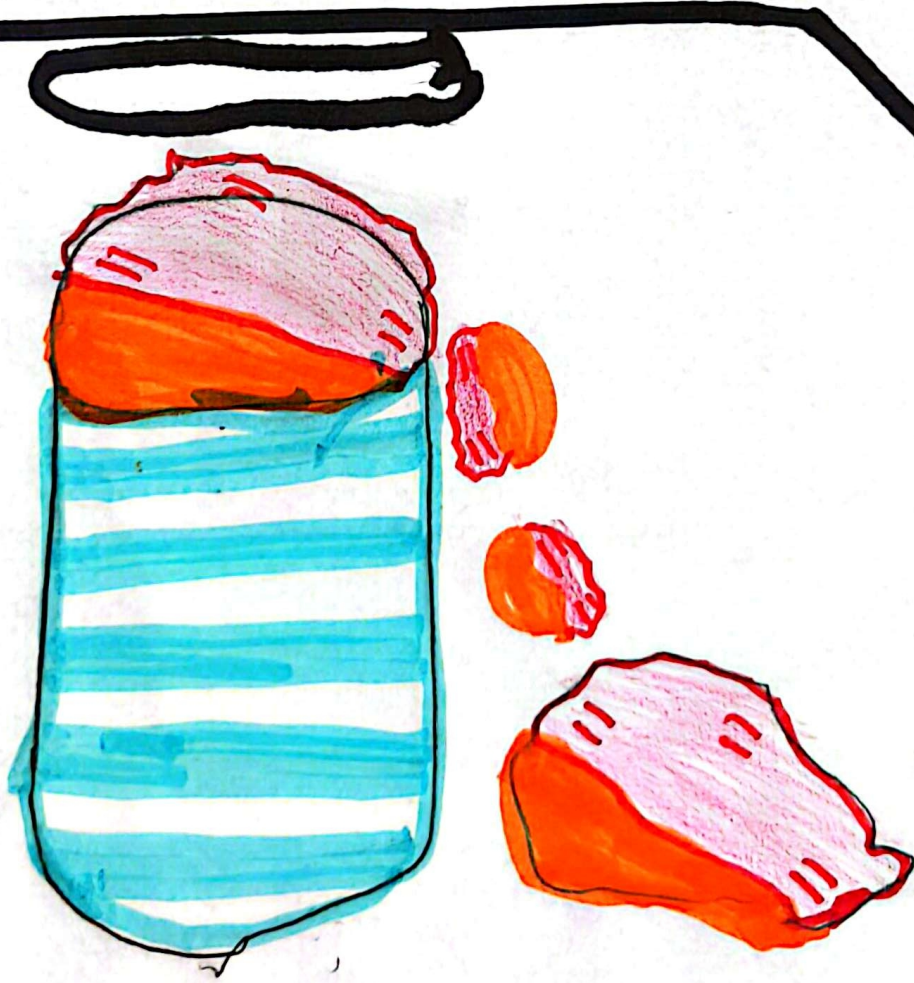


pasamos por embudo

pasta de elefante

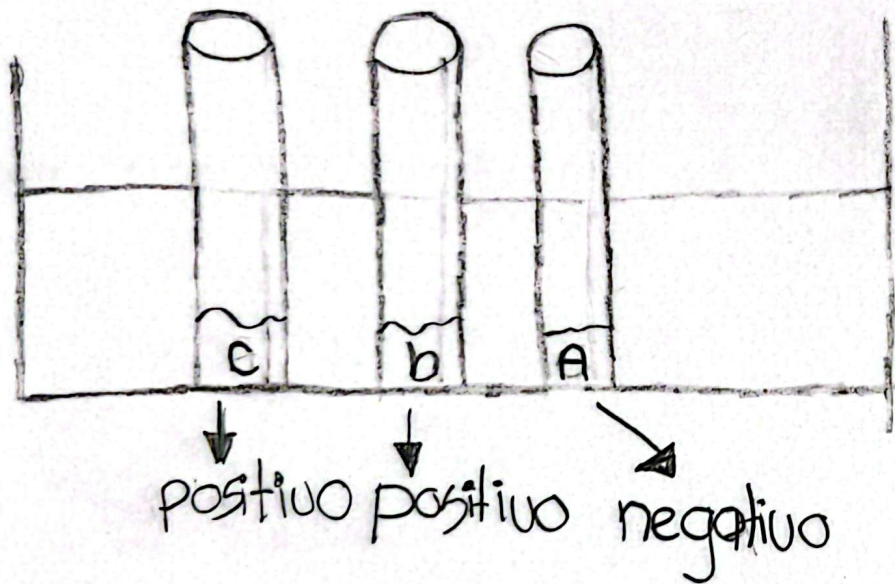
clara de huevo - Bicarbonato de sodio
Vinagre - Tinta

primero le echamos el huevo despues el bicarbonato
de sodio sebolvemos bien y le echamos el
vinagre y nos sale la espuma y la
pinta



