



Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

---

Facultad de Ciencias Físico Matemáticas

---

Mejorando la efectividad de los experimentos en la  
enseñanza temprana de la física: Un enfoque innovador para  
demostrar que el aire ocupe espacio

Tesis presentada al

**Colegio de Física**

como requisito parcial para la obtención del grado de

**LICENCIADO EN FÍSICA**

por

David Israel Pacheco Romero

Asesorado por

Dr. Josip Slisko Ignjatov

Puebla Pue.  
Noviembre de 2025





Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

---

Facultad de Ciencias Físico Matemáticas

---

Mejorando la efectividad de los experimentos en la  
enseñanza temprana de la física: Un enfoque innovador para  
demostrar que el aire ocupe espacio

Tesis presentada al

**Colegio de Física**

como requisito parcial para la obtención del grado de

**LICENCIADO EN FÍSICA**

por

David Israel Pacheco Romero

Asesorado por

Dr. Josip Slisko Ignjatov

Puebla Pue.  
Noviembre de 2025



**Título:** Mejorando la efectividad de los experimentos en la enseñanza temprana de la física: Un enfoque innovador para demostrar que el aire ocupe espacio

**Estudiante:** DAVID ISRAEL PACHECO ROMERO

COMITÉ

---

M.C. Cruz Reyes Gregorio Rogelio  
Presidente

---

Dra. Montes Pérez Areli  
Secretario

---

Dr. Martínez Bravo Oscar Mario  
Vocal

---

M.C. Corona Cruz Adrián  
Vocal

---

Dr. Josip Slisko Ignjatov  
Asesor

*“De todos los factores que influyen en el aprendizaje, el más importante consiste en lo que el alumno ya sabe. Averíguese esto y enséñese consecuentemente”*

**David P. Ausubel (1983). Psicólogo y pedagogo**

# Agradecimientos

Deseo agradecer profundamente a todos aquellos cuya colaboración y apoyo han sido fundamentales para la realización de este trabajo, a aquellas personas que estuvieron conmigo en el camino tan largo que fue llegar a la conclusión de este trabajo.

Quiero agradecer a mis padres, quienes me dieron lo más que pudieron para que llegara a este momento. Gracias por su esfuerzo y paciencia, ya que este fue un camino muy largo.

Agradezco profundamente a la familia Piña García, quienes me apoyaron aun sin ser parte de su familia a lo largo de mi formación profesional y personal todo este tiempo, en especial a Angélica Piña García por su amistad, apoyo y amor que me ha brindado en todo este tiempo. Sin su apoyo no habría sido posible este momento.

A mis amigos que me acompañaron en cada momento de la carrera y quienes, aunque ahora han tomado otros caminos, me acompañaron y ayudaron a hacer que el camino fuese más divertido y llevadero.

A mis profesores, quienes creyeron en mí y en que podría llegar al final de esta carrera, en especial a mi asesor de esta tesis, quien me apoyó y creyó en mí para poder concluir con éxito este trabajo.

Por último, quisiera agradecer al equipo que ha trabajado conmigo en esta nueva etapa de mi vida, ya que su apoyo, amistad y cariño han formado en mi una parte especial en mi formación personal y profesional, en especial a Melby, José, Santiago, Aranza y Laura, quienes en poco tiempo me han ayudado a ampliar mi crecimiento tanto profesional como personal.

# Índice general

<b>Agradecimientos</b>	<b>IV</b>
<b>Resumen</b>	<b>1</b>
<b>Abstract</b>	<b>3</b>
<b>1. Introducción</b>	<b>5</b>
1.1. Revisión de la Literatura . . . . .	6
1.2. Declaración de Publicación Previa . . . . .	6
1.3. Propuesta Innovadora . . . . .	7
1.4. Metodología . . . . .	8
<b>2. Las demostraciones de que el aire ocupa espacio: Una revisión crítica de las propuestas y realizaciones</b>	<b>9</b>
2.1. Valoración crítica de las adaptaciones metodológicas en las demostraciones: fallas y áreas de oportunidad . . . . .	13
<b>3. Fundamentos de la Enseñanza de la Física</b>	<b>15</b>
3.1. Estadios del desarrollo cognitivo en niños de 9 a 12 años y su capacidad para teorizar sobre fenómenos físicos . . . . .	17
<b>4. El experimento tradicional y su posible modificación innovadora</b>	<b>19</b>
4.1. Teoría subyacente . . . . .	20
4.2. Teoría aplicada a la modificación con la vela . . . . .	21
4.3. Beneficios pedagógicos de la modificación . . . . .	22
4.4. El diseño innovador . . . . .	22
<b>5. La Modificación Innovadora</b>	<b>25</b>
5.1. De los participantes . . . . .	25
5.2. De los materiales . . . . .	26
5.3. Resultados esperados . . . . .	28
5.3.1. Primera parte del experimento . . . . .	28
5.3.2. Segunda parte del experimento . . . . .	28
5.3.3. Clasificación inicial de respuestas . . . . .	28
5.3.4. Explicaciones posteriores al experimento . . . . .	28
5.4. Metodología de la ejecución . . . . .	29
5.4.1. Predicciones . . . . .	29
5.4.2. Explicaciones . . . . .	31

<b>6. Resultados de la implementación</b>	<b>35</b>
6.1. Clasificación de respuestas . . . . .	36
6.2. Análisis cualitativo de resultados . . . . .	38
6.2.1. Predicciones . . . . .	38
6.2.2. Explicaciones . . . . .	39
6.2.3. Cambios de idea . . . . .	40
6.2.4. Distribución de confusiones por categoría de explicación . . . . .	41
6.3. Análisis de respuestas grupales . . . . .	42
6.3.1. Equipo 1 . . . . .	42
6.3.2. Equipo 2 . . . . .	43
6.3.3. Equipo 3 . . . . .	44
6.3.4. Equipo 4 . . . . .	45
6.3.5. Equipo 5 . . . . .	46
<b>7. Conclusiones y Recomendaciones</b>	<b>49</b>
<b>A. Apéndice A</b>	<b>51</b>
A.1. Materiales . . . . .	51
A.2. Hojas de trabajo . . . . .	54
<b>B. Apéndice B</b>	<b>57</b>
B.1. Predicciones . . . . .	57
B.2. Explicaciones . . . . .	59
<b>C. Apéndice C</b>	<b>63</b>
C.1. Predicciones . . . . .	63
C.2. Explicaciones . . . . .	65
<b>D. Apéndice D</b>	<b>69</b>
D.1. Predicciones . . . . .	69
D.2. Explicaciones . . . . .	71
<b>E. Apéndice E</b>	<b>75</b>
E.1. Predicciones . . . . .	75
E.2. Explicaciones . . . . .	77
<b>F. Apéndice F</b>	<b>81</b>
F.1. Predicciones . . . . .	81
F.2. Explicaciones . . . . .	83
<b>G. Apéndice G</b>	<b>85</b>
G.1. Estructura digital de los datos recolectados . . . . .	85
G.2. Fragmentos de código Python utilizados . . . . .	86
<b>Bibliografía</b>	<b>87</b>

# Resumen

En la enseñanza de la física, el uso de experimentos es crítico en el aprendizaje de los estudiantes, ya que les permite visualizar y aplicar conceptos teóricos en situaciones prácticas. Uno de los experimentos más comunes en este contexto se enfoca en demostrar que el aire ocupa espacio y que tiene capacidad para excluir o mantener el agua alejada de ciertos objetos sumergidos. A pesar de su amplia popularidad, este experimento a menudo resulta poco efectivo y puede generar confusiones entre los estudiantes, dificultando la comprensión completa de los principios físicos subyacentes.

El experimento tradicional implica la colocación de papel o algodón dentro de un vaso, seguido de la inmersión del vaso invertido en un recipiente más grande lleno de agua. Después de retirar el vaso del agua, se espera que el papel o algodón no esté mojado, lo que debería demostrar que el aire ocupa un espacio en el que el agua no puede entrar. Sin embargo, este procedimiento a menudo conduce a debates entre los estudiantes sobre si el papel o algodón se ha mojado o no, lo que resulta en una falta de claridad y comprensión de los conceptos que se intentan enseñar.

Este dilema plantea la necesidad de una variante más efectiva del experimento que no solo demuestre la existencia del aire, sino que también aclare su capacidad para mantener el agua alejada de ciertos objetos sumergidos. En este contexto, se propone una variante innovadora que utiliza una vela encendida y un recipiente transparente con tapa (sin y con orificios) para ilustrar la influencia del aire en la exclusión del agua.

El experimento se divide en dos partes. En la primera parte, se coloca una vela en la tapa (sin orificios) de un recipiente transparente y se cierra el recipiente herméticamente antes de sumergirlo en un recipiente lleno de agua. Como el agua no puede entrar en el recipiente, los estudiantes predicen correctamente que la vela no se apagará.

En la segunda parte, la vela se coloca en la tapa que tiene orificios y se cierra el recipiente. La tarea para los estudiantes es predecir qué pasará con la vela al sumergir el recipiente en el agua. Los estudiantes comúnmente predicen que la vela se apagará porque ahora el agua entra al recipiente sumergido. Sin embargo, pueden observar que la vela permanece encendida dentro del recipiente cerrado. Ese hecho demuestra que el aire contenido en el recipiente evita que el agua ingrese y apague la llama. Este experimento ilustra de manera efectiva cómo el aire puede empujar o mantener alejada el agua de un objeto sumergido en un espacio herméticamente cerrado.

Los resultados de esta nueva variante del experimento muestran una mejora significativa en la comprensión por parte de los estudiantes. En contraste con el experimento tradicional con papel o algodón, los estudiantes no tienen dudas sobre si la vela se ha apagado o no, lo que les permite comprender plenamente los conceptos enseñados. Además, esta variante resulta más impactante, ya que los estudiantes pueden observar claramente cómo la vela continúa encendida dentro del recipiente cerrado, incluso con los orificios en la tapa, lo que refuerza la idea de la existencia del aire y su capacidad para influir en la exclusión del agua.



# Abstract

In the teaching of physics, the use of experiments is critical in students' learning as it allows them to visualize and apply theoretical concepts in practical situations. One of the most common experiments in this context focuses on demonstrating that air occupies space and has the ability to exclude or keep water away from certain submerged objects. Despite its widespread popularity, this experiment often proves ineffective and can lead to confusion among students, hindering their complete understanding of the underlying physical principles.

The traditional experiment involves placing paper or cotton inside a glass, followed by immersing the inverted glass into a larger container filled with water. After removing the glass from the water, it is expected that the paper or cotton remains dry, which should demonstrate that air occupies space where water cannot enter. However, this procedure often leads to debates among students about whether the paper or cotton has become wet or not, resulting in a lack of clarity and understanding of the concepts being taught.

This dilemma raises the need for a more effective variant of the experiment that not only demonstrates the existence of air but also clarifies its ability to keep water away from certain submerged objects. In this context, an innovative variant is proposed that utilizes a lit candle and a transparent container with a lid (with and without holes) to illustrate the influence of air in water exclusion.

The experiment is divided into two parts. In the first part, a candle is placed on the lid (without holes) of a transparent container, and the container is tightly closed before submerging it in a container filled with water. Since water cannot enter the container, students correctly predict that the candle will not extinguish.

In the second part, the candle is placed on the lid with holes, and the container is closed. The task for the students is to predict what will happen to the candle when the container is submerged in water. Students commonly predict that the candle will extinguish because water now enters the submerged container. However, they can observe that the candle remains lit inside the closed container. This fact demonstrates that the air contained in the container prevents water from entering and extinguishing the flame. Thus, this experiment effectively illustrates how air can push or keep water away from a submerged object in a tightly closed space.

The results of this new variant of the experiment show a significant improvement in students' understanding. In contrast to the traditional experiment with paper or cotton, students have no doubts about whether the candle has been extinguished or not, allowing them to comprehend the concepts taught fully. Additionally, this variant is more impactful as students can precisely observe how the candle continues to burn inside the closed container, even with holes in the lid, reinforcing the idea of the existence of air and its ability to influence water exclusion.



# Capítulo 1

## Introducción

La enseñanza de la física en los primeros años educativos se fundamenta en la capacidad de los estudiantes para comprender conceptos abstractos a través de experiencias que conecten con elementos de su vida cotidiana. Los experimentos juegan un papel importante, brindando a los estudiantes la oportunidad de visualizar teorías científicas y aplicarlas en un entorno de la vida real. Sin embargo, a pesar de su importancia, muchos experimentos tradicionales enfrentan desafíos en cuanto a su eficacia pedagógica, lo que genera confusión e impide una comprensión clara de los principios físicos involucrados.

Un claro ejemplo de esta problemática surge en el experimento clásico destinado a probar la proposición de que el aire ocupa espacio. En la versión tradicional del experimento, se coloca papel o algodón en un vaso que luego se sumerge al revés en el agua. Si bien se espera que el papel o el algodón permanezcan secos, la falta de claridad en la presentación del fenómeno y la ambigüedad de los resultados observados a menudo llevan a los estudiantes a cuestionar la veracidad del resultado, lo que dificulta su entendimiento. Este dilema no solo revela la necesidad de evaluar críticamente los métodos tradicionales, sino también de explorar alternativas que fomenten un aprendizaje significativo y permitan a los estudiantes relacionar el fenómeno con su entorno de manera intuitiva.

La efectividad de un experimento como herramienta pedagógica depende no solo de su diseño, sino también de su capacidad para conectar las experiencias previas de los estudiantes con los conceptos que se desean enseñar. En este sentido, el aprendizaje significativo, como lo define Ausubel [Ausubel et al., 1976], ocurre cuando los nuevos conceptos se relacionan de manera no arbitraria con el conocimiento previo de los estudiantes, permitiendo una integración coherente en sus estructuras cognitivas. En el caso del experimento mencionado, la incorporación de elementos visuales y prácticos que refuercen la idea de que el aire ocupa espacio es crucial para facilitar esta conexión y evitar la memorización mecánica, promoviendo en cambio una comprensión genuina de los principios físicos involucrados.

En 2018, este estudio se llevó a cabo por primera vez y se presentó en el Taller Internacional Nuevas Tendencias en Enseñanza de la Física Basada en Investigación. Durante la presentación, se discutieron ampliamente las limitaciones del enfoque tradicional y se propusieron ideas iniciales para mejorar su eficacia pedagógica. Estas propuestas fueron bien recibidas en la comunidad educativa, resaltando la relevancia de innovar en los métodos de enseñanza de la física para responder a las demandas de un entorno educativo en constante evolución.

El objetivo principal de esta tesis es presentar y evaluar una variante innovadora del experimento tradicional, diseñada para demostrar de manera más clara y efectiva que el aire ocupa espacio. Esta variante no solo pretende mejorar la comprensión de los estudiantes, sino también hacer el experimento más impactante y accesible, eliminando las ambigüedades que caracterizan a la versión original. Además, busca generar interés en los estudiantes al incorporar elementos visuales que favorezcan la conexión entre el fenómeno observado y los principios físicos subyacentes.

Esta investigación se basa en un enfoque exploratorio, centrado en observar y analizar cómo la variante propuesta del experimento tradicional impacta en la comprensión de los estudiantes. En lugar de implementar un experimento controlado, el estudio busca describir y registrar las interacciones de los estudiantes con el fenómeno, permitiendo identificar patrones y tendencias relacionadas con su aprendizaje. Este diseño se enfoca en generar un marco descriptivo que permita evaluar la efectividad pedagógica de la modificación innovadora, proporcionando una base sólida para futuras investigaciones en la enseñanza de la física.

## 1.1. Revisión de la Literatura

Estudios previos han intentado abordar esta problemática con diversos grados de éxito. Por ejemplo, en el libro “Experimentos con el aire” [Canestro, 2009], se presenta un experimento similar que enfrenta las mismas limitaciones que el método tradicional, tales como la falta de claridad en los resultados observables y la dificultad de conectar el fenómeno con las experiencias previas de los estudiantes. Canestro destaca que, aunque estos experimentos son efectivos para captar la atención de los estudiantes, a menudo fallan en proporcionar explicaciones que fomenten una comprensión significativa de los principios físicos involucrados.

En el taller del año 2021, se presentó una versión mejorada del experimento original, incorporando nuevas metodologías y materiales que facilitaron una comprensión más clara del concepto de que el aire ocupa espacio. Esta versión mejorada fue fruto de las observaciones y la retroalimentación recibidas tras la presentación inicial en 2018, mostrando una evolución significativa en la enseñanza del experimento. Este avance subraya la importancia de adaptar los métodos pedagógicos para abordar las limitaciones observadas en las versiones anteriores.

Además, estudios como los de Flores Camacho y Gallegos Cázares [Flores Camacho and Gallegos Cázares, 1999] enfatizan la relevancia de conectar los conceptos abstractos con contextos tangibles, un aspecto crítico en la enseñanza de fenómenos físicos. Según su investigación, los experimentos que no logran relacionar conceptos teóricos con experiencias prácticas tienden a generar confusión en los estudiantes, reduciendo su capacidad para integrar nuevos conocimientos de manera significativa.

Investigaciones recientes han explorado enfoques que combinan el aprendizaje significativo y estrategias constructivistas para mejorar la enseñanza de conceptos físicos básicos. Por ejemplo, Hernández y Yaya [Hernández H. and Yaya E., 2010] proponen la inclusión de actividades que desafíen las ideas previas de los estudiantes, permitiéndoles reconstruir su conocimiento a través de experiencias prácticas. Esta propuesta tiene implicaciones directas para el diseño de experimentos más efectivos, como el que se analiza en este trabajo, al priorizar la claridad visual y la interacción activa de los estudiantes con el fenómeno.

Finalmente, estudios como el de Abrahams y Reiss [Abrahams and Reiss, 2012] destacan que el trabajo práctico, aunque efectivo para involucrar a los estudiantes en actividades concretas, requiere estrategias pedagógicas explícitas para garantizar que los estudiantes puedan relacionar sus acciones con los conceptos científicos subyacentes. Este enfoque "manos en" "mente en" es esencial para transformar actividades prácticas en experiencias educativas significativas, especialmente en el contexto de la física.

## 1.2. Declaración de Publicación Previa

Parte del contenido presentado en esta tesis se basa en el trabajo previamente publicado bajo el título:

"Mejorando la efectividad de los experimentos en la enseñanza temprana de la física: Un enfoque innovador para demostrar que el aire ocupa espacio", de David Israel Pacheco Romero, Josip Slisko Ignjatov y Adrián Corona Cruz, publicado en la revista *Latin American Journal of Physics Education*, volumen 18, número 2, páginas 2314-1 a 2314-6, en junio de 2024 ([Romero et al., 2024]).

Este artículo aborda los resultados iniciales de la implementación de una variante innovadora del experimento tradicional para demostrar que el aire ocupa espacio, destacando su efectividad en comparación con métodos pedagógicos tradicionales. En la presente tesis, este análisis se amplía y complementa con nuevos elementos, como un enfoque más detallado de los métodos empleados, una discusión más profunda de los resultados obtenidos y una exploración adicional sobre las implicaciones pedagógicas del experimento en contextos educativos diversos.

Además, la tesis incluye datos inéditos y análisis adicionales que no se abordaron en la publicación previa, como las reacciones individuales y grupales de los estudiantes, una descripción ampliada del contexto de implementación y recomendaciones específicas para futuros trabajos e investigaciones.

El artículo original se cita y reproduce parcialmente con fines académicos, cumpliendo con las políticas de derechos de autor establecidas por la revista *Latin American Journal of Physics Education*.