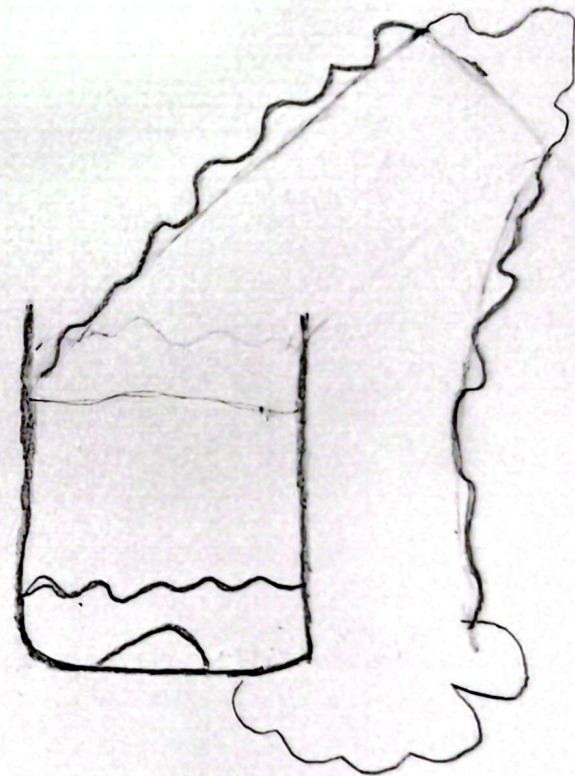
Dic. 00

Via #1



Identificación de compuestos!

- A verde igual
- b verde negro
- c amarillo



Pasta de elefante!

EXPERIMENTOS

FNL



- ①. hicimos pasta de elefante
- ②. sacamos compuestos y cambio de color
- ③. cura ese hongos candidosis

Experimentos



Prueba de elefante.



GRADILLA

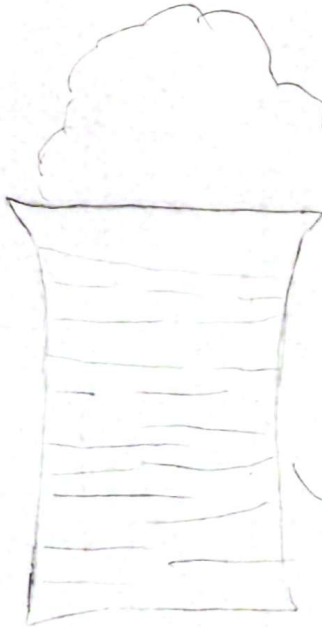


con Hoja de café miranos
compuestas para curar hongos

Cambios

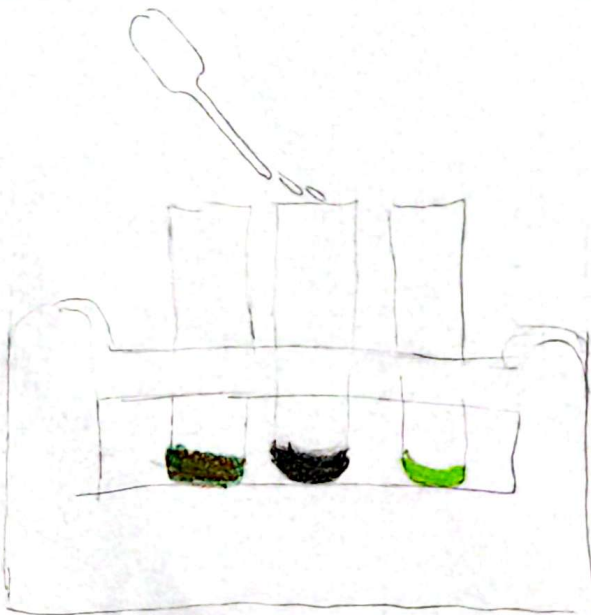
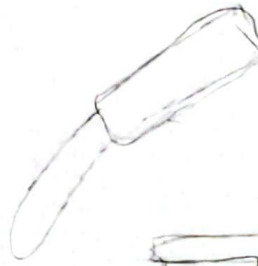
PASTA DE ELEFANTE