### 1.3. Propuesta Innovadora

La variante innovadora propuesta en esta tesis utiliza una vela encendida y un recipiente transparente con tapa (con y sin orificios) para ilustrar de manera más clara la influencia del aire en la exclusión del agua. Este diseño incorpora elementos visuales y dinámicos que eliminan las ambigüedades características del método tradicional, permitiendo que los estudiantes observen directamente cómo el aire actúa como una barrera física para el agua. Además, al incluir una vela encendida, se introduce un indicador visual inmediato del éxito del experimento, ya que cualquier fallo en la técnica, como la entrada de agua, resulta en la extinción de la llama.

El uso de materiales transparentes y una vela encendida también facilita una comprensión más intuitiva del fenómeno al conectar la observación directa con las experiencias previas de los estudiantes, como el hecho de que el aire es invisible pero tiene efectos tangibles. Según Hernández y Yaya [Hernández H. and Yaya E., 2010], los estudiantes aprenden de manera más efectiva cuando las actividades prácticas están diseñadas para desafiar sus ideas previas, permitiéndoles reconstruir sus esquemas cognitivos. En este caso, el experimento no solo demuestra que el aire ocupa espacio, sino que también introduce conceptos adicionales, como la relación entre gases y combustión, de una manera accesible y memorable.

Esta versión mejorada, que fue presentada en el *Taller Internacional Nuevas Tendencias en Enseñanza de la Física Basada en Investigación* en 2021, ha demostrado ser más efectiva que las versiones anteriores. Durante el taller, los participantes destacaron la claridad del diseño y su potencial para resolver la confusión observada en los métodos tradicionales. Además, esta propuesta fue evaluada en escenarios educativos reales, mostrando una mejora significativa en la capacidad de los estudiantes para explicar el fenómeno y conectar las observaciones del experimento con los principios físicos subyacentes.

Otro aspecto relevante de esta propuesta es su adaptabilidad. El diseño permite realizar modificaciones simples, como variar el tamaño del recipiente o el número de orificios en la tapa, para ajustar el nivel de dificultad según las necesidades del grupo de estudiantes. Esta flexibilidad refuerza el enfoque constructivista de la enseñanza, promoviendo un aprendizaje activo en el que los estudiantes pueden explorar diferentes variables y experimentar con los resultados. Como señala Carretero [Carretero, 2020], un aprendizaje significativo se logra cuando los estudiantes son participantes activos en su proceso de aprendizaje, explorando y descubriendo conceptos por sí mismos.

En resumen, esta variante innovadora no solo busca demostrar el concepto de que el aire ocupa espacio, sino que también introduce un enfoque pedagógico que promueve la participación activa, la observación crítica y la comprensión significativa de los fenómenos físicos. Al integrar elementos visuales y prácticos con un diseño claro y adaptable, esta propuesta representa un avance importante en la enseñanza de la física para estudiantes de educación básica.

## 1.4. Metodología

Para evaluar la eficacia de esta nueva variante, el experimento se presentó a un grupo de 29 alumnos de quinto año de primaria que cursaban el ciclo escolar 2022-2023 en la escuela primaria Miguel Hidalgo, ubicada en el municipio de San Nicolás de los Ranchos, Puebla. Este grupo fue seleccionado por su nivel educativo, correspondiente a una etapa en la que los estudiantes comienzan a desarrollar habilidades cognitivas que les permiten teorizar sobre fenómenos físicos a partir de experiencias prácticas y observaciones directas.

El proceso metodológico se estructuró en tres etapas principales: predicción, observación y explicación. En la primera etapa, se invitó a los estudiantes a realizar predicciones basadas en sus conocimientos previos sobre el comportamiento del aire y el agua. Durante la segunda etapa, se llevó a cabo el experimento utilizando la variante innovadora, lo que permitió a los estudiantes observar directamente el fenómeno en condiciones controladas pero accesibles. Finalmente, en la etapa de explicación, se solicitó a los alumnos que describieran lo que habían observado y relacionaran sus predicciones iniciales con los resultados obtenidos, promoviendo así una reflexión crítica sobre el fenómeno.

La metodología adoptada se fundamenta en un enfoque exploratorio, que busca describir cómo los estudiantes interactúan con el experimento y cómo estas interacciones contribuyen a su comprensión del fenómeno de que el aire ocupa espacio. Según Ausubel [Ausubel et al., 1976], el aprendizaje significativo se logra cuando los nuevos conceptos se relacionan de manera no arbitraria con los conocimientos previos del estudiante. Este enfoque permite no solo observar el impacto del experimento en términos de comprensión conceptual, sino también identificar áreas donde los estudiantes enfrentan dificultades o conceptos erróneos.

El diseño de las actividades también incorporó principios del constructivismo, como el aprendizaje activo y colaborativo, siguiendo las recomendaciones de Carretero [Carretero, 2020] y Hernández y Yaya [Hernández H. and Yaya E., 2010]. Durante las etapas del proceso, se incentivó a los estudiantes a trabajar en grupos pequeños, promoviendo el intercambio de ideas y la resolución colaborativa de problemas, lo que contribuyó a enriquecer su comprensión y fortalecer sus habilidades sociales.

En conclusión, la metodología utilizada en esta investigación no solo permitió evaluar la efectividad pedagógica de la variante innovadora, sino que también proporcionó una plataforma para analizar cómo los estudiantes construyen su comprensión a partir de experiencias prácticas. Este enfoque exploratorio ofrece una base para futuras investigaciones en la enseñanza de conceptos físicos y demuestra el potencial de las modificaciones en los experimentos para mejorar la educación en ciencias.

## Capítulo 2

# Las demostraciones de que el aire ocupa espacio: Una revisión crítica de las propuestas y realizaciones

En este trabajo presentaremos una variante del experimento tradicional que trata de mostrar cómo es que, al haber aire, este puede impedir el paso de sustancias como el agua y mantenerla fuera de espacios que no requieren ser inundados. Este experimento es muy conocido y se encuentra en múltiples libros sobre experimentos infantiles.

Este experimento también lo podemos encontrar en el libro titulado *“Experimentos de ciencia en educación infantil”* [Ed Brown, 2002], donde, en la página 34, se presenta el experimento titulado “Húmedo y seco” y, de igual forma que en el ejemplo anterior, se utilizan los mismos materiales. Sin embargo, en este libro se ha propuesto un plan de trabajo a los profesores para guiar de manera correcta el experimento; también presenta una propuesta de variación para que pueda comprenderse mejor el concepto al colocar el vaso en diagonal una vez que esté sumergido en el agua, para que el aire pueda salir y así mojar la servilleta.

Un ejemplo más es el archivo electrónico que el *“Instituto Educativo Modelo”* [Modelo, 2008] (Figura 2.1) pone en su página electrónica, con una serie de instrucciones donde se detalla cómo realizar este experimento para sus alumnos de sexto grado de su sistema de educación.



Figura 2.1: Instituto Modelo.

En el libro titulado *“Experimentos con el aire”* [Canestro, 2009], en la página 12, se encuentra

## Las demostraciones de que el aire ocupa espacio: Una revisión crítica de las propuestas y realizaciones

---

una propuesta de experimento titulado “¿El aire ocupa lugar?”. En este experimento propuesto se utiliza un vaso transparente, una servilleta y una pecera llena a la mitad con agua. Se indica que se debe colocar la servilleta en el fondo del vaso y posteriormente colocarlo dentro del agua de manera invertida. Una vez realizado esto, se retira el vaso para comprobar el estado de la servilleta. Este experimento propone una serie de cuestionamientos sobre por qué la servilleta no está mojada, para posteriormente dar una explicación de que el aire ocupa un espacio y que este, a su vez, se comprime y queda atrapado en el vaso.

En el canal “*Recetas de Cocina*”, en su video titulado “*Experimentos casero - Agua y presión del aire*” [Caseras, 2010] (Figura 2.2), se presenta el experimento realizado con dos vasos de vidrio pequeños, siendo el más pequeño al que se le coloca el pedazo de papel con una marca de un plumón para poder verificar que, al sacarlo del agua, este sigue seco. Sin embargo, en este video tampoco se da una explicación del porqué sucede este fenómeno.



Figura 2.2: Video “Experimentos caseros - Agua y presión del aire” (Recetas Caseras, 2010).

En el libro “*Experimentos simples para entender una tierra complicada: 3 ¡Eureka! Los continentes y los océanos flotan*” [Alaniz Álvarez and Nieto Samaniego, 2011], en la página 9, bajo el título “*Bajo el agua y sin mojarse*”, se presenta este experimento con los materiales ya mencionados: recipientes transparentes, agua y papel. En este libro también se presenta una breve explicación del porqué el papel se mantiene seco debido al aire y la presión que este genera sobre el agua. Aunado a esto, se presenta un texto que detalla propiedades de los fluidos, como densidad y viscosidad. Como conclusión, se incluye un pequeño texto que explica cómo los gases producidos dentro de la Tierra a grandes profundidades son atrapados por la roca fundida y cómo estos logran salir a la superficie a través de los volcanes.

También en el canal “*AnglikNuurbi*”, en su video titulado “*‘Experimento’ El aire ocupa un lugar*” [AnglikNuurbi, 2014] (Figura 2.3), se muestra una serie de imágenes con comentario de voz donde se explica cómo realizar este experimento. Una variante que se agrega en este caso es la utilización de una tinta verde en el agua para facilitar la observación de que el papel no se ha mojado, ya que al sacarlo del agua este no se encuentra pigmentado.

Así, en el canal “*Laura. Profe*”, en su video titulado “*‘Experimento 1’*” [Profe, 2017] (Figura 2.4), se presenta este experimento realizado por niños de preescolar, los cuales colocan el papel dentro del vaso y lo sumergen en el agua de forma invertida. En este video no se da explicación a los alumnos de lo que sucede ni tampoco se profundiza en lo que ellos pueden explicar; solo se muestra la sorpresa de algunos alumnos al descubrir que el papel en el vaso está seco.

Existen también ejemplos de páginas web donde podemos encontrar el experimento con imágenes e instrucciones de cómo realizarlo, tal es el caso de la “*Ficha 8. El aire ocupa un espacio*” [Viguera et al., 2016] (Figura 2.5), donde encontramos una lista de instrucciones detalladas de cómo se debe estructurar paso a paso este experimento, más un documento donde podemos descargar la misma información en formato PDF.

Habiendo también estudios realizados al respecto, como el que podemos encontrar en el capítulo titulado “*El aire y el viento: Desarrollo de habilidades de pensamiento e investigativas en preescolar*”

## Las demostraciones de que el aire ocupa espacio: Una revisión crítica de las propuestas y realizaciones

---



Figura 2.3: Video “Experimento: El aire ocupa un lugar” (AnglikNuurbi, 2014).



Figura 2.4: “Experimento 1”, 6 de marzo de 2017 (Laura. Profe, 2017).

Ficha 8. El aire ocupa un espacio

**NIVEL ACADÉMICO**  
A partir de 3º de Educación Primaria.

**OBJETIVOS**

- Comprobar que el aire ocupa un espacio.
- Comprobar la presión que ejerce el aire.

**CONTENIDOS**

- Toda materia ocupa un lugar.
- El aire ejerce presión.

**RECURSOS Y MATERIALES**

- 1 boteño alto con agua
- 1 vaso alto
- Papel de cocina

**DESARROLLO**

**Organizan:** Dr. Enrique Viguera, Dña. Ana Grande (Universidad de Málaga), Julia Teval (Ciudad Málaga) de Asesorías, Mercedes Argibay (IES Cánovas del Castillo), Juan Carlos Anzor (IES Vigo de Mijas), José J. Sierra (Colegio El Pinar)

**Colaboran:** Fundación Uniraja, Academia Málaga de Ciencias, Fundación Margarita Sáez, Instituto Cívico Oficial de Normalización de Málaga, Planeta Explora, Fundación CICES, Málaga de Fiestas, Ayuntamiento de Málaga, Universidad de Málaga, Ambito Cultura de El Coronil.

FundaciónUniraja

Figura 2.5: Ficha 8, encuentrosconlaciencia.com.

## Las demostraciones de que el aire ocupa espacio: Una revisión crítica de las propuestas y realizaciones

---

del libro *“Educación en la primera infancia”* [Corredor Gómez et al., 2016], se llevó a cabo una investigación sobre cómo los niños perciben y explican diversos fenómenos físicos relacionados con el aire. La investigación se realizó con un grupo de alumnos de preescolar, aunque no se especifica su número. Esta investigación muestra cómo abordar preconcepciones y la forma de usar la experimentación como herramienta pedagógica.

Se pueden encontrar estos experimentos de manera más interactiva, como es el caso del video del canal *“Clases con Cris”*, en su video titulado *“El aire ocupa espacio”* [con Cris, 2020] (Figura 2.6), donde presenta este experimento con materiales simples y, en el minuto 1:45, presenta una explicación corta de cómo es que el papel no se moja ya que el aire está ocupando el espacio entre el papel y el agua.



Figura 2.6: Video “El aire ocupa espacio” (Clases con Cris, 2020).

Al igual que en el estudio mencionado anteriormente, utilizaremos como base los conocimientos previos que los alumnos de primaria ya tienen de la percepción del aire como ocupante del espacio que nos rodea. Estos se pondrán a prueba de tal manera que el aprendizaje se base en tres pasos básicos que realizamos todos los días al enfrentarnos con nuevas experiencias, los cuales consisten en: predecir lo que puede ocurrir a partir de experiencias y conocimientos que ya se han obtenido; la observación de una nueva experiencia con el entorno que pone en duda los conocimientos previos y sus propias predicciones; finalmente, la explicación de lo experimentado, consolidando nuevos conocimientos que son construidos a partir de la propia experiencia.

La experimentación con elementos llamativos y desafiantes, especialmente en las primeras etapas de la educación primaria, juega un papel fundamental en la construcción de un conocimiento significativo en los alumnos. Es en este período formativo donde los cimientos de comprensión se establecen; la claridad y concisión en la presentación de fenómenos físicos complejos se vuelven cruciales. La abstracción teórica puede resultar contraproducente para su comprensión, por lo que es de gran importancia presentar conceptos simples pero desafiantes de una forma práctica y accesible, permitiéndoles experimentar directamente con fenómenos. Al brindarles la oportunidad de interactuar con conceptos físicos de manera práctica, se fomenta un entendimiento que se arraiga en sus propias experiencias, facilitando así una comprensión más profunda y significativa de su entorno. La estrategia promueve la comprensión del fenómeno para los alumnos y sienta las bases para la apreciación y el gusto por la ciencia desde temprana edad, sentando así las bases para una educación sólida y un futuro prometedor en cuanto a entendimiento científico.

## Las demostraciones de que el aire ocupa espacio: Una revisión crítica de las propuestas y realizaciones

### 2.1 Valoración crítica de las adaptaciones metodológicas en las demostraciones: fallas y áreas de oportunidad

## 2.1. Valoración crítica de las adaptaciones metodológicas en las demostraciones: fallas y áreas de oportunidad

Al revisar las diversas propuestas y adaptaciones metodológicas del experimento clásico que demuestra que el aire ocupa espacio, se evidencia claramente que, aunque existen esfuerzos notables por mejorar su efectividad pedagógica, persisten deficiencias que limitan su impacto en la comprensión de los alumnos. Estas deficiencias abarcan desde la selección de materiales hasta la claridad en las explicaciones proporcionadas, así como el nivel de participación de los alumnos en el proceso.

Muchos de los ejemplos analizados mantienen un enfoque tradicional que, aunque introduce ligeras variaciones, no aborda de manera efectiva las barreras cognitivas que enfrentan los alumnos para comprender el fenómeno. Por ejemplo, en el libro “Experimentos de ciencia en educación infantil” [Ed Brown, 2002], aunque se ofrece una guía metodológica más detallada para los docentes, el enfoque sigue estando limitado a la ejecución técnica del experimento, dejando de lado una discusión sobre los principios físicos involucrados. La propuesta de colocar el vaso en diagonal aporta una nueva oportunidad de mejora, pero no resuelve por completo la necesidad de establecer una conexión clara entre lo observado y su explicación teórica.

En el caso del archivo electrónico del Instituto Educativo Modelo [Modelo, 2008], aunque se ofrece una guía paso a paso clara y accesible, la falta de un apartado que promueva la reflexión y el cuestionamiento por parte de los alumnos reduce su efectividad. La instrucción detallada facilita la replicación del experimento, pero no garantiza que los alumnos comprendan por qué ocurre el fenómeno ni que puedan explicarlo con sus propias palabras.

Por otro lado, en propuestas como la presentada en el libro “Experimentos con el aire” [Canestro, 2009], si bien se introduce una guía que fomenta la reflexión de los alumnos, la explicación final sobre el fenómeno sigue siendo superficial. La relación entre las observaciones del experimento y los conceptos físicos abstractos, como que el aire ocupa espacio y su relación con la presión, no se aborda con la profundidad necesaria para lograr un aprendizaje significativo. Este enfoque refuerza una visión limitada del fenómeno, donde los alumnos reciben explicaciones preformuladas en lugar de construir sus propios razonamientos.

En cuanto a los recursos audiovisuales, como el canal “Recetas de Cocina” [Caseras, 2010] y “Laura. Profe” [Profe, 2017], se observa una tendencia recurrente: la falta de explicaciones claras y contextualizadas sobre el fenómeno observado. Aunque estos recursos son efectivos para captar la atención y despertar el interés de los alumnos, su impacto en la comprensión conceptual es limitado. Los videos tienden a centrarse en la ejecución visual del experimento, dejando al margen el análisis crítico y la reflexión sobre lo que ocurre a nivel físico.

En el caso del libro “Experimentos simples para entender una tierra complicada” [Alaniz Álvarez and Nieto Samaniego, 2011], aunque se incorporan conceptos complementarios como la densidad y la viscosidad de los fluidos, la explicación sobre el comportamiento del aire en el experimento es breve y carece de un desarrollo conceptual adecuado. Este enfoque limita las posibilidades de establecer conexiones más amplias con otros fenómenos naturales.

En cuanto a las investigaciones más formales, como el capítulo “El aire y el viento: Desarrollo de habilidades de pensamiento e investigativas en preescolar” del libro “Educación en la primera infancia” [Corredor Gómez et al., 2016], se presenta un enfoque más integral que aborda no solo la ejecución del experimento, sino también su impacto en el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico. Sin embargo, el estudio carece de detalles metodológicos sobre cómo se aborda específicamente el fenómeno de que el aire ocupa espacio, dejando espacio para nuevas propuestas que profundicen en este aspecto.

En conclusión, aunque existen múltiples adaptaciones y variaciones del experimento tradicional que busca demostrar que el aire ocupa espacio, la mayoría presentan deficiencias recurrentes: explicaciones superficiales, falta de conexión entre la observación y la teoría, y una ausencia general de metodologías que fomenten el aprendizaje significativo. Estas limitaciones resaltan la necesidad de una variante que no solo elimine la ambigüedad en los resultados, sino que también facilite

**Las demostraciones de que el aire ocupa espacio: Una revisión crítica de las  
propuestas y realizaciones**

2.1 Valoración crítica de las adaptaciones metodológicas en las demostraciones: fallas y áreas de  
oportunidad

---

una comprensión más profunda del fenómeno, integrando predicción, observación y explicación de  
manera coherente y didáctica.

## Capítulo 3

# Fundamentos de la Enseñanza de la Física

La enseñanza de la física en la educación básica se apoya en bases pedagógicas específicas que consideran las características del desarrollo cognitivo de los niños en su proceso de aprendizaje. En la enseñanza de la física a niños, es fundamental vincular los conceptos abstractos con experiencias tangibles que se puedan adaptar a su vida diaria. Además, se requiere una presentación clara y concisa de los fenómenos físicos para evitar la confusión y favorecer la comprensión. La adaptación de conceptos complejos en un formato práctico y accesible es crucial para estimular la curiosidad natural de los niños.

Según Ausubel [Ausubel et al., 1976], el aprendizaje significativo ocurre cuando los nuevos conceptos y conocimientos se relacionan de manera no arbitraria y sustantiva con lo que el estudiante ya sabe, es decir, con su estructura cognitiva previa. Este enfoque permite que los estudiantes integren nuevos conocimientos en sus esquemas mentales existentes, logrando una comprensión más profunda y duradera. En el contexto de la física, esto implica conectar los nuevos conceptos físicos con las experiencias y el conocimiento previo de los estudiantes. Por ejemplo, al enseñar sobre el comportamiento del aire, los docentes pueden comenzar identificando y activando los conocimientos previos de los estudiantes sobre el tema, como la experiencia cotidiana de que los globos se inflan o de que las burbujas en el agua son aire atrapado. Posteriormente, los nuevos conceptos pueden presentarse de manera significativa, relacionándolos con estas experiencias cotidianas y utilizando analogías claras que refuercen su comprensión.

El aprendizaje significativo también destaca por su capacidad de reducir la memorización mecánica y aumentar el interés intrínseco de los estudiantes [Rivas Navarro, 2008]. Al construir un puente entre la teoría y la práctica, los estudiantes no solo comprenden el fenómeno físico, sino que también lo ven como algo relevante y aplicable en su vida diaria. Esto fortalece su motivación para aprender y facilita la transferencia de conocimientos a contextos más complejos, como señala Flores Camacho [Flores Camacho and Gallegos Cázares, 1999].

La teoría constructivista, desarrollada por Piaget [Piaget, 1981] y Vygotsky [Vigotsky, 1988], junto con otros destacados psicólogos del desarrollo, sostiene que los niños construyen activamente su propio conocimiento a través de la interacción con su entorno y la acomodación de los nuevos conocimientos con los previos. En este contexto, la enseñanza de la física para niños de entre 9 y 12 años debe ofrecer múltiples oportunidades para que los estudiantes exploren, experimenten y descubran conceptos físicos por sí mismos. Piaget enfatiza el papel de las etapas del desarrollo cognitivo en este proceso, mientras que Vygotsky resalta la importancia de la interacción social y el uso del andamiaje como medio para alcanzar niveles de comprensión más avanzados.

Carretero [Carretero, 2020] amplía esta visión al destacar que el constructivismo en la educación no solo debe centrarse en la construcción individual del conocimiento, sino también en promover

un aprendizaje colaborativo. La interacción entre estudiantes en actividades grupales fomenta la diversidad de perspectivas y la resolución conjunta de problemas, habilidades esenciales en la educación científica. Además, el constructivismo impulsa el uso de estrategias didácticas basadas en la experimentación, como la resolución de problemas y la modelización, que permiten a los estudiantes establecer conexiones significativas entre los conceptos abstractos y las aplicaciones prácticas.

Hacia 2008, Abrahams y Millar realizaron un estudio sobre la efectividad del trabajo práctico en la educación secundaria inglesa, concluyendo que, aunque efectivo en generar actividades con materiales, el trabajo práctico no siempre lograba vincular conceptos científicos con observaciones reales [Abrahams and Millar, 2008]. Los autores observaron que muchas actividades prácticas se diseñaban como “recetas” y carecían de estrategias explícitas para ayudar a los estudiantes a relacionar sus acciones con ideas científicas.

En 2012, Abrahams y Reiss ampliaron este análisis incluyendo escuelas primarias y secundarias. Encontraron que las actividades prácticas eran altamente estructuradas y efectivas en lograr que los estudiantes realizaran tareas específicas, pero seguían siendo menos efectivas en fomentar una comprensión conceptual profunda. Esto llevó a recomendar un enfoque que combinara “manos en” y “mente en” [Abrahams and Reiss, 2012].

El aprendizaje activo, en consonancia con la teoría constructivista, se centra en el papel activo del estudiante en la construcción de su propio conocimiento; véase [Hernández H. and Yaya E., 2010] y [Villegas and Benegas, 2020]. En lugar de ser receptores pasivos de información, los niños son vistos como agentes activos en su proceso de aprendizaje, que participan en actividades significativas y colaborativas que desafían sus preconcepciones y los llevan a resolver problemas. Al involucrar activamente a los niños en su aprendizaje, se promueve un sentido de agencia y autonomía que fortalece su motivación.

Es fundamental incorporar actividades que promuevan la colaboración y el trabajo en equipo entre los estudiantes. La física, al igual que muchas otras disciplinas científicas, se beneficia enormemente del intercambio de ideas y la resolución colaborativa de problemas [Carretero, 2020]. Al trabajar juntos en proyectos y experimentos, los estudiantes no solo fortalecen sus habilidades sociales y de comunicación, sino que también aprenden a apreciar la diversidad de perspectivas y enfoques en el proceso de descubrimiento científico.

En este sentido, es crucial incorporar experiencias prácticas y actividades lúdicas que permitan a los niños explorar y comprender los conceptos físicos de manera tangible y divertida. Los juegos, las narrativas y la manipulación de objetos son herramientas efectivas para mantener su interés y motivación en el aprendizaje de la física. Además, la interdisciplinariedad también desempeña un papel importante en la enseñanza de la física, ya que los conceptos físicos se entrelazan con otras áreas del conocimiento, como las matemáticas, las ciencias naturales y la tecnología. Al integrar la física con otras disciplinas, los niños pueden observar las conexiones entre diferentes campos y desarrollar una comprensión más completa del mundo que les rodea.

Un fenómeno de especial interés para la comprensión de conceptos físicos en esta etapa es el comportamiento del aire. A pesar de ser invisible a simple vista, el aire ocupa un espacio y ejerce presión sobre los objetos que lo rodean. A través de experimentos simples, como la inflación de un globo o la inmersión de un recipiente en agua, los estudiantes pueden observar cómo el aire posee masa y volumen, además de cómo puede ejercer fuerza sobre los objetos circundantes.

En esta investigación, nos enfocamos en experimentos diseñados para demostrar de manera efectiva este fenómeno mediante el uso de agua y algunas de sus propiedades. Tales experimentos incluyen el mojado de objetos y la extinción de fuego. En capítulos posteriores, se analizarán dos de estos experimentos en particular: aquel mencionado previamente y una nueva propuesta. Esta última busca generar una mayor disonancia cognitiva en los estudiantes, con el fin de modificar y/o consolidar sus preconcepciones sobre el fenómeno y los esquemas que emplean para entenderlo.

La enseñanza de la física no solo se limita a la transmisión de conocimientos, sino que también implica el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico. Esto requiere un enfoque activo y participativo, donde los niños sean desafiados a pensar de manera creativa y analítica para resolver

problemas del mundo real.

En conclusión, la enseñanza de la física es un proceso dinámico y multifacético que abarca una variedad de fundamentos destinados a proporcionar a los estudiantes una comprensión profunda y significativa del mundo que les rodea. Desde la comprensión de conceptos básicos hasta la aplicación de principios matemáticos y la experimentación práctica, cada aspecto de la enseñanza de la física contribuye al desarrollo de habilidades cognitivas y científicas en los estudiantes. Es fundamental adaptar estos fundamentos al contexto específico de la educación básica y a las necesidades y capacidades de los niños de 9 a 12 años, fomentando así un aprendizaje activo, inclusivo y significativo.

Al priorizar la experiencia práctica, la exploración activa y el aprendizaje colaborativo, los docentes pueden crear un ambiente de aprendizaje enriquecedor que inspire la curiosidad y el amor por la ciencia en los niños.

### 3.1. Estadios del desarrollo cognitivo en niños de 9 a 12 años y su capacidad para teorizar sobre fenómenos físicos

Según la teoría del desarrollo cognitivo de Jean Piaget [Piaget, 1981], los niños de entre 9 y 12 años se encuentran en la etapa de las operaciones concretas, que abarca aproximadamente desde los 7 hasta los 11 años, y comienzan la transición hacia la etapa de las operaciones formales, que inicia alrededor de los 11 o 12 años.

- **Etapa de las operaciones concretas (7 a 11 años):** En esta fase, los niños desarrollan habilidades de pensamiento lógico aplicadas a situaciones concretas y tangibles. Son capaces de realizar operaciones mentales como la clasificación, la seriación y la conservación, comprendiendo conceptos como la reversibilidad y la causalidad en contextos que pueden manipular o visualizar directamente. Sin embargo, su pensamiento aún está limitado a objetos y eventos reales y no abarca completamente las abstracciones o hipótesis [Meece, 2000].
- **Transición a la etapa de las operaciones formales (a partir de los 11 años):** Alrededor de los 11 o 12 años, los niños comienzan a desarrollar la capacidad de pensar de manera abstracta, lógica e hipotética. Pueden formular teorías, considerar múltiples variables simultáneamente y reflexionar sobre conceptos abstractos sin necesidad de referirse a objetos concretos. Esta transición les permite abordar problemas más complejos y entender principios científicos fundamentales, sentando las bases para un aprendizaje más avanzado en disciplinas como la física [Meece, 2000].

Durante esta transición, los niños experimentan un desarrollo significativo en su capacidad para comprender y teorizar sobre fenómenos físicos. Aunque inicialmente su razonamiento se basa en experiencias concretas, comienzan a desarrollar habilidades para pensar de manera más abstracta y formular hipótesis sobre conceptos que no son directamente observables. Este progreso cognitivo les permite abordar problemas más complejos y entender principios científicos fundamentales, sentando las bases para un aprendizaje más avanzado en disciplinas como la física.



## Capítulo 4

# El experimento tradicional y su posible modificación innovadora

En este capítulo nos adentraremos en una comparación entre el experimento tradicional y el enfoque innovador propuesto. Este análisis busca resaltar las diferencias significativas entre ambos métodos en términos de su eficacia para transmitir los conceptos fundamentales de la física, especialmente aquellos relacionados con la naturaleza del aire.

El experimento tradicional que se utiliza para demostrar que el aire ocupa espacio requiere los siguientes materiales básicos:

1. Papel o algodón
2. Un vaso transparente
3. Un recipiente con agua



Figura 4.1: Materiales del experimento tradicional “Experimentos caseros - Agua y presión del aire” (Recetas Caseras, 2010).

Aunque estos materiales son simples y fáciles de obtener (Figura 4.1), juegan un papel crucial en la demostración del concepto físico de que el aire ocupa espacio.

El procedimiento del experimento es relativamente sencillo: primero, se coloca un trozo de papel o algodón dentro del vaso, lo más profundamente posible y bien comprimido (Figura 4.2a). Luego, el vaso se invierte cuidadosamente y se sumerge de forma recta en el agua (Figura 4.2b).

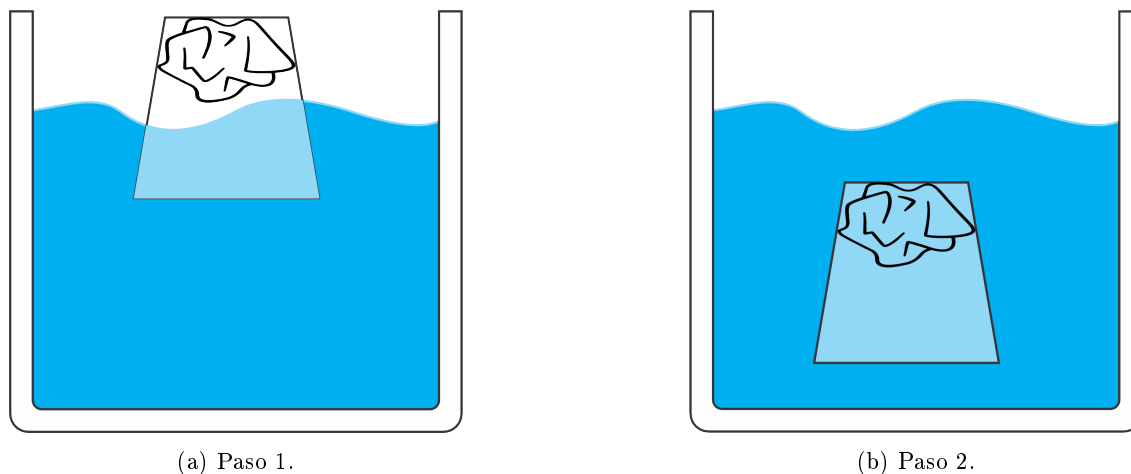


Figura 4.2: Procedimiento del experimento tradicional (a) y (b).

En este punto, se plantea una pregunta a los estudiantes: ¿Creen que el papel o el algodón estará mojado después de sumergir el vaso en el agua? La mayoría de los estudiantes probablemente responderá que sí. Sin embargo, al sacar el vaso del agua y comprobar el estado del papel o algodón, se observa que, en realidad, permanece seco. Esto lleva a la conclusión de que hay algo que impide que el agua entre en el vaso, y el profesor guía la discusión hacia la presencia del aire dentro del vaso como la causa de este fenómeno.

## 4.1. Teoría subyacente

Este experimento se fundamenta en principios esenciales de la física relacionados con el comportamiento de los fluidos y los gases, destacando particularmente la idea de que el aire ocupa espacio. El aire, aunque invisible, está compuesto por moléculas que ejercen una presión uniforme en todas las direcciones, lo que demuestra su presencia física. Según Halliday, Resnick y Walker [Halliday et al., 2014], los gases son sistemas de partículas que no solo ocupan un volumen definido, sino que también interactúan con su entorno a través de fuerzas generadas por sus moléculas en constante movimiento. Esta propiedad es evidente cuando un vaso invertido y sumergido en agua atrapa una masa de aire que evita la entrada del líquido. Este fenómeno ocurre porque el volumen de aire, al ser comprimido por el agua, genera una fuerza que contrarresta la presión ejercida por el líquido, manteniendo el papel seco dentro del vaso.

Al introducir este concepto a los estudiantes, se enfatiza que los gases, aunque no puedan ser vistos, tienen propiedades físicas tangibles que los diferencian de los sólidos y los líquidos. Este hecho es clave para comprender fenómenos cotidianos y avanzados en la física. Por ejemplo, los principios que demuestran que el aire ocupa espacio también se aplican a situaciones como el funcionamiento de neumáticos o globos aerostáticos, donde el aire confinado en un espacio limitado genera un efecto observable. De acuerdo con Young y Freedman [Young and Freedman, 2019], esta comprensión inicial sobre los gases forma parte de las bases fundamentales en la enseñanza de la física, ya que ayuda a los estudiantes a conceptualizar fenómenos más complejos relacionados con la termodinámica y la dinámica de fluidos.

Por último, este experimento destaca un concepto central: los gases, aunque invisibles, ocupan espacio y pueden ejercer una fuerza medible que interactúa con otros materiales. Al observar que el aire atrapado en el vaso impide que el agua alcance el papel, los estudiantes no solo reconocen esta propiedad fundamental del aire, sino que también construyen un puente conceptual hacia aplicaciones más avanzadas. Como menciona Hewitt [Hewitt, 2007], la introducción de fenómenos

accesibles y tangibles en la enseñanza inicial de la física promueve un aprendizaje significativo y prepara a los estudiantes para abordar temas más abstractos en el futuro.

## 4.2. Teoría aplicada a la modificación con la vela

Al incorporar una vela encendida, se introduce un indicador visual fácilmente interpretable. La teoría subyacente es similar a la del experimento tradicional, pero con una aplicación más evidente. Cuando el recipiente con la vela encendida es sumergido en agua (Figura 4.3), el aire atrapado dentro del recipiente continúa ejerciendo presión, impidiendo que el agua ingrese. Este aire actúa como una barrera que protege la llama, demostrando de manera inequívoca que el agua no ha entrado en el recipiente.

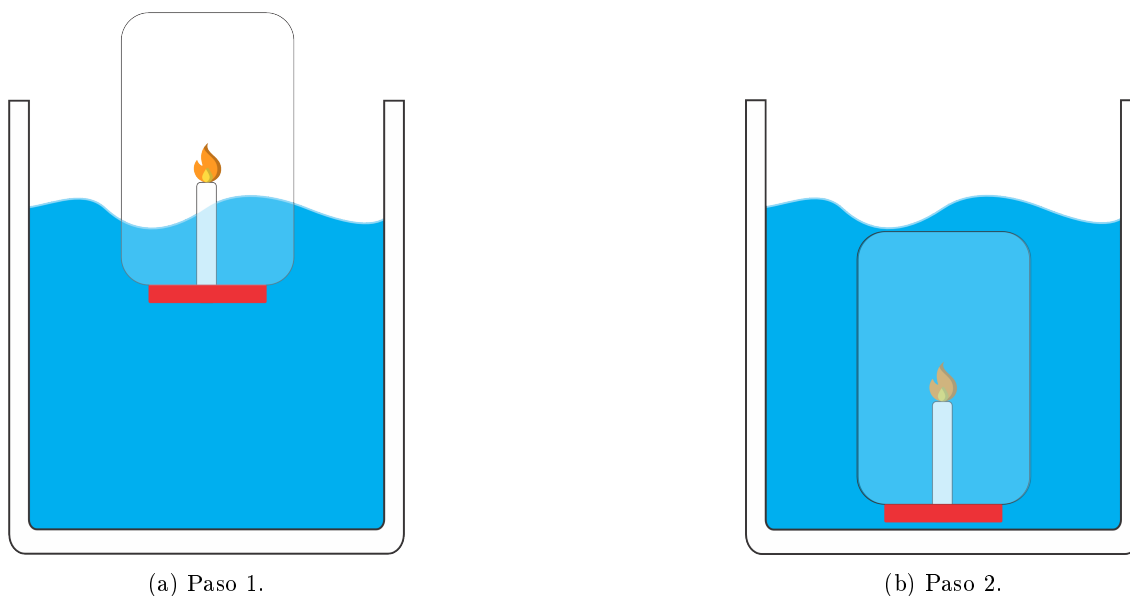


Figura 4.3: Procedimiento de la modificación innovadora (a) y (b).

El hecho de que la llama permanezca encendida es una clara y directa indicación para los estudiantes de que existe algo que está impidiendo la entrada del agua. Según la teoría de los gases, el aire, al ser un fluido, mantiene su volumen dentro del recipiente, ejerciendo una fuerza hacia afuera que contrarresta la presión del agua en el exterior. Si el agua lograra ingresar al recipiente, desplazaría el aire, lo que apagaría la llama instantáneamente debido a la falta de oxígeno. Al observar que esto no ocurre, los estudiantes pueden deducir sin ambigüedades que el aire está ocupando el espacio dentro del recipiente y previniendo la entrada de agua.

Además, el experimento aborda la relación entre la combustión y el volumen de oxígeno disponible en un sistema cerrado. Cuando la vela se encuentra encendida dentro del recipiente, consume el oxígeno a una velocidad constante. Este proceso destaca la interacción entre los gases y los procesos químicos. Aunque la combustión no puede sostenerse indefinidamente, el tamaño del recipiente ha sido cuidadosamente seleccionado para mantener la proporción adecuada entre la cantidad de oxígeno disponible y la duración de la combustión. Esto asegura que la vela se mantenga encendida durante el tiempo necesario para que los estudiantes puedan observar y reflexionar sobre el fenómeno. Según Tipler y Mosca [Tipler and Mosca, 2008], la comprensión de estas interacciones entre los gases y las reacciones químicas refuerza la capacidad de los estudiantes para analizar fenómenos físicos y químicos como sistemas interdependientes.