PASTA DE CAFE



Ingredientes

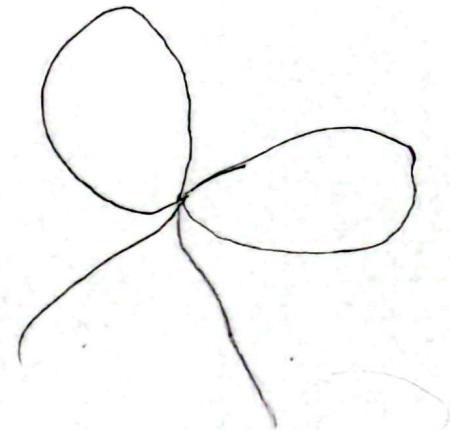
- hojas de café
- etanol
- químicos
- hongos



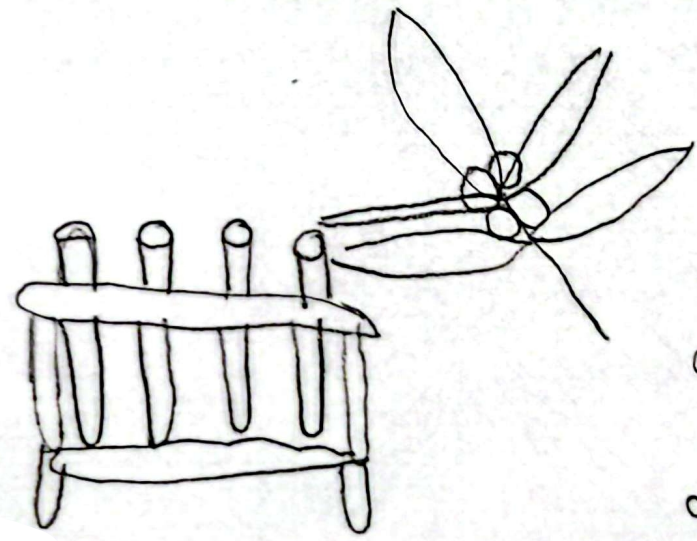
- miramos químicos para el hongo de las
- hojas
- si cambiaba color = positivo
- si no cambiaba color = negativo



Soy una Científica...



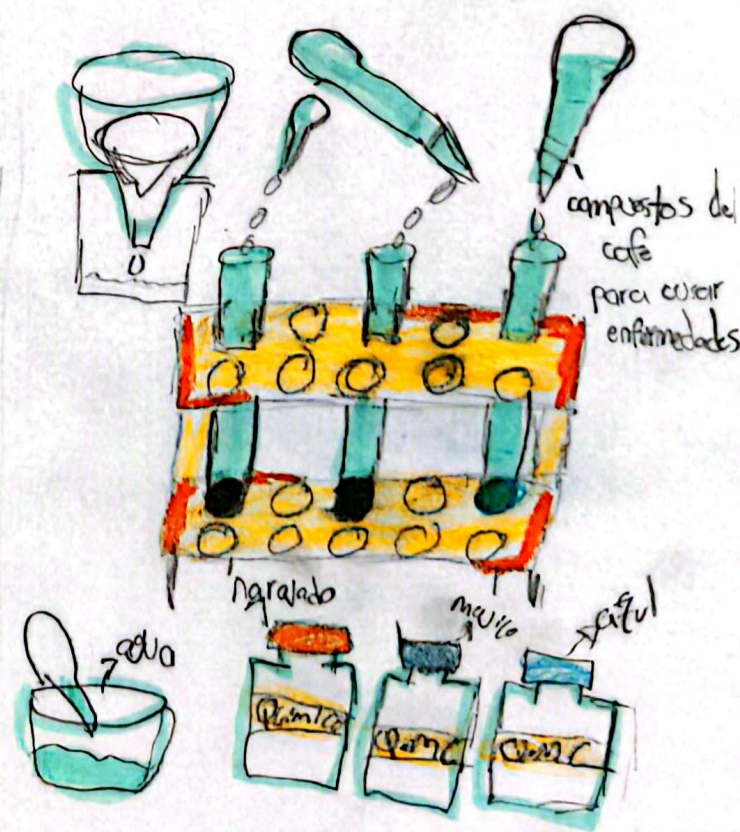
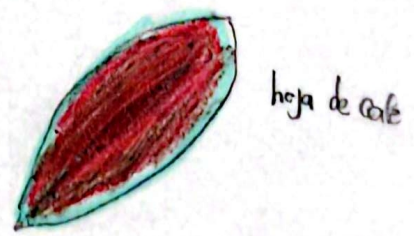
utilizo quimicos
para curar
candidiasis



candidiasis
y
cafe

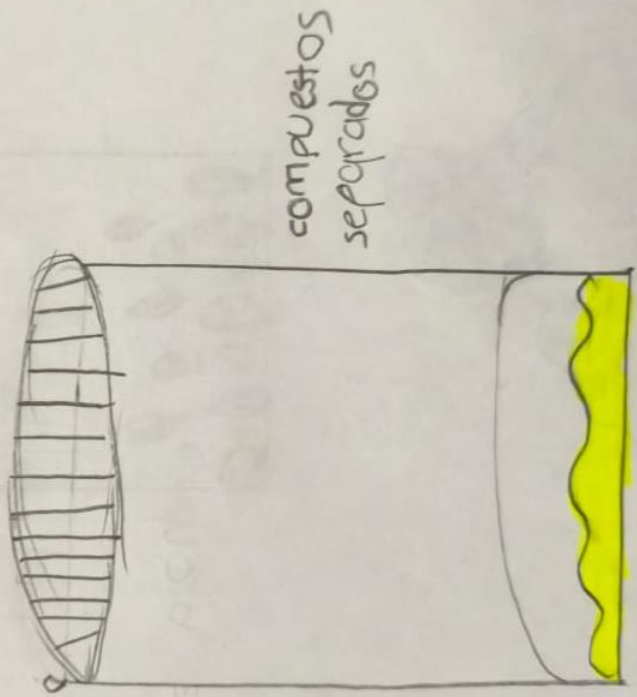


Pasta de cafe



Yuliangela Torrealba

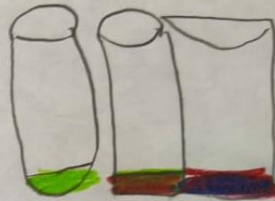
EXPERIMENTOS.



LUNES



MARTES



quimicos que
separatan

Pasta de elefante

Nombre:

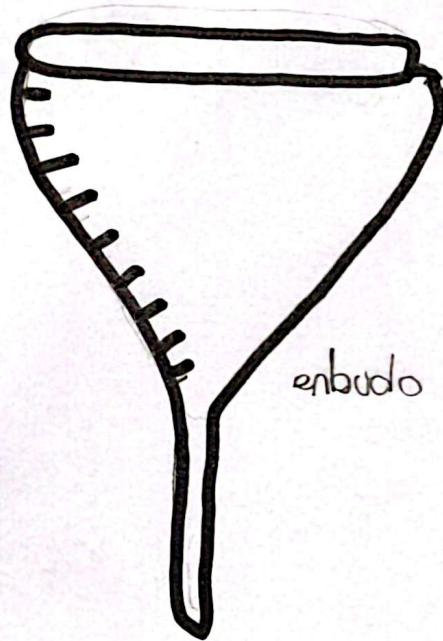
Tamara
Tolles



1 clara de Huevo
2 bicarbonato de sodio
3 vinagre
4 colorante



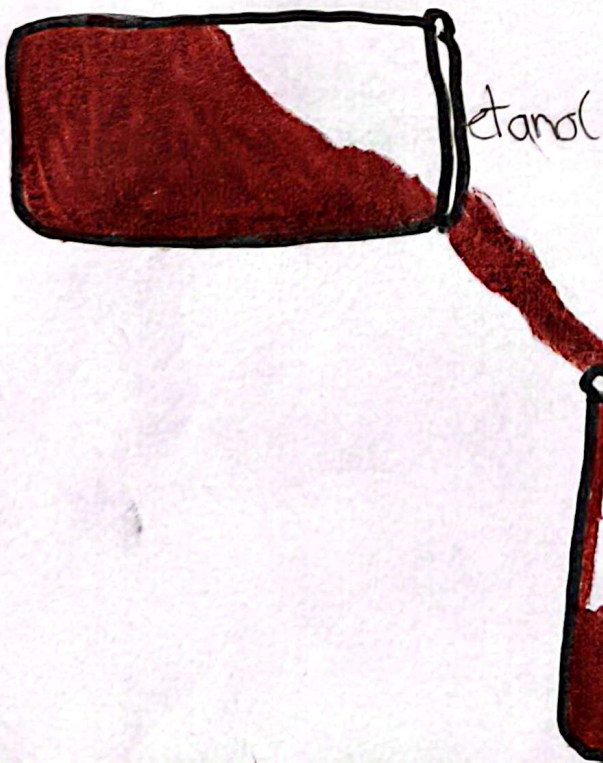
EXPERIMENTOS FUL



embudo



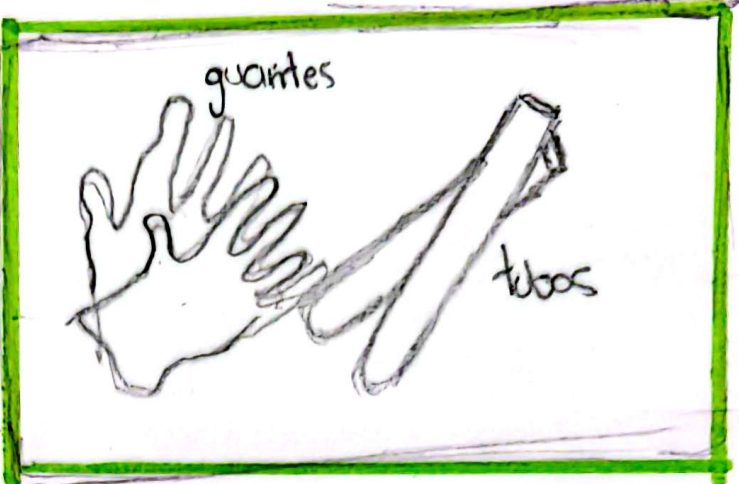
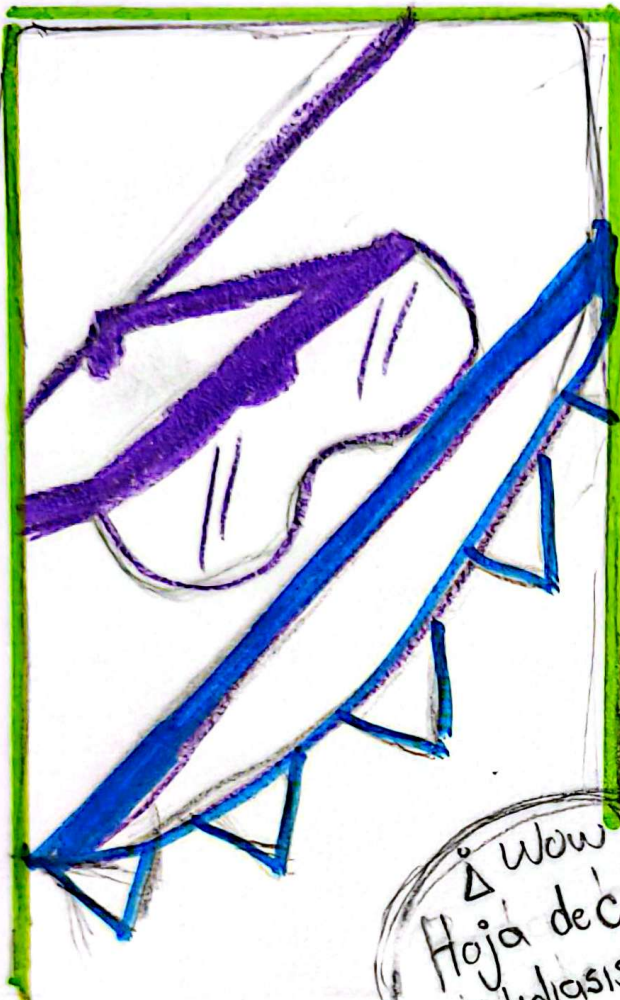
pipeta