### 4.3. Beneficios pedagógicos de la modificación

Este enfoque no solo elimina la ambigüedad que caracterizaba al experimento tradicional, sino que también facilita una comprensión más intuitiva del concepto de que el aire ocupa espacio. Al observar la llama que permanece encendida, los estudiantes pueden relacionar esta evidencia visual con su conocimiento cotidiano, como el hecho de que el agua apaga el fuego. Esta conexión directa entre el fenómeno y sus experiencias personales fomenta un aprendizaje significativo, tal como lo describe Ausubel [Ausubel et al., 1976], al permitir que los nuevos conceptos se asimilen de manera no arbitraria con los esquemas cognitivos previos de los estudiantes.

Además, el uso de la vela encendida como indicador instantáneo de éxito o fracaso refuerza la eficacia pedagógica del experimento. Cualquier desviación en la técnica, como una inclinación incorrecta del recipiente, provoca la entrada de agua y la extinción de la llama, proporcionando retroalimentación inmediata tanto al estudiante como al profesor. Este elemento de autocorrección convierte el experimento en una actividad interactiva y robusta desde el punto de vista didáctico, alineándose con las recomendaciones de Flores Camacho y Gallegos [Flores Camacho and Gallegos Cázares, 1999], quienes destacan la importancia de construir conceptos físicos a partir de contextos que los estudiantes puedan identificar y relacionar con sus experiencias previas.

Según Hernández [Hernández H. and Yaya E., 2010], las estrategias didácticas efectivas deben diseñarse para reducir la complejidad cognitiva, permitiendo que los estudiantes comprendan los fenómenos de manera más significativa. En este caso, la actividad no solo se presenta como un experimento práctico, sino también como una herramienta para fomentar habilidades críticas, como la observación, la predicción y la resolución de problemas. Por último, Carretero [Carretero, 2020] enfatiza la relevancia de involucrar a los estudiantes en actividades donde puedan evaluar y ajustar sus propias acciones, haciendo que el aprendizaje sea verdaderamente interactivo y autónomo.

En conclusión, la modificación innovadora que introduce la vela encendida transforma un experimento que anteriormente podía resultar confuso en una demostración clara y efectiva de los principios físicos involucrados. Al visualizar el rol del aire como ocupante de espacio y comprenderlo a través de un fenómeno accesible, los estudiantes no solo aprenden de forma intuitiva, sino que también desarrollan un interés mayor hacia el estudio de la física. Este enfoque, que combina elementos visuales y prácticos, fortalece la conexión entre los estudiantes y los principios científicos, haciendo que el aprendizaje sea significativo y duradero.

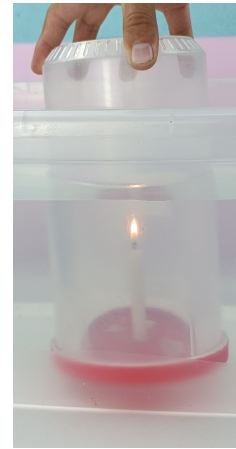
### 4.4. El diseño innovador

En esta variante del experimento, se ha sustituido el uso de papel o algodón como evidencia de la entrada o ausencia de agua, colocando en su lugar una vela encendida sobre una tapa con orificios (Figura 4.4a). Como se discutió en los Capítulos 2 y 3, el experimento tradicional suele generar muchas dudas entre los alumnos, especialmente en cuanto a si el agua realmente ingresa en el vaso o no, debido a la falta de una evidencia visual clara. La introducción de una vela encendida en el experimento hace que el fenómeno sea mucho más comprensible, ya que los estudiantes, basándose en sus conocimientos e intuición, saben que el agua apagaría la vela. Al observar que la vela permanece encendida (Figura 4.4b), queda claro que el agua no ha ingresado en el recipiente, lo que permite explorar cuestiones más relevantes, como la presencia del aire que ocupa el espacio y evita la entrada del agua.

Dado que el enfoque de esta investigación es exploratorio, se priorizó el análisis preliminar de un fenómeno poco estudiado en su contexto educativo, sin la implementación de un experimento de control. Según Hernández Sampieri [Sampieri et al., 2014], los estudios exploratorios se caracterizan por examinar temas poco investigados o novedosos, buscando identificar variables clave y proporcionar una comprensión inicial del problema. En este caso, el objetivo fue observar y registrar las reacciones y la comprensión de los estudiantes durante y después de la realización del experimento modificado.



(a) Configuración de la vela y tapa.



(b) Recipiente sumergido con la vela.

Figura 4.4: Configuración del experimento (a) y (b).

Las observaciones realizadas en este estudio exploratorio se enfocaron en evaluar cómo los estudiantes interactuaban con el experimento, en particular su capacidad para predecir, observar y explicar fenómenos físicos relacionados con el aire ocupando espacio. Este diseño permitió introducir el fenómeno en un formato accesible y centrado en la experiencia de los participantes, sin intervenir directamente en sus procesos de aprendizaje. Al adoptar este enfoque, se logró generar una base descriptiva sólida que podrá ser utilizada en investigaciones futuras para profundizar en la efectividad de esta metodología educativa en la enseñanza de conceptos físicos.



## Capítulo 5

# La Modificación Innovadora

En este capítulo se presentará una descripción detallada del grupo de alumnos que participó en la investigación, proporcionando datos estadísticos relevantes, así como información sobre su contexto sociocultural y ubicación geográfica. Este análisis permitirá comprender mejor las características del grupo y su influencia en la implementación de la modificación innovadora del experimento.

En la siguiente sección se describirán los materiales utilizados durante la investigación, especificando sus dimensiones, forma, características físicas y el material de construcción. Estos detalles son fundamentales para garantizar la replicabilidad del experimento en otros entornos educativos.

Posteriormente, se presentarán los resultados esperados, basados en los fundamentos teóricos y metodológicos discutidos en capítulos anteriores, así como en las características específicas del grupo participante. Esta sección establecerá una línea base para comparar posteriormente los resultados reales obtenidos.

Finalmente, se detallará paso a paso la ejecución del experimento, describiendo con precisión cada etapa del proceso, sin incluir los resultados observados, ya que estos serán analizados en profundidad en el capítulo siguiente.

### 5.1. De los participantes

En esta sección se describirán las características del grupo de alumnos participantes, incluyendo datos demográficos, estadísticos y de contexto sociocultural. Además, se especificará la ubicación geográfica de la institución educativa y los factores relevantes que puedan influir en la dinámica de aprendizaje y en los resultados obtenidos.

La escuela primaria donde se ha realizado la investigación lleva por nombre Escuela Primaria Miguel Hidalgo, ubicada en Aarón Merino Fernández núm. 7, Primera, San Nicolás de los Ranchos, Puebla.

El grupo de estudiantes que se seleccionó para esta investigación estaba compuesto por un total de 29 alumnos, siendo los datos estadísticos más relevantes presentados en la siguiente Tabla 5.1.

<b>Dato</b>	<b>Cantidad/Valor</b>
Número de participantes	29 alumnos
Rango de edades	De 10 a 11 años
Género (niñas)	18 alumnas
Género (niños)	11 alumnos

Tabla 5.1: Datos estadísticos del grupo.

## 5.2. De los materiales

Se detallarán los materiales utilizados en el experimento, describiendo sus dimensiones, formas y cualquier característica física relevante. Asimismo, se justificará la elección de cada material en función de su contribución a la claridad y efectividad del experimento.

1. **Tapa:** Se utilizaron dos tapas idénticas con las siguientes dimensiones: 139 mm de diámetro y 15 mm de ancho. Estas se muestran en el Figura 5.1a y en Apéndice A, Figura A.1. Ambas tapas son de color rojo, lo cual facilita su distinción del fondo. A una de las tapas se le realizaron cuatro orificios en forma de triángulo, como se observa en la Figura 5.1b.
2. **Vela:** Se utilizó una vela de parafina blanca de 75 mm de largo y 20 mm de ancho. Esta se ha seleccionado de este tamaño para lograr un mayor tiempo encendida dentro del recipiente transparente. Una representación detallada se encuentra en el Apéndice A, Figura A.2. También se muestra en la Figura 5.2.
3. **Recipiente transparente:** El recipiente destinado a contener la tapa y la vela tiene dimensiones de 203.3 mm de altura y 103 mm de diámetro, con una forma cilíndrica. Este recipiente, fabricado en plástico transparente, tiene una capacidad aproximada de 2.5 litros. La elección de este recipiente se fundamenta en su altura, que permite evitar que el  $\text{CO}_2$  caliente producido por la vela apague la llama antes de lo esperado. Una representación gráfica del recipiente puede encontrarse en el Apéndice A, Figura A.3, y en la Figura 5.3.
4. **Recipiente secundario:** Para el recipiente donde se introduce el recipiente con la vela, se utilizó un contenedor de forma prismática rectangular con dimensiones de 301.5 mm de ancho, 401.5 mm de largo y 202 mm de alto. Este contenedor, con una capacidad aproximada de 25 litros de agua, proporciona el volumen necesario para realizar el experimento sin restricciones de espacio. La Figura 5.4 y el Apéndice A, Figura A.4, presentan detalles visuales del contenedor.



(a) Tapa sin orificios.



(b) Tapa con orificios

Figura 5.1: Tapas utilizadas (a) y (b).



Figura 5.2: Vela utilizada



Figura 5.3: Bote principal

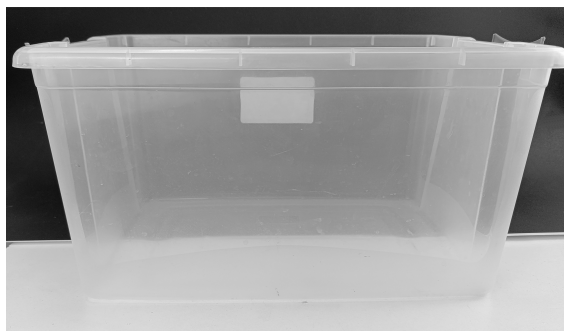


Figura 5.4: Recipiente secundario

## 5.3. Resultados esperados

En esta sección se establecen las expectativas teóricas sobre los resultados del experimento, fundamentadas en los antecedentes discutidos en capítulos previos y en las características específicas del grupo participante. Este análisis proporciona un marco de referencia que permitirá comparar posteriormente las predicciones de los estudiantes con los resultados obtenidos durante la implementación.

### 5.3.1. Primera parte del experimento

En la primera parte del experimento, donde se utiliza la tapa sin orificios (Figura 5.1 (a)), se espera que los estudiantes deduzcan inicialmente que la vela no sufrirá ningún cambio y permanecerá encendida al sumergir el recipiente transparente (Figura 5.3) en el agua. Esta predicción se basa en la percepción de que el recipiente cerrado de manera “hermética” protegerá la vela. No obstante, también se anticipa que algunos estudiantes podrían predecir que la vela se apagará, asociando el recipiente cerrado con el consumo total del oxígeno disponible en su interior.

### 5.3.2. Segunda parte del experimento

En la segunda parte del experimento, que utiliza la tapa con orificios (Figura 5.1 (b)), se espera que la mayoría de los estudiantes realicen una predicción basada en su intuición y experiencias previas, como situaciones en las que han observado que objetos con orificios no flotan y permiten la entrada de agua, por ejemplo, barcos que naufragan. Esta intuición los llevaría a predecir que la vela se apagará debido al ingreso de agua al recipiente a través de los orificios.

Sin embargo, también existe la posibilidad de que algunos estudiantes predigan correctamente que la vela permanecerá encendida, atribuyendo este resultado a la presencia de aire que impide la entrada de agua en el recipiente. Para estos casos, se han identificado dos hipótesis, aunque esta investigación no busca comprobarlas directamente:

- **Hipótesis 1:** Algunos estudiantes ya han presenciado experimentos similares, como los discutidos en capítulos anteriores, lo que les permite conocer la respuesta “experta” de antemano.
- **Hipótesis 2:** La distribución de habilidades cognitivas en un grupo de estudiantes sigue una distribución normal, lo que sugiere que, aunque no todos conozcan la respuesta “experta”, algunos alumnos con habilidades de razonamiento avanzado podrían deducirla con facilidad. Esta hipótesis está respaldada por trabajos como los de [Meece, 2000], quien argumenta que los procesos cognitivos avanzados en estudiantes de educación básica pueden variar ampliamente dentro de un mismo grupo.

### 5.3.3. Clasificación inicial de respuestas

Con base en las predicciones de los estudiantes en la segunda parte del experimento, las respuestas se clasificarán en dos grupos:

- **Grupo A:** Alumnos que predigan que el agua ingresará al recipiente y, como consecuencia, la vela se apagará.
- **Grupo B:** Alumnos que predigan, de manera correcta o aproximada, que la vela permanecerá encendida debido a la presencia del aire dentro del recipiente, que evita la entrada del agua.

### 5.3.4. Explicaciones posteriores al experimento

Después de realizar la demostración, se espera que los estudiantes del **Grupo A** expliquen que su predicción no coincidió con lo observado, ajustando sus conceptos para comprender que el aire

presente en el recipiente bloquea la entrada del agua. Por otro lado, para el **Grupo B**, se anticipa que sus explicaciones corroboren sus predicciones, indicando que la vela se mantiene encendida gracias a la acción del aire como barrera.

En cuanto a la primera parte del experimento, se espera que los alumnos expliquen que la vela se mantuvo encendida debido a que el recipiente estaba cerrado de manera “hermética”, impidiendo el ingreso de agua al espacio donde se encontraba la llama.

## 5.4. Metodología de la ejecución

En esta sección se describe detalladamente el procedimiento seguido durante la realización del experimento, explicando cada paso con claridad para garantizar su replicabilidad. Los resultados obtenidos no serán incluidos aquí, ya que estos serán presentados y analizados en el Capítulo 6.

El diseño de las hojas de trabajo (Apéndice A, Figuras A.5 y A.6) responde a la necesidad de proporcionar una guía clara para que los estudiantes formulen sus predicciones, siguiendo la recomendación de Picquart [2008], quien enfatiza la importancia de guiar las actividades de predicción para fomentar el aprendizaje significativo.

### 5.4.1. Predicciones

Para esta parte del experimento se utilizaron hojas de trabajo diseñadas específicamente, las cuales se encuentran en el Apéndice A, Figura A.5. Estas hojas contienen dos secciones principales: en la primera, los estudiantes deben realizar un dibujo y una descripción escrita de su predicción para el primer caso (Figura 5.5 (a)), mientras que en la segunda sección deben incluir un dibujo y una descripción para el segundo caso (Figura 5.5 (b)).

<p><b>Vela en el agua parte 1</b></p> <p>1. La vela encendida está sobre la tapa <b>sín agujeros</b>. La tapa se cierra con el bote boca abajo. Cuándo se meta el bote dentro del agua ¿la vela seguirá encendida o se apaga?</p> <p style="text-align: center;"><b>Subraya tu respuesta.</b></p> <p style="text-align: center;">(a) Se apagará.                      (b) Seguirá encendida.</p> <p>Dibuja lo que piensas que va a pasar y explica porque piensas eso.</p> <table border="1"><tr><td><b>Dibujo</b></td><td><b>Mi explicación:</b></td></tr><tr><td>     </td><td>     </td></tr></table>	<b>Dibujo</b>	<b>Mi explicación:</b>	     	     	<p>2 La vela encendida está sobre la tapa <b>con agujeros</b>. La tapa se cierra con el bote boca abajo. Cuándo se meta el bote dentro del agua ¿la vela seguirá encendida o se apaga?</p> <p style="text-align: center;"><b>Subraya tu respuesta.</b></p> <p style="text-align: center;">(a) Se apagará.                      (b) Seguirá encendida.</p> <p>Dibuja lo que piensas que va a pasar y explica porque piensas eso.</p> <table border="1"><tr><td><b>Dibujo</b></td><td><b>Mi explicación:</b></td></tr><tr><td>     </td><td>     </td></tr></table>	<b>Dibujo</b>	<b>Mi explicación:</b>	     	     
<b>Dibujo</b>	<b>Mi explicación:</b>								
<b>Dibujo</b>	<b>Mi explicación:</b>								

(a) Primera parte de la hoja de trabajo.

(b) Segunda parte de la hoja de trabajo.

Figura 5.5: Hoja de trabajo para las predicciones: casos (a) y (b).

Las hojas de trabajo fueron entregadas a los alumnos de manera individual, colocándolas boca abajo con la indicación de no revisarlas hasta recibir las instrucciones correspondientes. Una vez que todos los estudiantes tuvieron sus hojas, se realizó una explicación oral siguiendo estos pasos:

Ahora pueden voltear la hoja. Les explicaré cómo utilizarla. En el primer recuadro deben realizar un dibujo del lado izquierdo y escribir una explicación para el primer caso, que es el siguiente:

En esta tapa, que es normal (se muestra la tapa al grupo), colocaré una vela y la encenderé. Luego, cubriré la vela con este recipiente transparente, enroscándolo (se muestra el recipiente pequeño al grupo). Finalmente, introduciré el recipiente en el

agua. ¿Qué creen que pasará con la vela? No respondan en voz alta, solo realicen su dibujo y escriban lo que creen que ocurrirá.

– Tras un tiempo de espera aproximado de 10 minutos, se presenta el segundo caso –

Ahora, utilizando esta tapa con orificios (se muestra la tapa al grupo), colocaré nuevamente una vela y la encenderé. Cubriré la vela de la misma forma con el recipiente transparente y lo introduciré en el agua. ¿Qué creen que pasará con la vela en esta ocasión? Por favor, realicen su dibujo y escriban su predicción.

Una vez que los estudiantes terminaron sus predicciones, se les solicitó que escribieran su nombre en la parte superior de sus hojas, aclarando que esta investigación no evalúa el desempeño individual, sino que busca analizar las respuestas de manera estadística. A continuación, se les pidió que formaran grupos de cinco personas y se organizaran en círculos, de manera que pudieran interactuar visualmente entre ellos (Figura 5.6).



Figura 5.6: Organización de los alumnos en grupos.

Se entregó una hoja de trabajo adicional a cada equipo, donde los estudiantes debían colaborar para realizar un dibujo grupal y escribir su predicción para los dos casos. Los equipos tuvieron aproximadamente 15 minutos para completar esta actividad.

Al finalizar, se solicitó a los equipos que numeraran su hoja de trabajo con un identificador único y que cada alumno indicara en sus hojas individuales a qué equipo pertenecía. Todas las hojas de trabajo, tanto individuales como grupales, fueron recolectadas para su análisis posterior.

Finalmente, los estudiantes se reorganizaron en forma de medio círculo alrededor de la mesa de experimentación (Figura 5.7), permitiendo que todos tuvieran una vista clara del procedimiento experimental.



Figura 5.7: Organización de los alumnos.

### 5.4.2. Explicaciones

Para esta parte del experimento, se utilizaron hojas de trabajo diseñadas específicamente, las cuales se encuentran en el Apéndice A, Figura A.6. Estas hojas contienen dos secciones principales: en la primera, los estudiantes deben realizar un dibujo y una descripción escrita de su explicación para el primer caso (Figura 5.8 (a)); mientras que en la segunda sección deben incluir un dibujo y una descripción para el segundo caso (Figura 5.8 (b)).

#### Vela en el agua parte 2

1. La vela encendida está sobre la tapa **sin agujeros**. La tapa se cierra con el bote boca abajo. Cuando se metió el bote dentro del agua ¿qué le pasó a la vela?

Subraya tu respuesta.

- (a) Se apagó. (b) Siguió encendida.

Dibuja lo que pasó y explica porque piensas que pasó.

<b>Dibujo</b>	<b>Mi explicación:</b>

(a) Primera parte de la hoja de trabajo.

2 La vela encendida está sobre la tapa **con agujeros**. La tapa se cierra con el bote boca abajo. Cuando se metió el bote dentro del agua ¿qué le pasó a la vela?

Subraya tu respuesta.