etanol

químicos Reaccionan
y cambian de color

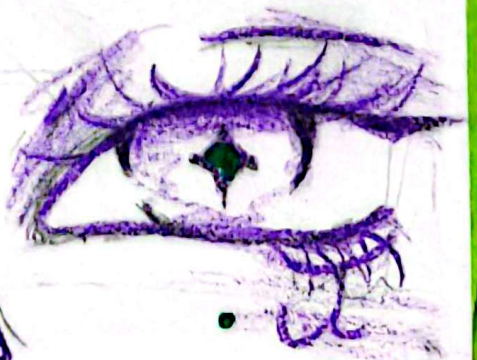
Separar compuestos



Chemistry For girls

Wow!
Hoja de café y
candidiasis muy
interesante

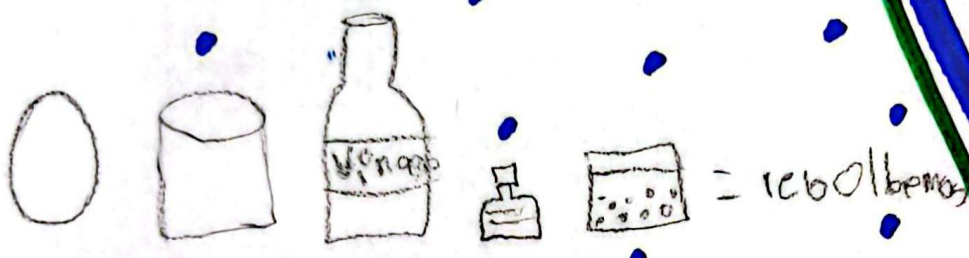
Wow!
curamos la
candidiasis con hoja
de café



EXPERIMENTOS

experimentando...

1. usaremos huevo colorante vegetal, bicarbonato, y por ultimo vinagre



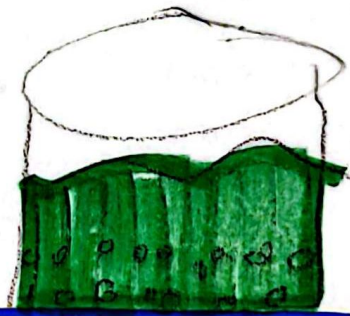
pastas de elefante



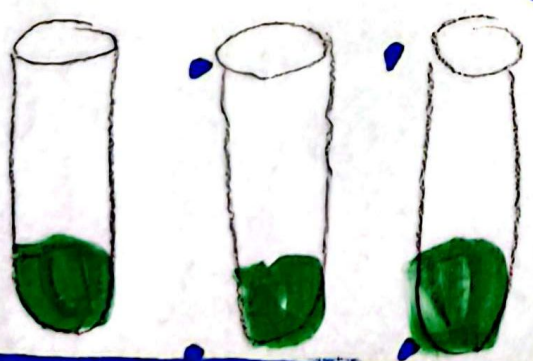
cafe molido con etanol



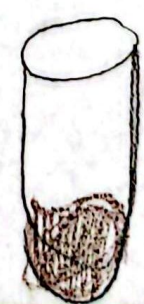
hongo seboldio verde



les ponemos



1 le ponemos un quimico a 1 tubo de ensayo



y se vuelve como agua panela

el 2 le ponemos otro quimico y se vuelve negro

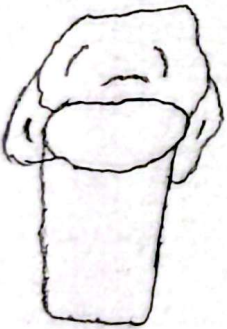


y el otro deberia ser rojo pero no nos quedo



EL EXPERI- MENTO

La pasta del elefante:



Cogimos la clara del huevo, después le pusimos bicarbonato le pusimos colorante vegetal lo revolvíamos y por último le pusimos vinagre y se hizo una espuma.

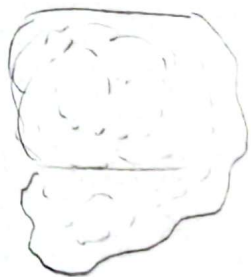
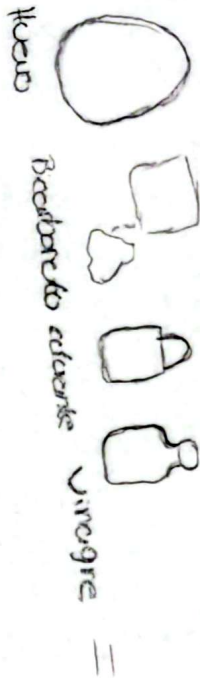
Las hojas de caca molida:



Cogimos un frasco con hojas molida le pusimos un líquido se volvió verde oscuro y lo esperamos al día siguiente le pusimos más líquidos y se volvieron de diferentes colores.