- (a) Se apagó. (b) Siguió encendida.

Dibuja lo que pasó y explica porque piensas que pasó.

<b>Dibujo</b>	<b>Mi explicación:</b>

(b) Segunda parte de la hoja de trabajo.

Figura 5.8: Hoja de trabajo para las explicaciones: casos (a) y (b).

Una vez que los alumnos se organizaron en un semicírculo alrededor de la mesa de trabajo, se procedió a realizar el experimento siguiendo los pasos detallados a continuación.

#### Primera parte del experimento

1. Se coloca la vela en la tapa sin orificios.
2. Se enciende la vela.
3. Se cubre la vela con el recipiente transparente y se enrosca la tapa.
4. El recipiente se sumerge en el agua durante aproximadamente 10 segundos (Figura 5.9).
5. Finalmente, se retira el recipiente del agua y se abre para verificar el estado de la vela.

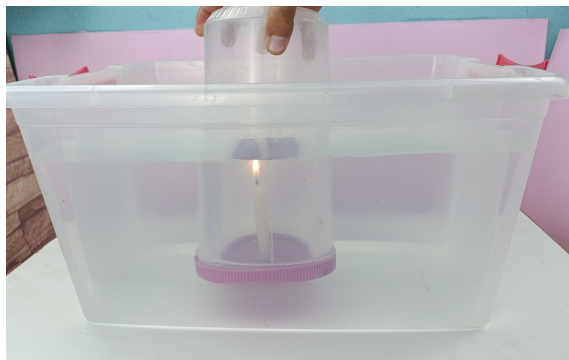


Figura 5.9: Tapa sin orificios dentro del agua.

### Segunda parte del experimento

El procedimiento se repite de manera similar al anterior, pero utilizando la tapa con orificios:

1. Se coloca la vela en la tapa con orificios.
2. Se enciende la vela.
3. Se cubre la vela con el recipiente transparente y se enrosca la tapa.
4. El recipiente se sumerge en el agua durante aproximadamente 10 segundos (Figura 5.10).
5. Finalmente, se retira el recipiente del agua y se abre para verificar el estado de la vela.



Figura 5.10: Tapa con orificios dentro del agua.

Para asegurar que los alumnos observaran claramente el fenómeno, esta parte del experimento se repitió entre dos y tres veces. Posteriormente, se invitó a algunos estudiantes interesados a realizar el experimento utilizando la tapa con orificios (Figura 5.11).

### Hoja de trabajo de explicaciones

Tras realizar el experimento completo, se entregó a los alumnos una hoja de trabajo individual, similar a la utilizada para las predicciones. En esta hoja se les pidió que colocaran su explicación para cada uno de los casos observados, utilizando tanto dibujos como descripciones escritas. Se otorgaron aproximadamente 10 minutos para completar esta actividad.

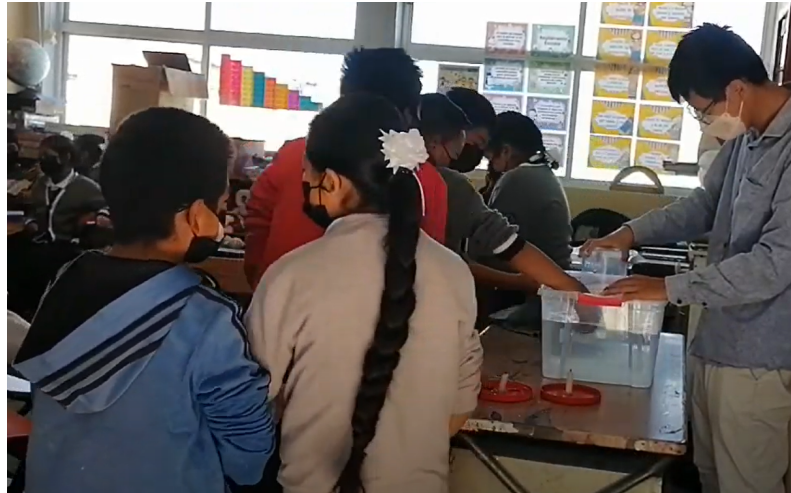


Figura 5.11: Participación de los alumnos.

Luego, los alumnos se reorganizaron en los mismos equipos formados previamente. A cada equipo se le entregó una hoja de trabajo grupal, en la cual debían plasmar una explicación colectiva para ambos casos. Los equipos tuvieron un lapso de 15 minutos para realizar esta actividad.

Finalmente, se pidió a un representante de cada equipo que leyera en voz alta las explicaciones a las que llegaron de manera colaborativa.

### **Enfoque pedagógico**

Es importante destacar que no se proporcionó una ‘explicación experta’ al grupo, ya que el objetivo de esta investigación es evaluar, de manera estadística, el cambio en las predicciones y explicaciones de los estudiantes tras observar el experimento. Este enfoque fomenta la construcción de un aprendizaje basado en los principios de Predicción, Observación y Explicación, promoviendo la reflexión y el razonamiento autónomo por parte de los alumnos.



## Capítulo 6

# Resultados de la implementación

En este capítulo se presentan los resultados obtenidos a partir de la implementación del experimento en un entorno educativo real. El propósito principal es analizar el impacto del experimento en la comprensión y percepción de los estudiantes sobre el concepto de que el aire ocupa espacio. A partir de los datos recopilados durante la actividad, se evalúa la eficacia de la estrategia pedagógica propuesta, considerando tanto las respuestas individuales como las grupales. Este análisis busca determinar en qué medida el enfoque modificado contribuye a una comprensión más clara y significativa en comparación con los métodos tradicionales.

Los resultados se basan en un enfoque exploratorio, consistente con la metodología descrita en el capítulo anterior, en el cual se observó y registró cómo los estudiantes interactuaron con el experimento innovador. Cabe señalar que no se utilizó un grupo de control, ya que el objetivo de esta investigación fue documentar las respuestas generadas por el enfoque modificado y explorar su potencial pedagógico. Los datos recopilados incluyen tanto respuestas individuales, obtenidas mediante hojas de trabajo y observaciones directas, como respuestas grupales, resultado de las discusiones colaborativas realizadas durante la actividad.

Para facilitar la comprensión de los resultados, este capítulo se estructura en tres secciones principales. La primera sección describe el proceso de clasificación de las respuestas de los estudiantes, utilizando criterios específicos que permitieron organizar los datos de manera sistemática. Esta clasificación fue esencial para identificar patrones y tendencias comunes, así como para analizar la consistencia del aprendizaje tanto a nivel individual como grupal. Se detallan las categorías utilizadas y se justifica su elección en función de los objetivos pedagógicos del experimento.

La segunda sección se enfoca en las respuestas individuales, destacando ejemplos representativos que ilustran cómo los estudiantes interpretaron el fenómeno observado. Se analizan sus predicciones, observaciones y explicaciones, permitiendo identificar niveles de comprensión conceptual, posibles áreas de dificultad y conceptos erróneos. Estos hallazgos son útiles para comprender cómo los estudiantes procesan información científica y cómo las experiencias prácticas influyen en su aprendizaje.

La tercera sección aborda las respuestas grupales obtenidas durante las discusiones colaborativas posteriores al experimento. Este enfoque permitió a los estudiantes compartir y confrontar sus ideas, lo que fomentó un aprendizaje más profundo y una construcción colectiva del conocimiento. Las respuestas grupales ofrecen una perspectiva adicional sobre la efectividad del experimento para promover habilidades como el aprendizaje cooperativo y la reflexión crítica, esenciales en la educación científica.

En conjunto, este capítulo no solo documenta los resultados obtenidos, sino que también ofrece un análisis crítico de su impacto en el aprendizaje de los estudiantes. Asimismo, proporciona una base sólida para futuras investigaciones destinadas a optimizar el diseño de experimentos pedagógicos en la enseñanza de la física. A continuación, se desarrollan las tres secciones mencionadas, ofreciendo un análisis detallado de cada uno de los aspectos considerados.

## 6.1. Clasificación de respuestas

En esta sección se presentan las respuestas iniciales registradas por los alumnos en las hojas de trabajo individuales, correspondientes a la intención de sus predicciones para ambas partes del experimento. Estas respuestas no reflejan necesariamente el contenido completo de sus predicciones, sino que ofrecen una primera aproximación a sus expectativas antes de realizar un análisis más profundo. La clasificación aquí presentada servirá como base para organizar las respuestas en categorías más detalladas en las secciones posteriores.

En las hojas de trabajo, los alumnos debían elegir entre dos opciones para cada caso experimental: (a) "la vela se apaga" (b) "la vela no se apaga". En la Tabla 6.1 se presenta la distribución de estas respuestas iniciales, que indican la dirección general de sus predicciones.

Para el caso de la tapa sin orificios (Primer caso), el 86 % de los alumnos indicaron que la vela no se apagaría al sumergir el recipiente en el agua, mientras que el 4 % seleccionaron la opción contraria. Por otro lado, en el caso de la tapa con orificios (Segundo caso), el 62 % de los estudiantes marcaron la opción de que la vela se apagaría, mientras que el 38 % indicaron que permanecería encendida.

Primer caso		
	Respuesta (a)	Respuesta (b)
Alumnos	4	25
Porcentaje	4 %	86 %
Segundo caso		
	Respuesta (a)	Respuesta (b)
Alumnos	18	11
Porcentaje	62 %	38 %

Tabla 6.1: Distribución de respuestas iniciales para ambos casos.

Es fundamental señalar que estas respuestas iniciales solo representan la intención general de los alumnos y no reflejan la totalidad de sus predicciones ni la profundidad de sus razonamientos. Estas respuestas se utilizan como base para clasificar a los estudiantes en los grupos A y B, según los criterios establecidos previamente en el capítulo anterior. Además, se introducirá una nueva subdivisión que permitirá analizar con mayor detalle las características específicas de cada respuesta y la coherencia entre las intenciones iniciales y las explicaciones finales de los alumnos.

A partir del análisis de las hojas de trabajo individuales, se identificaron elementos recurrentes en las respuestas de los estudiantes que permitieron establecer categorías de análisis cualitativo. Estas categorías fueron diseñadas para capturar aspectos clave del razonamiento expresado antes y después del experimento. A continuación, se describen las categorías utilizadas:

- **Cambio de idea:** Esta categoría permite identificar si el estudiante modificó su explicación inicial después de observar el experimento. Se considera un cambio cuando hay evidencia de una contradicción entre la predicción y la explicación posterior, lo cual puede interpretarse como resultado de disonancia cognitiva generada por el fenómeno observado.
- **Confusión:** Esta categoría agrupa respuestas en las que se detectan conceptos erróneos, uso incorrecto de términos científicos o explicaciones imprecisas que dificultan la comprensión del fenómeno. Se incluyen aquí afirmaciones que confunden el aire con el oxígeno, la presión con el vacío, o que utilizan ideas causales inadecuadas para explicar la observación.

Estas categorías se aplicaron de forma sistemática a todas las respuestas individuales para obtener una visión integral de cómo los estudiantes interpretaron el experimento y cómo construyeron sus explicaciones a partir de la experiencia directa.

A partir del análisis de las predicciones escritas por los estudiantes, se identificaron patrones recurrentes que permitieron agrupar sus respuestas en categorías semánticas, según el contenido explícito o implícito de la explicación ofrecida. Estas categorías no solo permiten organizar las predicciones en función de su coherencia conceptual, sino también detectar niveles de comprensión inicial respecto al fenómeno por observarse.

Las categorías definidas son las siguientes:

- **Se apaga por entrada de agua:** Incluye predicciones que establecen una relación causal explícita entre la entrada de agua al recipiente y la extinción de la vela. Estas respuestas suelen hacer referencia a los orificios de la tapa como vía de ingreso del agua. Esta fue la categoría más frecuente, con un total de 14 estudiantes.
- **Predicción ambigua o sin causa:** Reúne aquellas respuestas en las que se afirma que la vela se apagará o no se apagará, pero sin proporcionar una causa clara, o bien, usando justificaciones vagamente asociadas al experimento (por ejemplo: “porque es un experimento”, “yo creo que...”). Esta categoría también fue común, con 10 estudiantes.
- **No se apaga (presencia de aire u oxígeno):** Agrupa las respuestas en las que los estudiantes predijeron que la vela seguiría encendida y asociaron este hecho con la presencia de aire dentro del recipiente o con el oxígeno como elemento necesario para que la llama permanezca activa. Aunque el uso del término “oxígeno” puede reflejar una comprensión parcial o una confusión terminológica, se consideró dentro de esta categoría por su intención de justificar el fenómeno a partir de elementos del entorno que permiten la combustión. Esta categoría fue menos frecuente, con solo 4 casos.

Una vez realizada la observación del experimento, los estudiantes registraron sus explicaciones finales sobre lo ocurrido. Estas respuestas permiten evaluar si hubo cambios conceptuales, ajustes en el razonamiento o persistencia de ideas previas. Para sistematizar su análisis, se agruparon en cuatro categorías según los elementos que los estudiantes destacaron como causa de que la vela se apagara o permaneciera encendida.

- **Presencia de aire u oxígeno:** Esta fue la categoría más representativa, con un total de 12 estudiantes. Incluye explicaciones en las que se señala que la vela no se apagó debido a la presencia de aire o, en algunos casos, oxígeno dentro del recipiente. Aunque no todos los estudiantes emplean un vocabulario científicamente preciso, esta categoría refleja un avance conceptual al vincular la observación con una idea causal coherente.
- **Explicación ambigua o alternativa:** Con 9 casos, esta categoría reúne aquellas respuestas que, si bien intentan ofrecer una explicación, no lo hacen de forma clara ni fundamentada. Algunas utilizan términos vagos o incorrectos, como “concentración del agua”, mientras que otras simplemente expresan una percepción general sin establecer relaciones causales comprensibles.
- **Entrada de agua como causa:** Cinco estudiantes ofrecieron explicaciones centradas en la interacción entre el agua y la vela, señalando que esta no se apagó porque el agua no logró ingresar al recipiente. Aunque esta idea puede estar implícitamente relacionada con la presencia de aire, se clasificó de forma independiente por no hacer mención explícita del mismo.
- **Cierre del recipiente como causa:** Solo dos estudiantes mencionaron que el recipiente estaba cerrado o sellado como causa de la permanencia de la llama. Estas respuestas, aunque observacionalmente válidas, no explican el mecanismo que impide la entrada de agua ni la función del aire en el proceso.

Esta clasificación evidencia una evolución en la comprensión del fenómeno por parte de varios estudiantes, quienes pasaron de una interpretación centrada en el comportamiento del agua a una explicación más orientada hacia la función del aire como agente que impide su ingreso. No obstante, también se observa que una proporción significativa de respuestas mantiene estructuras ambiguas o utiliza conceptos confusos, lo que sugiere la necesidad de continuar fortaleciendo el trabajo con lenguaje científico y causalidad en el aula.

Antes de presentar los resultados del análisis de las respuestas recolectadas, es importante señalar que se estructuró un archivo digital en formato JSON que organiza sistemáticamente las predicciones, explicaciones, confusiones, cambios de idea y representaciones gráficas, tanto individuales como grupales, véase Apéndice G Sección G.1. Este archivo fue utilizado como entrada en un conjunto de scripts desarrollados en Python, los cuales permitieron filtrar, agrupar y contabilizar los datos de manera precisa, véase Apéndice G Sección G.2. La sistematización computacional reforzó la coherencia del análisis y facilitó la generación de las tablas y gráficas que se presentan a continuación.

## 6.2. Análisis cualitativo de resultados

Como se definió en la sección anterior, las predicciones escritas por los estudiantes antes de observar el experimento fueron clasificadas en tres categorías, atendiendo al contenido explicativo que ofrecían. A continuación, se presentan ejemplos representativos de cada una de estas categorías, seguidos de un resumen cuantitativo que permite visualizar la distribución general de respuestas.

### 6.2.1. Predicciones

#### ■ Se apaga por entrada de agua

- *"Se apaga porque el agua entra por los agujeros."* Apéndice B, Figura B.3
- *"Se apagará porque tiene hoyos y entra el agua."* Apéndice B, Figura B.2

#### ■ Predicción ambigua o sin causa

- *"Seguirá encendida por el oxígeno."* Apéndice D, Figura D.3
- *"Seguirá encendida pero se filtrará poquita agua."* Apéndice D, Figura D.4

#### ■ No se apaga (presencia de aire u oxígeno)

- *"No se apagará porque se mantiene el aire dentro."* Apéndice C, Figura C.5
- *"Se mantiene encendida porque queda aire dentro e interrumpe el agua."* Apéndice D, Figura D.12

La distribución de estas respuestas se representa en la Figura 6.1, donde se observa un predominio de predicciones que recurren a la entrada del agua como causa del apagado, y una baja frecuencia de explicaciones que incorporan el papel del aire u oxígeno.

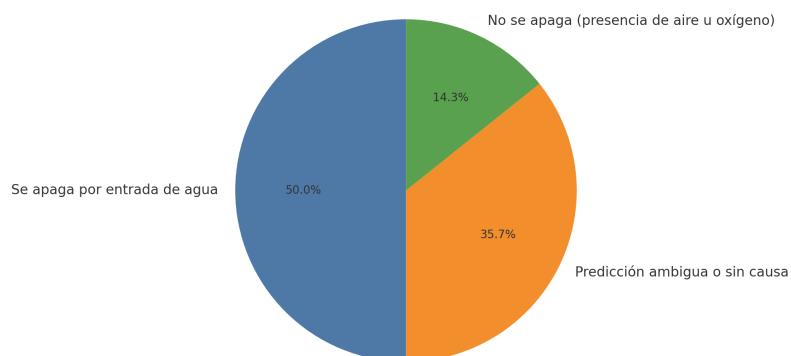


Figura 6.1: Distribución de predicciones por categoría.

Distribución de predicciones	
Categoría	Cantidad de estudiantes
Se apaga por entrada de agua	14
Predicción ambigua o sin causa	10
No se apaga (presencia de aire/oxígeno)	4

Tabla 6.2: Clasificación de predicciones escritas antes de la observación.

Estos resultados iniciales permiten establecer un punto de partida sobre el cual evaluar posteriormente la evolución conceptual de los estudiantes.

### 6.2.2. Explicaciones

Tras la observación del experimento, los estudiantes registraron sus explicaciones finales sobre lo ocurrido. Estas respuestas fueron clasificadas de acuerdo con el contenido causal que propusieron para justificar el fenómeno, siguiendo las categorías definidas previamente. A continuación, se presentan ejemplos representativos de cada grupo, seguidos por una síntesis cuantitativa de su distribución.

#### ■ Presencia de aire u oxígeno

- *"El tóper tenía aire lo que no dejaba entrar el agua."* Apéndice B, Figura B.12
- *"Aunque entra agua siguió prendida porque el aire no dejó que se apagara."* Apéndice C, Figura C.9

#### ■ Explicación ambigua o alternativa

- *"Fue un experimento sorprendente."* Apéndice B, Figura C.13
- *"Tiene que arder algo."* Apéndice C, Figura C.10

#### ■ Entrada de agua como causa

- *"Siguió encendida por la concentración del agua."* Apéndice B, Figura B.10
- *"La vela no se apaga y no entra agua por la concentración del agua."* Apéndice B, Figura B.9

#### ■ Cierre del recipiente como causa

- "No se apagará porque tiene oxígeno y esto tapa los hoyos." Apéndice C, Figura C.11
- "Se apagaría porque la tapa tiene orificios." Apéndice F, Figura F.9

La distribución de estas categorías se representa en la Figura 6.2, que muestra el predominio de respuestas relacionadas con la función del aire, aunque también persisten explicaciones imprecisas o con base en observaciones estructurales del recipiente.