Experimentos

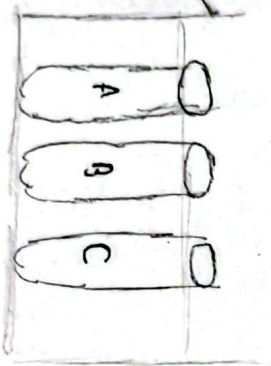
1 Experimento - Pareda de elefante



Procedimientos

1. Sacamos la clara del huevo y lo ponemos en un vaso después le echamos el bicarbonato de sodio y 3 gotas de colorante y ratulamos ya que este todo la mezcla se le hecha el vinagre cuando lo echamos sale como una espuma por el bicarbonato y el vinagre

2 Identificación de compuestos

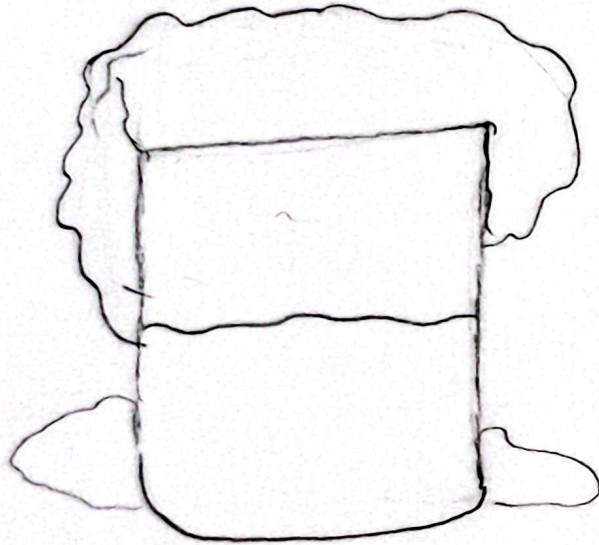


A Quedo igual

B Quedo mas oscuro

C Quedo mas claro

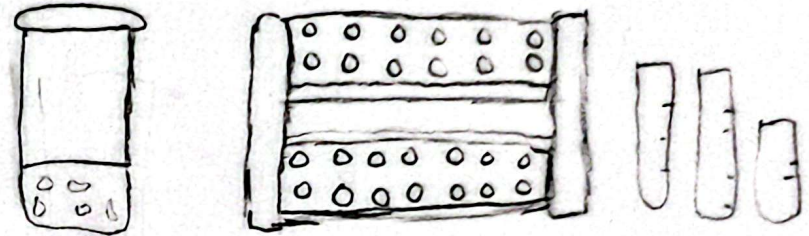
Pasta De Elefante.



Para este experimento se utilizo:

- 1) La clara de un huevo.
- 2) Bicarbonato de sodio.
- 3) Vinagre.
- 4) Un bazo desechable.
- 5) Un Palo Para agit.

Identificación De Compuestos.

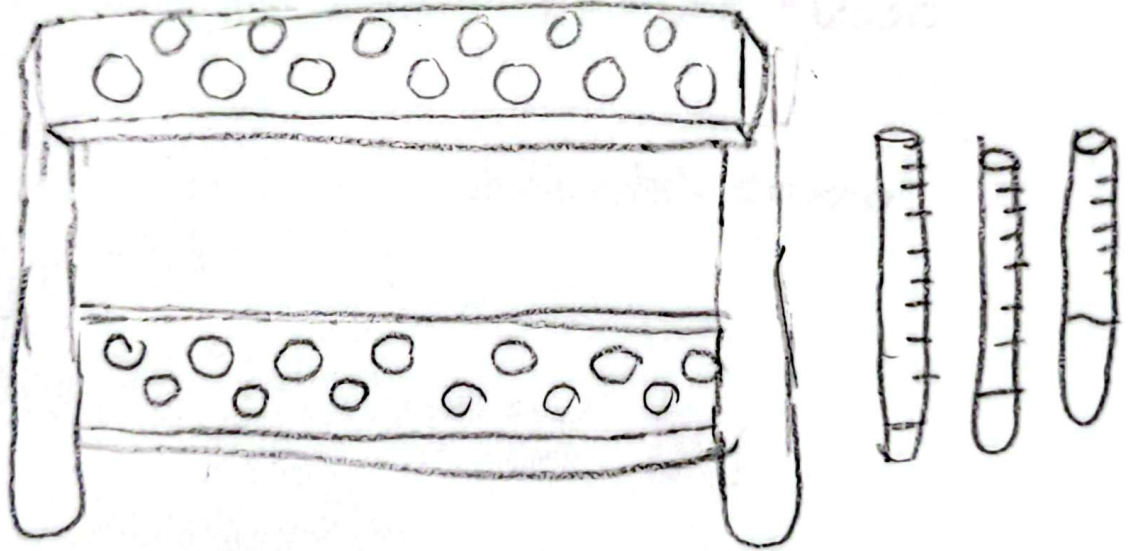


Para este experimento se utilizo:

- 1) Hosa de cafe molido.
- 2) Etanol.
- 3) Portabazos de ensayo.
- 4) tres bazos de ensayo.
- 5) Químicos.