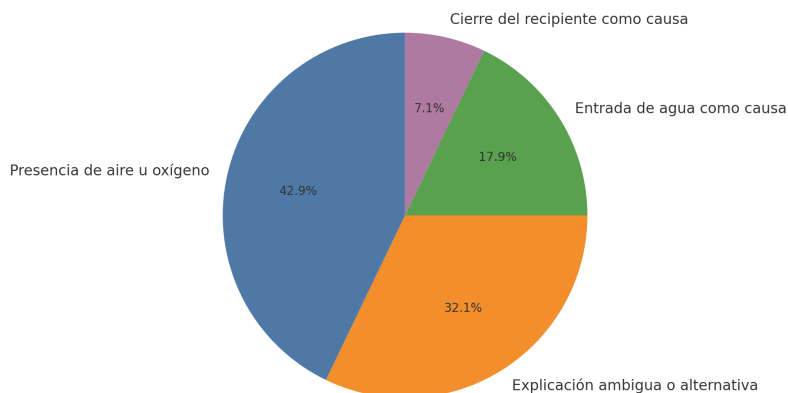


Figura 6.2: Distribución de explicaciones por categoría.

Distribución de explicaciones posteriores	
Categoría	Cantidad de estudiantes
Presencia de aire u oxígeno	12
Explicación ambigua o alternativa	9
Entrada de agua como causa	5
Cierre del recipiente como causa	2

Tabla 6.3: Clasificación de explicaciones después de la observación del fenómeno.

Estos resultados muestran que, si bien una parte significativa del grupo fue capaz de incorporar elementos clave del fenómeno en sus explicaciones, persisten formas de razonamiento que no permiten una comprensión completa del proceso físico observado. En particular, las explicaciones ambiguas o centradas en el comportamiento del agua o la estructura del recipiente sugieren la necesidad de seguir reforzando los vínculos entre observación, lenguaje y causalidad en el aula de ciencias.

### 6.2.3. Cambios de idea

Una de las categorías más relevantes para evaluar el impacto del experimento en el pensamiento de los estudiantes fue la del cambio de idea. Esta categoría permite identificar si, después de observar el fenómeno, los estudiantes modificaron su explicación inicial. Se considera que hay un cambio cuando existe una contradicción explícita o un desplazamiento conceptual entre la predicción y la explicación posterior. Este tipo de modificación suele estar asociado con procesos de disonancia cognitiva, los cuales pueden dar lugar a un aprendizaje significativo cuando se acompañan de reflexión y reinterpretación.

De acuerdo con los datos obtenidos, 13 estudiantes (casi la mitad del total) modificaron su idea inicial tras la experiencia empírica, mientras que 9 estudiantes mantuvieron su postura original. En 5 casos, no fue posible determinar con certeza si hubo un cambio, debido a la ambigüedad o

falta de información en las respuestas. Estos resultados, que se pueden observar en la Tabla 6.4, indican que el diseño del experimento promovió la reconsideración de ideas previas en una parte importante del grupo, aunque también evidencian la necesidad de fortalecer el proceso reflexivo posterior a la observación.

Distribución del cambio de idea	
Respuesta	Cantidad de estudiantes
Sí	13
No	9
No se puede determinar	5

Tabla 6.4: Frecuencia de cambio de idea entre predicción y explicación posterior.

#### 6.2.4. Distribución de confusiones por categoría de explicación

Para profundizar en el análisis conceptual, se examinó el tipo de confusión más frecuente en cada categoría de explicación posterior. Las confusiones fueron clasificadas a partir de los textos registrados por los estudiantes, y se consideraron errores conceptuales, asociaciones inadecuadas y ambigüedades en el uso del lenguaje científico. A continuación, se presenta un resumen cualitativo por categoría:

En la categoría **Presencia de aire u oxígeno**, que agrupa las explicaciones más próximas al modelo científico, se encontraron confusiones sutiles pero significativas. Algunos estudiantes, aunque identifican al aire como causa de que la vela permanezca encendida, no logran establecer claramente el mecanismo físico que impide el ingreso del agua. Otros confunden el aire con oxígeno o asocian erróneamente su papel con elementos visuales como burbujas, sin clarificar su función causal. Estas confusiones, si bien menos evidentes que en otras categorías, indican que persisten vacíos en la comprensión del fenómeno.

En la categoría **Explicación ambigua o alternativa**, las confusiones fueron diversas y frecuentes. Se registraron casos donde los estudiantes confundieron la flotación con la acción del aire, usaron términos sin relación causal, o expresaron ideas que carecen de sustento observable, como “arde por arder”. Este grupo también incluyó respuestas donde no se logra establecer una predicción o donde se mezclan términos sin cohesión conceptual, lo cual evidencia una comprensión superficial o fragmentada del fenómeno.

Para la categoría **Entrada de agua como causa**, muchas de las confusiones se centraron en el uso inadecuado del lenguaje técnico. Varios estudiantes emplearon el término “concentración del agua” sin justificación física clara, o no lograron conectar la entrada de agua con la presencia o ausencia de aire. También se observaron casos donde se expresó directamente la confusión mediante frases como “no entendí”, lo que sugiere una percepción general del fenómeno sin internalización de los principios que lo explican.

Finalmente, en la categoría **Cierre del recipiente como causa**, se detectaron confusiones asociadas a la equivalencia errónea entre “aire” y “oxígeno”, así como la dificultad para conectar visualmente el estado del recipiente con la permanencia de la llama. Aunque esta categoría fue menos frecuente, sus confusiones reflejan una simplificación excesiva del fenómeno, en la que el sellado del recipiente se interpreta como causa directa sin considerar el rol del aire.

Este análisis revela que las confusiones no solo persisten, sino que también adoptan formas distintas según el tipo de explicación que el estudiante intenta construir. Identificar estos patrones permite afinar futuras intervenciones pedagógicas, orientadas a clarificar conceptos fundamentales y promover un lenguaje causal más riguroso.

## 6.3. Análisis de respuestas grupales

### 6.3.1. Equipo 1

En el caso del Equipo 1, se analizaron tanto la predicción grupal como la explicación posterior en relación con las respuestas individuales de sus cinco integrantes. Este análisis busca identificar el grado de coincidencia entre el producto colectivo y las ideas individuales, así como posibles dinámicas de negociación conceptual.

#### Predicción grupal frente a predicciones individuales

Predicción grupal e individuales – Equipo 1	
Predicción grupal	"La vela se mantiene encendida" (Clasificada como: Predicción ambigua o sin causa)
Distribución de predicciones individuales	4 estudiantes: Se apaga por entrada de agua 1 estudiante: Predicción ambigua o sin causa

Tabla 6.5: Relación entre predicción grupal e individuales del Equipo 1.

La predicción consensuada por el equipo fue: "La vela se mantiene encendida", clasificada como predicción ambigua o sin causa por su falta de justificación explícita. Sin embargo, cuatro de los cinco estudiantes habían planteado de manera individual que la vela se apagaría debido a la entrada de agua al recipiente, lo que fue clasificado como se apaga por entrada de agua. Solo una estudiante coincidió con la categoría de la respuesta grupal.

Esta discrepancia sugiere que la predicción grupal no representa la opinión mayoritaria, lo que puede interpretarse como un indicio de falta de articulación entre los miembros del grupo o de una toma de decisiones poco fundamentada. La respuesta ambigua podría deberse a una generalización sin argumentación clara, o bien a la influencia de una voz dominante que no integró las explicaciones causales de la mayoría.

#### Explicación grupal frente a explicaciones individuales

Explicación grupal e individuales – Equipo 1	
Explicación grupal	"El aire impide que el agua se meta y apague la vela." (Clasificada como: Presencia de aire u oxígeno)
Distribución de explicaciones individuales	3 estudiantes: Entrada de agua como causa 2 estudiantes: Presencia de aire u oxígeno

Tabla 6.6: Relación entre explicación grupal e individuales del Equipo 1.

La explicación grupal registrada fue: "El aire impide que el agua se meta y apague la vela", clasificada como presencia de aire u oxígeno. A diferencia de la predicción, esta explicación colectiva muestra una aproximación más coherente al modelo científico y se alinea con las ideas de dos de los integrantes del grupo, que también ofrecieron explicaciones centradas en el papel del aire. No obstante, la mayoría de los estudiantes (tres de cinco) mantuvieron explicaciones centradas en la entrada de agua como causa del fenómeno.

Este contraste sugiere que, durante la discusión grupal, hubo una reorganización del discurso hacia una explicación más fundamentada, lo cual podría interpretarse como resultado de un proceso de negociación conceptual exitoso, en el que las ideas más próximas al modelo científico lograron integrarse al consenso del grupo.

En conjunto, el análisis del Equipo 1 muestra que si bien la predicción grupal fue ambigua y no representó el pensamiento dominante del grupo, la explicación posterior sí reflejó un mayor grado de elaboración conceptual, posiblemente derivado de la discusión colaborativa.

### 6.3.2. Equipo 2

Se presenta a continuación el análisis de la respuesta grupal y su comparación con las respuestas individuales de los seis integrantes del Equipo 2. Esta revisión busca identificar patrones de consenso, divergencias argumentativas y posibles procesos de negociación conceptual dentro del grupo.

#### Predicción grupal frente a predicciones individuales

Predicción grupal e individuales – Equipo 2	
<b>Predicción grupal</b>	<i>"No se apagará porque se mantiene el aire dentro."</i> (Clasificada como: No se apaga – presencia de aire u oxígeno)
<b>Distribución de predicciones individuales</b>	3 estudiantes: Predicción ambigua o sin causa 2 estudiantes: No se apaga (presencia de aire u oxígeno) 1 estudiante: Se apaga por entrada de agua

Tabla 6.7: Relación entre predicción grupal e individuales del Equipo 2.

La predicción grupal del equipo fue: “No se apagará porque se mantiene el aire dentro”, clasificada como no se apaga por presencia de aire u oxígeno. Esta afirmación está alineada con la predicción individual de dos estudiantes, mientras que otros tres formularon respuestas igualmente ambiguas y uno adicional sostuvo que la vela se apagaría por ingreso de agua.

Aunque no se alcanzó un consenso pleno, se observa que la predicción grupal refleja una tendencia más estructurada hacia la explicación causal, lo que puede interpretarse como resultado de una selección positiva durante la discusión. La elección del modelo relacionado con el aire indica una preferencia por ideas más próximas al modelo científico, aunque no necesariamente compartidas por todos los miembros del equipo.

#### Explicación grupal frente a explicaciones individuales

Explicación grupal e individuales – Equipo 2	
<b>Explicación grupal</b>	<i>."Aún con los orificios no se mete el agua porque el aire está sellado."</i> (Clasificada como: Explicación ambigua o alternativa)
<b>Distribución de explicaciones individuales</b>	3 estudiantes: Presencia de aire u oxígeno 2 estudiantes: Explicación ambigua o alternativa 1 estudiante: Cierre del recipiente como causa

Tabla 6.8: Relación entre explicación grupal e individuales del Equipo 2.

En cuanto a la explicación posterior, el grupo registró: “Aún con los orificios no se mete el agua porque el aire está sellado”, clasificada como explicación ambigua o alternativa. Esta redacción no presenta una conexión causal clara y mezcla elementos estructurales con la función del aire, sin distinguir adecuadamente su papel físico.

A nivel individual, tres estudiantes ofrecieron explicaciones basadas en la presencia del aire, dos realizaron descripciones ambiguas, y uno mencionó directamente el cierre del recipiente como causa. En este caso, la respuesta grupal no representa directamente a la mayoría, pero recoge elementos parciales de varias respuestas individuales. La ambigüedad presente puede reflejar un intento de síntesis sin terminología precisa, o una negociación argumentativa limitada por el lenguaje disponible.

En conjunto, el análisis del Equipo 2 muestra que, aunque la predicción grupal refleja una aproximación conceptual más cercana al modelo científico, la explicación grupal posterior evidencia

dificultades para integrar esa idea de forma clara y fundamentada. Esto sugiere la importancia de fortalecer el trabajo cooperativo para desarrollar explicaciones más consistentes y articuladas.

### 6.3.3. Equipo 3

El Equipo 3 estuvo conformado por seis estudiantes. A continuación se presenta el análisis comparativo entre la predicción y la explicación grupal frente a las respuestas individuales, con el fin de explorar el grado de coherencia conceptual interna del equipo y su evolución a partir de la experiencia experimental.

#### Predicción grupal frente a predicciones individuales

<b>Predicción grupal e individuales – Equipo 3</b>	
<b>Predicción grupal</b>	<i>"Seguirá encendida por el oxígeno"</i> (Clasificada como: Predicción ambigua o sin causa)
<b>Distribución de predicciones individuales</b>	3 estudiantes: Se apaga por entrada de agua 2 estudiantes: Predicción ambigua o sin causa 1 estudiante: No se apaga (presencia de aire u oxígeno)

Tabla 6.9: Relación entre predicción grupal e individuales del Equipo 3.

La predicción grupal del equipo fue: “Seguirá encendida por el oxígeno”, clasificada como predicción ambigua o sin causa. Aunque la frase parece intentar una explicación causal, el uso impreciso del término “oxígeno” y la falta de conexión con el fenómeno físico la sitúan fuera de una interpretación técnica clara.

A nivel individual, tres estudiantes anticiparon que la vela se apagaría debido a la entrada de agua, mientras que dos ofrecieron predicciones igualmente ambiguas, y uno vinculó la permanencia de la llama a la presencia de aire. Esto refleja una alta dispersión conceptual, en la que la respuesta grupal terminó alineándose con una postura intermedia pero poco precisa. La elección final puede haber sido un intento de compromiso, aunque sin una justificación sólida compartida.

#### Explicación grupal frente a explicaciones individuales

<b>Explicación grupal e individuales – Equipo 3</b>	
<b>Explicación grupal</b>	<i>"Por el oxígeno provocado por las burbujas no se apagó."</i> (Clasificada como: Presencia de aire u oxígeno)
<b>Distribución de explicaciones individuales</b>	4 estudiantes: Presencia de aire u oxígeno 2 estudiantes: Explicación ambigua o alternativa

Tabla 6.10: Relación entre explicación grupal e individuales del Equipo 3.

En la fase de explicación, el equipo presentó: “Por el oxígeno provocado por las burbujas no se apagó”, clasificada como presencia de aire u oxígeno. Esta afirmación, aunque formulada con errores conceptuales, refleja una intención clara de relacionar la permanencia de la llama con la presencia de aire, aunque con una interpretación visual imprecisa (burbujas = oxígeno).

La mayoría de los estudiantes (cuatro de seis) ofrecieron explicaciones dentro de esta misma categoría, mientras que dos emplearon razonamientos ambiguos o incorrectos. En este caso, la respuesta grupal representa bien la opinión dominante, aunque persisten indicios de confusión conceptual respecto a la distinción entre aire, oxígeno y su función en el proceso de combustión.

Este caso refleja un proceso de convergencia hacia una explicación más estructurada, donde, a pesar de las limitaciones en el lenguaje, el grupo logró organizar un discurso más cercano al modelo

científico que en la predicción inicial.

### 6.3.4. Equipo 4

El análisis del Equipo 4, conformado por seis estudiantes, muestra una evolución interesante entre la predicción y la explicación grupal, con grados variables de coincidencia con las ideas individuales. A continuación se presentan los hallazgos.

#### Predicción grupal frente a predicciones individuales

<b>Predicción grupal e individuales – Equipo 4</b>	
<b>Predicción grupal</b>	<i>"Se apagará porque tiene hoyos y entrará agua"</i> (Clasificada como: Se apaga por entrada de agua)
<b>Distribución de predicciones individuales</b>	4 estudiantes: Se apaga por entrada de agua 1 estudiante: Predicción ambigua o sin causa 1 estudiante: No se apaga (presencia de aire u oxígeno)

Tabla 6.11: Relación entre predicción grupal e individuales del Equipo 4.

La predicción grupal de este equipo fue: “Se apagará porque tiene hoyos y entrará agua”, clasificada como se apaga por entrada de agua. Esta respuesta representa claramente la tendencia dominante del grupo, ya que cuatro estudiantes ofrecieron la misma interpretación. La presencia de dos respuestas disidentes no impidió que el equipo lograra un consenso basado en una relación causal clara entre la estructura del recipiente y el comportamiento de la llama.

Esta situación sugiere una dinámica de trabajo colaborativa efectiva, en la que se priorizó la opinión mayoritaria y se mantuvo una estructura explicativa coherente con las observaciones iniciales del grupo.

#### Explicación grupal frente a explicaciones individuales

<b>Explicación grupal e individuales – Equipo 4</b>	
<b>Explicación grupal</b>	<i>"No se apaga porque tiene aire"</i> (Clasificada como: Presencia de aire u oxígeno)
<b>Distribución de explicaciones individuales</b>	3 estudiantes: Presencia de aire u oxígeno 2 estudiantes: Explicación ambigua o alternativa 1 estudiante: Entrada de agua como causa

Tabla 6.12: Relación entre explicación grupal e individuales del Equipo 4.

La explicación colectiva registrada fue: “No se apaga porque tiene aire”, clasificada como presencia de aire u oxígeno. Esta afirmación refleja un cambio significativo respecto a la predicción grupal inicial, y se alinea con las respuestas de tres integrantes que también identificaron el aire como elemento relevante para explicar el fenómeno.

Sin embargo, el grupo no logró un consenso absoluto, ya que otros tres estudiantes ofrecieron explicaciones alternativas o ambiguas. Aun así, la elección de esta explicación sugiere un proceso de reorientación conceptual posterior a la observación del experimento, posiblemente influido por los datos empíricos y la discusión colaborativa.

Este caso evidencia cómo la interacción entre pares puede facilitar el tránsito hacia explicaciones más estructuradas, incluso si inicialmente el grupo partía de una interpretación más intuitiva o superficial.

### 6.3.5. Equipo 5

El Equipo 5 presentó un caso particular dentro del conjunto de participantes. A diferencia de los demás equipos, su respuesta grupal no consistió en una formulación colectiva consensuada, sino en un listado de las predicciones y explicaciones ofrecidas por cada uno de sus cinco integrantes, sin sintetizar ni establecer una postura común. Aun así, se realizó una clasificación general a partir del contenido dominante de esas respuestas.

#### Predicción grupal frente a predicciones individuales

<b>Predicción grupal e individuales – Equipo 5</b>	
<b>Predicción grupal</b>	<i>Cada miembro del equipo da una predicción, las cuales se anotan sin modificarlas" (Clasificada como: Predicción ambigua o sin causa)</i>
<b>Distribución de predicciones individuales</b>	3 estudiantes: Predicción ambigua o sin causa 2 estudiantes: Se apaga por entrada de agua

Tabla 6.13: Relación entre predicción grupal e individuales del Equipo 5.

La predicción registrada por el equipo fue un listado de opiniones individuales, sin argumentación integradora. A partir del análisis del contenido de ese listado, la respuesta fue clasificada como predicción ambigua o sin causa, ya que no se estableció ninguna línea común de interpretación ni un esfuerzo colectivo por definir una postura explicativa.

Esta modalidad indica una falta de construcción colaborativa del conocimiento, donde la participación grupal se limita a la agregación de aportes individuales, sin diálogo ni negociación conceptual.

#### Explicación grupal frente a explicaciones individuales

<b>Explicación grupal e individuales – Equipo 5</b>	
<b>Explicación grupal</b>	<i>Cada miembro del equipo da una explicación, todas se anotan sin modificarlas" (Clasificada como: Explicación ambigua o alternativa)</i>
<b>Distribución de explicaciones individuales</b>	3 estudiantes: Explicación ambigua o alternativa 1 estudiante: Cierre del recipiente como causa 1 estudiante: Entrada de agua como causa

Tabla 6.14: Relación entre explicación grupal e individuales del Equipo 5.