El Experimento

* Identificación de compuestos



Pasta de elefante

PASTA DE ELEFANTE

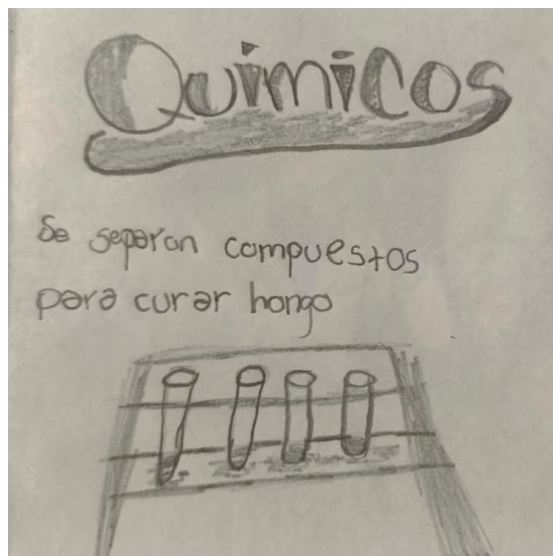
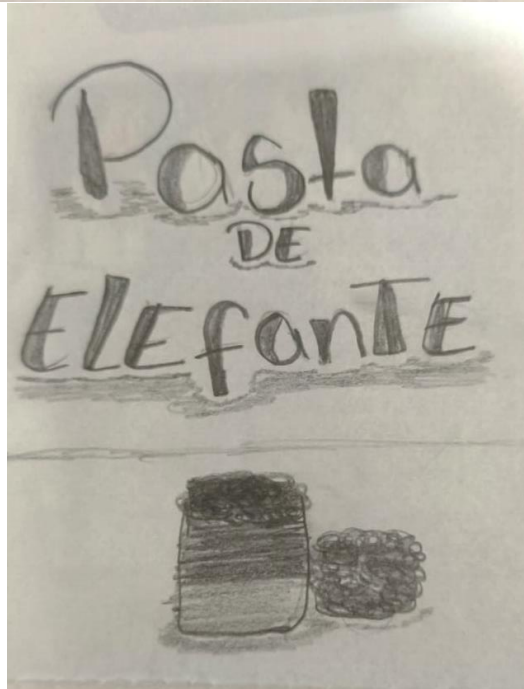
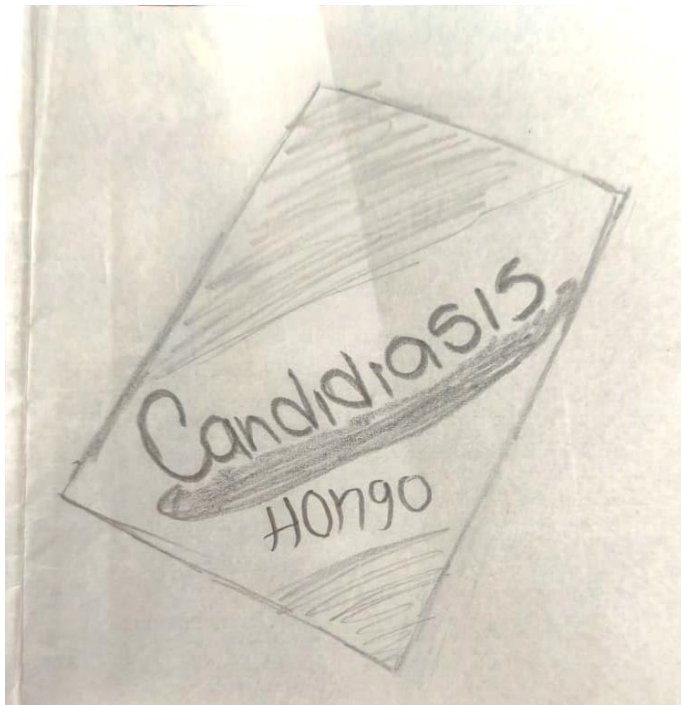
*Ingredientes =

- Huevo ^{La cara}
- Bicarbonato
- Vinagre
- Vaso

- Simulación para los elefantes como crema dental

IDENTIFICACION DE Compuestos

- Bicarbonato
- Vinagre
- Etanol
- Colorante con químicos





- cafe
- pasta de elefante

científica
que cura
enfermedades
como la
candidiasis