La explicación grupal también consistió en un listado de respuestas sin síntesis. Esta modalidad fue clasificada como explicación ambigua o alternativa, en tanto que refleja una falta de articulación común y un uso variado, pero impreciso, de conceptos causales. Las explicaciones individuales muestran una diversidad de interpretaciones, ninguna de las cuales logró consolidarse como eje del discurso grupal.

Este caso evidencia un modelo de trabajo grupal caracterizado por la paralelización de ideas más que por la integración, lo que sugiere una oportunidad didáctica para fortalecer habilidades de argumentación compartida, deliberación y construcción colaborativa del conocimiento científico.

El análisis de las respuestas grupales evidencia distintos grados de articulación conceptual y cooperación entre los estudiantes al momento de construir predicciones y explicaciones colectivas. En algunos casos, como los Equipos 1 y 4, se observó una clara evolución entre la predicción y la explicación, lo que sugiere que la discusión posterior al experimento favoreció la reorganización de las ideas hacia modelos más cercanos al marco científico. En estos grupos, la interacción entre pares desempeñó un papel relevante para clarificar conceptos y ajustar interpretaciones individuales mediante el diálogo.

En contraste, otros equipos, como el 3 y el 5, presentaron respuestas grupales que no lograron integrar de forma efectiva los aportes individuales. En el caso del Equipo 5, las respuestas grupales se limitaron a registrar listados sin síntesis, lo que revela dificultades para consolidar una postura común o ejercer procesos argumentativos colectivos. Esto señala la necesidad de fortalecer habilidades metacognitivas y comunicativas dentro del trabajo colaborativo, con el fin de que la construcción grupal trascienda la mera agregación de opiniones y se convierta en una herramienta significativa para el aprendizaje.

En conjunto, esta sección pone de manifiesto que el trabajo grupal no garantiza por sí solo la construcción de conocimiento compartido, pero sí ofrece una oportunidad valiosa cuando se acompaña de mediaciones adecuadas. La diversidad de trayectorias observadas en los equipos permite identificar buenas prácticas y también áreas de mejora en la implementación de actividades experimentales en el aula, donde el aprendizaje colectivo puede ser tan importante como la comprensión individual.



## Capítulo 7

# Conclusiones y Recomendaciones

A lo largo de esta investigación se ha analizado la efectividad de un experimento innovador para demostrar que el aire ocupa espacio, en comparación con las limitaciones pedagógicas observadas en el experimento tradicional. A través de un enfoque exploratorio, se observó que la modificación con la vela encendida ofreció una demostración más clara y fácilmente interpretable para los estudiantes. Este enfoque permitió eliminar la ambigüedad que caracteriza al experimento tradicional, donde la interpretación de si el papel o algodón estaba seco o mojado generaba confusión. Los resultados obtenidos sugieren que los estudiantes comprendieron mejor el concepto de que el aire ocupa espacio gracias a la evidencia visual de la llama, que se mantuvo encendida al impedir la entrada de agua.

Además del impacto visual, los datos analizados en el Capítulo 6 permiten sostener que el experimento no solo generó respuestas más coherentes a nivel individual, sino también promovió momentos de negociación conceptual en las respuestas grupales. En los equipos que lograron construir explicaciones más cercanas al modelo científico, se observó una clara evolución desde predicciones ambiguas hacia explicaciones causales fundamentadas. Esto refuerza la importancia de implementar estrategias que fomenten el trabajo colaborativo y el intercambio de ideas entre estudiantes.

A pesar de las ventajas observadas en la implementación del experimento innovador, es necesario reconocer ciertas limitaciones del estudio. Al tratarse de un análisis exploratorio, no se contó con un grupo de control para contrastar los resultados con el experimento tradicional, lo que habría permitido realizar una comparación cuantitativa más sólida. Sin embargo, el análisis crítico del experimento tradicional, basado en su implementación histórica en aulas, permitió identificar sus limitaciones y justificar la modificación propuesta.

Otra limitación fue la variabilidad en las reacciones de los estudiantes, la cual puede depender de factores externos, como el contexto educativo, el nivel previo de comprensión de los conceptos físicos o la intervención del docente. Aunque los resultados generales mostraron una mejora en la comprensión del concepto de que el aire ocupa espacio, su efectividad podría variar dependiendo del entorno en el que se implemente. Por ello, futuras investigaciones en diferentes contextos educativos serían útiles para confirmar la aplicabilidad general del enfoque propuesto.

Desde una perspectiva pedagógica, la modificación del experimento con la vela demostró ser una herramienta valiosa para facilitar la enseñanza de conceptos abstractos. El impacto visual de la llama que permanece encendida proporcionó una evidencia tangible para los estudiantes, reduciendo significativamente la ambigüedad presente en el experimento tradicional con papel o algodón. Este tipo de enfoques prácticos e intuitivos refuerza la importancia de introducir innovaciones que simplifiquen la comprensión de fenómenos físicos y fomenten la participación activa de los estudiantes en el proceso de aprendizaje.

Adicionalmente, el análisis cualitativo evidenció la presencia de confusiones recurrentes entre los estudiantes, como la equiparación entre aire y oxígeno, o la interpretación errónea de términos como “presión” o “concentración”. Estas observaciones permiten afinar futuras intervenciones didácticas,

orientándolas a fortalecer el uso del lenguaje científico y la construcción de explicaciones causales más precisas.

Una observación adicional que debe considerarse para futuras implementaciones es el error presente en la hoja de trabajo utilizada durante el experimento, donde se escribió “porqué” en lugar de “por qué”. Aunque este detalle no afectó el desarrollo del experimento ni la comprensión de los estudiantes, representa una mejora importante para optimizar los materiales en futuras investigaciones.

Además de los beneficios observados en términos de claridad conceptual, se recomienda que la implementación de este experimento innovador se acompañe de una guía docente bien estructurada. Los profesores podrían facilitar aún más la comprensión de los estudiantes si se les proporciona un marco pedagógico que incluya preguntas clave para guiar la observación, predicción y explicación del fenómeno.

También se sugiere integrar este tipo de experimentos dentro de un enfoque de aprendizaje activo, en el que los estudiantes participen de manera colaborativa y reflexiva. Promover discusiones antes y después del experimento permitiría a los alumnos compartir sus predicciones, reflexionar sobre sus observaciones y consolidar su aprendizaje.

Finalmente, para maximizar el impacto de este enfoque innovador, sería conveniente integrarlo dentro de una secuencia de actividades más amplia que permita a los estudiantes explorar otros conceptos relacionados con el comportamiento del aire y los fluidos. Experimentos adicionales, como aquellos que aborden la presión atmosférica o el desplazamiento de líquidos, podrían complementar la comprensión obtenida a través de esta actividad, brindando una perspectiva más integral de los fenómenos físicos.

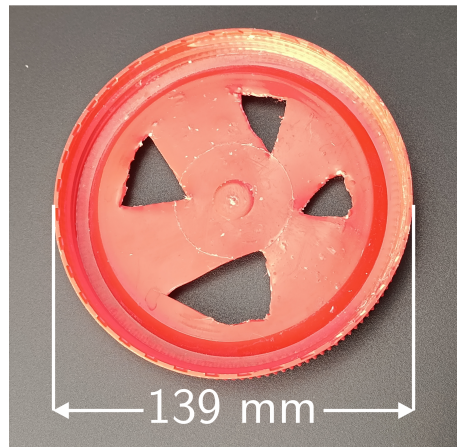
Futuras investigaciones podrían implementar no solo un grupo de control para validar los hallazgos presentados en este trabajo, sino también explorar la posibilidad de adaptar este enfoque a otros conceptos físicos que resultan difíciles de enseñar en niveles educativos básicos. Este esfuerzo contribuiría a mejorar la enseñanza de la física mediante la experimentación, haciendo que los fenómenos abstractos sean más accesibles y comprensibles para los estudiantes.

## Apéndice A

## Apéndice A

En este apéndice se encuentran imágenes que describen los detalles de los materiales usados y las hojas de trabajo utilizadas para recopilar la información.

### A.1. Materiales



(a) Tapa parte interna y dimensión.



(b) Tapa parte lateral y dimensión.

Figura A.1: Especificaciones de las tapas.

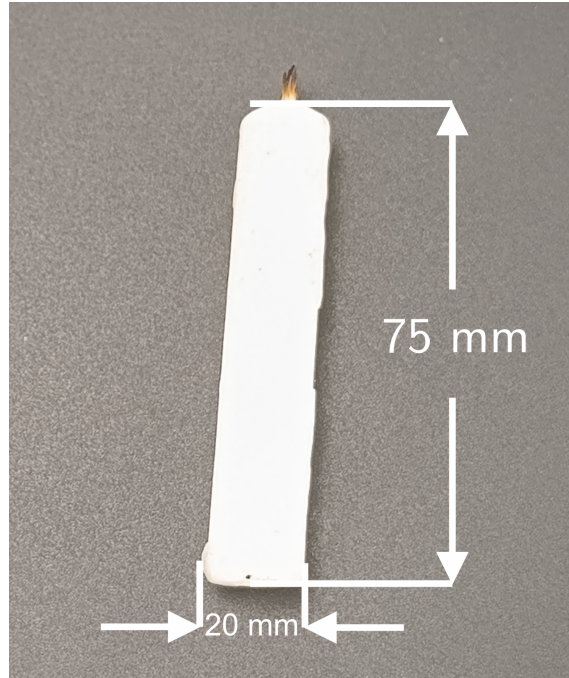
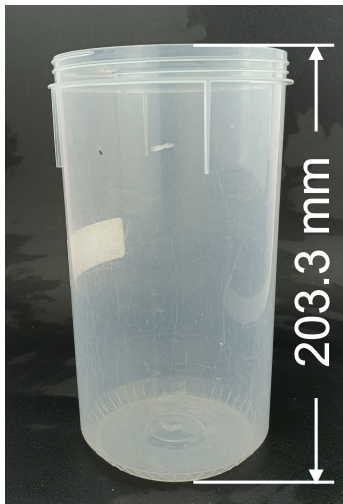
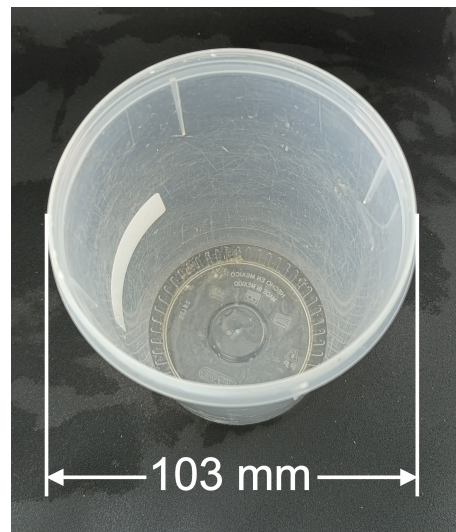


Figura A.2: Vela parte lateral y dimensiones.

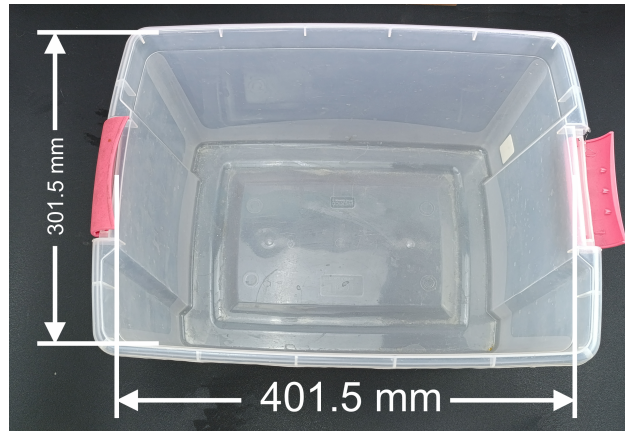


(a) Recipiente transparente vista lateral.

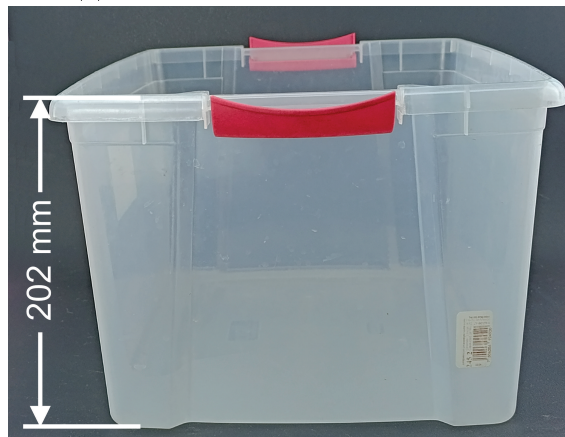


(b) Recipiente transparente vista superior.

Figura A.3: Especificaciones del recipiente transparente principal.



(a) Recipiente secundario vista superior.



(b) Recipiente secundario vista lateral.

Figura A.4: Especificaciones del recipiente transparente secundario.

## A.2. Hojas de trabajo

### Vela en el agua parte 1

1. La vela encendida está sobre la tapa **sin agujeros**. La tapa se cierra con el bote boca abajo. Cuándo se meta el bote dentro del agua ¿la vela seguirá encendida o se apaga?

**Subraya tu respuesta.**

- (a) Se apagará.                      (b) Seguirá encendida.

Dibuja lo que piensas que va a pasar y explica porque piensas eso.

<b>Dibujo</b>	<b>Mi explicación:</b>

2 La vela encendida está sobre la tapa **con agujeros**. La tapa se cierra con el bote boca abajo. Cuándo se meta el bote dentro del agua ¿la vela seguirá encendida o se apaga?

**Subraya tu respuesta.**

- (a) Se apagará.                      (b) Seguirá encendida.

Dibuja lo que piensas que va a pasar y explica porque piensas eso.

<b>Dibujo</b>	<b>Mi explicación:</b>

Figura A.5: Hoja de trabajo para las predicciones.

**Vela en el agua parte 2**

1. La vela encendida está sobre la tapa **sin agujeros**. La tapa se cierra con el bote boca abajo. Cuándo se metió el bote dentro del agua ¿qué le pasó a la vela?

**Subraya tu respuesta.**

(a) Se apagó.

(b) Siguió encendida.

Dibuja lo que pasó y explica porque piensas que pasó.

<b>Dibujo</b>	<b>Mi explicación:</b>

2 La vela encendida está sobre la tapa **con agujeros**. La tapa se cierra con el bote boca abajo. Cuándo se metió el bote dentro del agua ¿qué le pasó a la vela?

**Subraya tu respuesta.**

(a) Se apagó.

(b) Siguió encendida.

Dibuja lo que pasó y explica porque piensas que pasó.

<b>Dibujo</b>	<b>Mi explicación:</b>

Figura A.6: Hoja de trabajo para las explicaciones.



# Apéndice B

# Apéndice B

En este apéndice se encuentran las hojas de trabajo para el equipo 1, en ellas se encuentran sus dibujos y respuestas escritas.

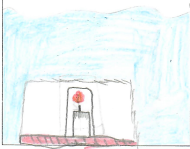
## B.1. Predicciones

equipo: 1

**Vela en el agua parte 1**  
1. La vela encendida está sobre la tapa sin agujeros. La tapa se cierra con el bote boca abajo. Cuando se meta el bote dentro del agua ¿la vela seguirá encendida o se apaga?

Subraya tu respuesta.  
(a) Se apagará. (b) Seguirá encendida.

Dibuja lo que piensas que va a pasar y explica porque piensas eso.

<b>Dibujo</b> 	<b>Mi explicación:</b> meten el bote con la vela dentro del agua y seguirá encendida
--	---

2. La vela encendida está sobre la tapa con agujeros. La tapa se cierra con el bote boca abajo. Cuando se meta el bote dentro del agua ¿la vela seguirá encendida o se apaga?

Subraya tu respuesta.  
(a) Se apagará. (b) Seguirá encendida.

Dibuja lo que piensas que va a pasar y explica porque piensas eso.


<b>Dibujo</b> 	<b>Mi explicación:</b> Seguirá encendida la vela dentro del agua
--	---


Figura B.1: Hoja de predicción del equipo 1.

Ili

**Vela en el agua parte 1**  
1. La vela encendida está sobre la tapa sin agujeros. La tapa se cierra con el bote boca abajo. Cuando se meta el bote dentro del agua ¿la vela seguirá encendida o se apaga?

Subraya tu respuesta.  
(a) Se apagará. (b) Seguirá encendida.

Dibuja lo que piensas que va a pasar y explica porque piensas eso.

<b>Dibujo</b> 	<b>Mi explicación:</b> Seguirá encendida la vela y no se apagará por que la vela está insertada y no se apagara
---	--

2. La vela encendida está sobre la tapa con agujeros. La tapa se cierra con el bote boca abajo. Cuando se meta el bote dentro del agua ¿la vela seguirá encendida o se apaga?

Subraya tu respuesta.  
(a) Se apagará. (b) Seguirá encendida.

Dibuja lo que piensas que va a pasar y explica porque piensas eso.


<b>Dibujo</b> 	<b>Mi explicación:</b> Se apagará por que tiene ocos y entrara el agua y apagará la vela
---	---

Figura B.2: Predicción de la estudiante Ili.


Apéndice B  
B.1 Predicciones

Gabriel: equipo 1

Vela en el agua parte 1  
1. La vela encendida está sobre la tapa sin agujeros. La tapa se cierra con el bote boca abajo. Cuando se meta el bote dentro del agua ¿la vela seguirá encendida o se apagará?

Subraya tu respuesta.  
(a) Se apagará. (b) Seguirá encendida.

Dibuja lo que piensas que va a pasar y explica porque piensas eso.

<b>Dibujo</b> 	<b>Mi explicación:</b> Seguirá encendida porque el bote sellado no da lugar a pedir que el agua pase y apague la vela.
--	---

2 La vela encendida está sobre la tapa con agujeros. La tapa se cierra con el bote boca abajo. Cuando se meta el bote dentro del agua ¿la vela seguirá encendida o se apaga?

Subraya tu respuesta.  
(a) Se apagará. (b) Seguirá encendida.

Dibuja lo que piensas que va a pasar y explica porque piensas eso.


<b>Dibujo</b> 	<b>Mi explicación:</b> Se apagará por que el agua pasará por los agujeros.
--	---

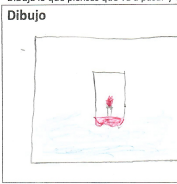
Figura B.3: Predicción del estudiante Gabriel.

Jeni: 1 equipo

Vela en el agua parte 1  
1. La vela encendida está sobre la tapa sin agujeros. La tapa se cierra con el bote boca abajo. Cuando se meta el bote dentro del agua ¿la vela seguirá encendida o se apagará?

Subraya tu respuesta.  
(a) Se apagará. (b) Seguirá encendida.

Dibuja lo que piensas que va a pasar y explica porque piensas eso.

<b>Dibujo</b> 	<b>Mi explicación:</b> manten el bote con la tapa del agua y seguirá encendida.
---	--

2 La vela encendida está sobre la tapa con agujeros. La tapa se cierra con el bote boca abajo. Cuando se meta el bote dentro del agua ¿la vela seguirá encendida o se apagará?

Subraya tu respuesta.  
(a) Se apagará. (b) Seguirá encendida.

Dibuja lo que piensas que va a pasar y explica porque piensas eso.


<b>Dibujo</b> 	<b>Mi explicación:</b> manten el bote con la vela encendida y también seguirá.
---	---

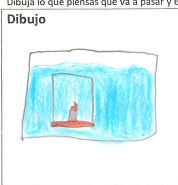
Figura B.5: Predicción de la estudiante Jeni.

Itzia equipo 1

Vela en el agua parte 1  
1. La vela encendida está sobre la tapa sin agujeros. La tapa se cierra con el bote boca abajo. Cuando se meta el bote dentro del agua ¿la vela seguirá encendida o se apaga?

Subraya tu respuesta.  
(a) Se apagará. (b) Seguirá encendida.

Dibuja lo que piensas que va a pasar y explica porque piensas eso.

<b>Dibujo</b> 	<b>Mi explicación:</b> es que seguirá encendida la vela.
--	---

2 La vela encendida está sobre la tapa con agujeros. La tapa se cierra con el bote boca abajo. Cuando se meta el bote dentro del agua ¿la vela seguirá encendida o se apaga?

Subraya tu respuesta.  
(a) Se apagará. (b) Seguirá encendida.

Dibuja lo que piensas que va a pasar y explica porque piensas eso.


<b>Dibujo</b> 	<b>Mi explicación:</b> la vela seguirá encendida.
--	--


Figura B.4: Predicción de la estudiante Itzia.

Liliana equipo 1

Vela en el agua parte 1  
1. La vela encendida está sobre la tapa sin agujeros. La tapa se cierra con el bote boca abajo. Cuando se meta el bote dentro del agua ¿la vela seguirá encendida o se apagará?

Subraya tu respuesta.  
(a) Se apagará. (b) Seguirá encendida.

Dibuja lo que piensas que va a pasar y explica porque piensas eso.

<b>Dibujo</b> 	<b>Mi explicación:</b> Seguirá prendida porque el tascos está flotando que el agua entre a apagar la vela.
---	---

2 La vela encendida está sobre la tapa con agujeros. La tapa se cierra con el bote boca abajo. Cuando se meta el bote dentro del agua ¿la vela seguirá encendida o se apagará?

Subraya tu respuesta.  
(a) Se apagará. (b) Seguirá encendida.

Dibuja lo que piensas que va a pasar y explica porque piensas eso.


<b>Dibujo</b> 	<b>Mi explicación:</b> se apagará porque la tapa tiene allos en forma de triángulos y se puede meter el agua.
---	--


Figura B.6: Predicción de la estudiante Liliana.

Vela en el agua parte 1 *Medio equipo 1*

1. La vela encendida está sobre la tapa sin agujeros. La tapa se cierra con el bote boca abajo. Cuando se meta el bote dentro del agua ¿la vela seguirá encendida o se apaga?

Subraya tu respuesta.  
(a) Se apagará. (b) Seguirá encendida.

Dibuja lo que piensas que va a pasar y explica porque piensas eso.

<p><b>Dibujo</b></p> 	<p><b>Mi explicación:</b></p> <p>yo pienso que se va a quedar prendida porque esta apoyada</p>
--	--

2 La vela encendida está sobre la tapa con agujeros. La tapa se cierra con el bote boca abajo. Cuando se meta el bote dentro del agua ¿la vela seguirá encendida o se apaga?

Subraya tu respuesta.  
(a) Se apagará. (b) Seguirá encendida.

Dibuja lo que piensas que va a pasar y explica porque piensas eso.


<p><b>Dibujo</b></p> 	<p><b>Mi explicación:</b></p> <p>Se va a pagar porque tiene hoyitos</p>
--	---

Figura B.7: Predicción de la estudiante Nadia.


## B.2. Explicaciones

Vela en el agua parte 2

1. La vela encendida está sobre la tapa sin agujeros. La tapa se cierra con el bote boca abajo. Cuando se metió el bote dentro del agua ¿qué le pasó a la vela?

Subraya tu respuesta.  
(a) Se apagó. (b) Seguio encendida.

Dibuja lo que pasó y explica porque piensas que pasó.

<p><b>Dibujo</b></p> 	<p><b>Mi explicación:</b></p> <p>no se apaga por que la tapa esta muy bien sellada</p>
--	--

2 La vela encendida está sobre la tapa con agujeros. La tapa se cierra con el bote boca abajo. Cuando se metió el bote dentro del agua ¿qué le pasó a la vela?

Subraya tu respuesta.  
(a) Se apagó. (b) Seguio encendida.

Dibuja lo que pasó y explica porque piensas que pasó.


<p><b>Dibujo</b></p> 	<p><b>Mi explicación:</b></p> <p>el aire impide que el agua se meta y apague la vela</p>
--	--


Figura B.8: Hoja de explicación del equipo 1.

Ii: equipo 1

**Vela en el agua parte 2**  
1. La vela encendida está sobre la tapa sin agujeros. La tapa se cierra con el bote boca abajo. Cuando se metió el bote dentro del agua ¿qué le pasó a la vela?

Subraya tu respuesta.  
(a) Se apagó. (b) Siguió encendida.

Dibuja lo que pasó y explica porque piensas que pasó.

<p><b>Dibujo</b></p> 	<p><b>Mi explicación:</b> no se apaga por que la tapa esta muy bien sellada y no entra el agua</p>
--	--

2 La vela encendida está sobre la tapa con agujeros. La tapa se cierra con el bote boca abajo. Cuando se metió el bote dentro del agua ¿qué le pasó a la vela?

Subraya tu respuesta.  
(a) Se apagó. (b) Siguió encendida.

Dibuja lo que pasó y explica porque piensas que pasó.


<p><b>Dibujo</b></p> 	<p><b>Mi explicación:</b> la vela no se apaga ni entro el agua por los agujeros por la concentración del agua</p>
--	---

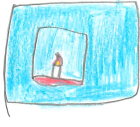
Figura B.9: Explicación de la estudiante Ii.

Itzia Equipo 1

**Vela en el agua parte 2**  
1. La vela encendida está sobre la tapa sin agujeros. La tapa se cierra con el bote boca abajo. Cuando se metió el bote dentro del agua ¿qué le pasó a la vela?

Subraya tu respuesta.  
(a) Se apagó. (b) Siguió encendida.

Dibuja lo que pasó y explica porque piensas que pasó.

<p><b>Dibujo</b></p> 	<p><b>Mi explicación:</b> no se apaga por que estaba tapada con la tapa sin agujeros</p>
--	--

2 La vela encendida está sobre la tapa con agujeros. La tapa se cierra con el bote boca abajo. Cuando se metió el bote dentro del agua ¿qué le pasó a la vela?

Subraya tu respuesta.  
(a) Se apagó. (b) Siguió encendida.

Dibuja lo que pasó y explica porque piensas que pasó.


<p><b>Dibujo</b></p> 	<p><b>Mi explicación:</b> no se apaga por la concentración del agua</p>
--	---

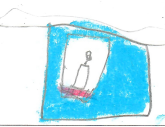
Figura B.11: Explicación de la estudiante Itzia.

Gabriela: 1

**Vela en el agua parte 2**  
1. La vela encendida está sobre la tapa sin agujeros. La tapa se cierra con el bote boca abajo. Cuando se metió el bote dentro del agua ¿qué le pasó a la vela?

Subraya tu respuesta.  
(a) Se apagó. (b) Siguió encendida.

Dibuja lo que pasó y explica porque piensas que pasó.

<p><b>Dibujo</b></p> 	<p><b>Mi explicación:</b> porque el bote estaba cerrado</p>
--	---

2 La vela encendida está sobre la tapa con agujeros. La tapa se cierra con el bote boca abajo. Cuando se metió el bote dentro del agua ¿qué le pasó a la vela?

Subraya tu respuesta.  
(a) Se apagó. (b) Siguió encendida.

Dibuja lo que pasó y explica porque piensas que pasó.


<p><b>Dibujo</b></p> 	<p><b>Mi explicación:</b> por la concentración del agua</p>
--	---


Figura B.10: Explicación del estudiante Gabriel.

Jeni equipo 1

**Vela en el agua parte 2**  
1. La vela encendida está sobre la tapa sin agujeros. La tapa se cierra con el bote boca abajo. Cuando se metió el bote dentro del agua ¿qué le pasó a la vela?

Subraya tu respuesta.  
(a) Se apagó. (b) Siguió encendida.

Dibuja lo que pasó y explica porque piensas que pasó.

<p><b>Dibujo</b></p> 	<p><b>Mi explicación:</b> porque estaba cerrado el tapon y no tenia agujeros así la protege la vela</p>
--	---

2 La vela encendida está sobre la tapa con agujeros. La tapa se cierra con el bote boca abajo. Cuando se metió el bote dentro del agua ¿qué le pasó a la vela?

Subraya tu respuesta.  
(a) Se apagó. (b) Siguió encendida.

Dibuja lo que pasó y explica porque piensas que pasó.

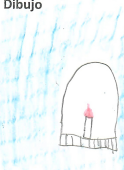
<p><b>Dibujo</b></p> 	<p><b>Mi explicación:</b> como el tapon tenia aire no le dejaba meter el agua</p>
--	---

Figura B.12: Explicación de la estudiante Jeni.

Liliana equipo 1

**Vela en el agua parte 2**

1. La vela encendida está sobre la tapa sin agujeros. La tapa se cierra con el bote boca abajo. Cuando se metió el bote dentro del agua ¿qué le pasó a la vela?

Subraya tu respuesta.  
(a) Se apagó. (b) Siguió encendida.

Dibuja lo que pasó y explica porque piensas que pasó.

<p><b>Dibujo</b></p>	<p><b>Mi explicación:</b> porque estaba cerrado el taper y no tenía agujeros así que lo proteje la vela</p>
----------------------	---

2 La vela encendida está sobre la tapa con agujeros. La tapa se cierra con el bote boca abajo. Cuando se metió el bote dentro del agua ¿qué le pasó a la vela?

Subraya tu respuesta.  
(a) Se apagó. (b) Siguió encendida.

Dibuja lo que pasó y explica porque piensas que pasó.

<p><b>Dibujo</b></p>	<p><b>Mi explicación:</b> como el taper tenía aire no lo dejaba meter el agua</p>
----------------------	---

**Vela en el agua parte 2** Nadia

1. La vela encendida está sobre la tapa sin agujeros. La tapa se cierra con el bote boca abajo. Cuando se metió el bote dentro del agua ¿qué le pasó a la vela?

Subraya tu respuesta.  
(a) Se apagó. (b) Siguió encendida.

Dibuja lo que pasó y explica porque piensas que pasó.

<p><b>Dibujo</b></p>	<p><b>Mi explicación:</b> Se queda prendida porque estaba (cerrada)</p>
----------------------	---

2 La vela encendida está sobre la tapa con agujeros. La tapa se cierra con el bote boca abajo. Cuando se metió el bote dentro del agua ¿qué le pasó a la vela?

Subraya tu respuesta.  
(a) Se apagó. (b) Siguió encendida.

Dibuja lo que pasó y explica porque piensas que pasó.

<p><b>Dibujo</b></p>	<p><b>Mi explicación:</b> no se apagó porque se quedó prendida al mejor por la conexión con el agua</p>
----------------------	---

Figura B.13: Explicación de la estudiante Liliana. Figura B.14: Explicación de la estudiante Nadia.



# Apéndice C

# Apéndice C

En este apéndice se encuentran las hojas de trabajo para el equipo 2, en ellas se encuentran sus dibujos y respuestas escritas.


## C.1. Predicciones

equipo 2

**Vela en el agua parte 1**  
1. La vela encendida está sobre la tapa sin agujeros. La tapa se cierra con el bote boca abajo. Cuando se meta el bote dentro del agua ¿la vela seguirá encendida o se apaga?

Subraya tu respuesta.  
(a) Se apagará. (b) Seguirá encendida.

Dibuja lo que piensas que va a pasar y explica porque piensas eso.

<b>Dibujo</b> 	<b>Mi explicación:</b> seguirá encendida por que esta tapado con la tapa
--	---

2 La vela encendida está sobre la tapa con agujeros. La tapa se cierra con el bote boca abajo. Cuando se meta el bote dentro del agua ¿la vela seguirá encendida o se apaga?

Subraya tu respuesta.  
(a) Se apagará. (b) Seguirá encendida.

Dibuja lo que piensas que va a pasar y explica porque piensas eso.


<b>Dibujo</b> 	<b>Mi explicación:</b> no se apagará por que se mantiene el aire adentro
--	---


Figura C.1: Hoja de predicción del equipo 2.

Abisai Anacleo Gutiérrez equipo 2

**Vela en el agua parte 1**  
1. La vela encendida está sobre la tapa sin agujeros. La tapa se cierra con el bote boca abajo. Cuando se meta el bote dentro del agua ¿la vela seguirá encendida o se apaga?

Subraya tu respuesta.  
(a) Se apagará. (b) Seguirá encendida.

Dibuja lo que piensas que va a pasar y explica porque piensas eso.

<b>Dibujo</b> 	<b>Mi explicación:</b> cuando meten la vela al agua seguirá prendida porque ha a estar tapado por el bote
---	--

2 La vela encendida está sobre la tapa con agujeros. La tapa se cierra con el bote boca abajo. Cuando se meta el bote dentro del agua ¿la vela seguirá encendida o se apaga?

Subraya tu respuesta.  
(a) Se apagará. (b) Seguirá encendida.

Dibuja lo que piensas que va a pasar y explica porque piensas eso.

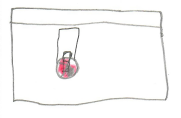
<b>Dibujo</b> 	<b>Mi explicación:</b> se apagara porque la agua la entrara por los ojos que tiene
---	---

Figura C.2: Predicción del estudiante Abisai.

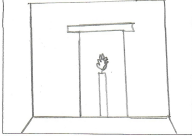
Apéndice C  
C.1 Predicciones

Alfonso equipo 2

**Vela en el agua parte 1**  
1. La vela encendida está sobre la tapa sin agujeros. La tapa se cierra con el bote boca abajo. Cuando se meta el bote dentro del agua ¿la vela seguirá encendida o se apaga?

Subraya tu respuesta.  
(a) Se apagará. (b) Seguirá encendida.

Dibuja lo que piensas que va a pasar y explica porque piensas eso.

<b>Dibujo</b> 	<b>Mi explicación:</b> yo creo que <u>de esta tapa la vela</u>
--	--

2 La vela encendida está sobre la tapa con agujeros. La tapa se cierra con el bote boca abajo. Cuando se meta el bote dentro del agua ¿la vela seguirá encendida o se apaga?

Subraya tu respuesta.  
(a) Se apagará. (b) Seguirá encendida.

Dibuja lo que piensas que va a pasar y explica porque piensas eso.

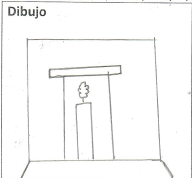
<b>Dibujo</b> 	<b>Mi explicación:</b> yo creo que <u>no piensa que la vela se meta totalmente</u>
--	--


Figura C.3: Predicción del estudiante Alfonso.

Edwin equipo 2

**Vela en el agua parte 1**  
1. La vela encendida está sobre la tapa sin agujeros. La tapa se cierra con el bote boca abajo. Cuando se meta el bote dentro del agua ¿la vela seguirá encendida o se apaga?

Subraya tu respuesta.  
(a) Se apagará. (b) Seguirá encendida.

Dibuja lo que piensas que va a pasar y explica porque piensas eso.

<b>Dibujo</b> 	<b>Mi explicación:</b> <u>seguirá encendida por que tiene el bote esta tapado</u>
---	---

2 La vela encendida está sobre la tapa con agujeros. La tapa se cierra con el bote boca abajo. Cuando se meta el bote dentro del agua ¿la vela seguirá encendida o se apaga?

Subraya tu respuesta.  
(a) Se apagará. (b) Seguirá encendida.

Dibuja lo que piensas que va a pasar y explica porque piensas eso.

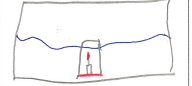
<b>Dibujo</b> 	<b>Mi explicación:</b> <u>no se apagará por que se mantiene el aire adentro</u>
---	---

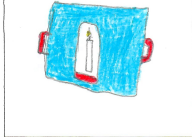
Figura C.5: Predicción del estudiante Edwin.

Daniela equipo 2

**Vela en el agua parte 1**  
1. La vela encendida está sobre la tapa sin agujeros. La tapa se cierra con el bote boca abajo. Cuando se meta el bote dentro del agua ¿la vela seguirá encendida o se apaga?

Subraya tu respuesta.  
(a) Se apagará. (b) Seguirá encendida.

Dibuja lo que piensas que va a pasar y explica porque piensas eso.

<b>Dibujo</b> 	<b>Mi explicación:</b> yo creo que el experimento que van a hacer <u>NO funcionara</u>
--	--

2 La vela encendida está sobre la tapa con agujeros. La tapa se cierra con el bote boca abajo. Cuando se meta el bote dentro del agua ¿la vela seguirá encendida o se apaga?

Subraya tu respuesta.  
(a) Se apagará. (b) Seguirá encendida.

Dibuja lo que piensas que va a pasar y explica porque piensas eso.

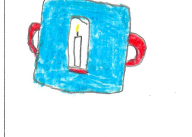
<b>Dibujo</b> 	<b>Mi explicación:</b> yo creo que la vela <u>seguirá prendida</u>
--	--


Figura C.4: Predicción de la estudiante Daniela.

Miriam equipo 2

**Vela en el agua parte 1**  
1. La vela encendida está sobre la tapa sin agujeros. La tapa se cierra con el bote boca abajo. Cuando se meta el bote dentro del agua ¿la vela seguirá encendida o se apaga?

Subraya tu respuesta.  
(a) Se apagará. (b) Seguirá encendida.

Dibuja lo que piensas que va a pasar y explica porque piensas eso.

<b>Dibujo</b> 	<b>Mi explicación:</b> <u>No se que pase pero</u>
---	---

2 La vela encendida está sobre la tapa con agujeros. La tapa se cierra con el bote boca abajo. Cuando se meta el bote dentro del agua ¿la vela seguirá encendida o se apaga?

Subraya tu respuesta.  
(a) Se apagará. (b) Seguirá encendida.

Dibuja lo que piensas que va a pasar y explica porque piensas eso.


<b>Dibujo</b> 	<b>Mi explicación:</b> <u>No se a apagar</u>
---	--


Figura C.6: Predicción de la estudiante Miriam.

Tenoch tlan equipo 2

**Vela en el agua parte 1**  
1. La vela encendida está sobre la tapa sin agujeros. La tapa se cierra con el bote boca abajo. Cuando se meta el bote dentro del agua ¿la vela seguirá encendida o se apagará?

Subraya tu respuesta.  
(a) Se apagará. (b) Seguirá encendida.

Dibuja lo que piensas que va a pasar y explica porque piensas eso.


**Dibujo**  


**Mi explicación:** meten la vela en el agua y se pondrá

**2** La vela encendida está sobre la tapa con agujeros. La tapa se cierra con el bote boca abajo. Cuando se meta el bote dentro del agua ¿la vela seguirá encendida o se apaga?

Subraya tu respuesta.  
(a) Se apagará. (b) Seguirá encendida.

Dibuja lo que piensas que va a pasar y explica porque piensas eso.

**Dibujo**  


**Mi explicación:** meteran un repislan en un vela en agua

Figura C.7: Predicción de la estudiante Tenoch.

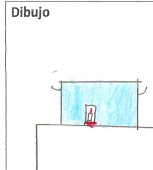
## C.2. Explicaciones

equipo: 2

**Vela en el agua parte 2**  
1. La vela encendida está sobre la tapa sin agujeros. La tapa se cierra con el bote boca abajo. Cuando se metió el bote dentro del agua ¿qué le pasó a la vela?

Subraya tu respuesta.  
(a) Se apagó. (b) Siguió encendida.

Dibuja lo que pasó y explica porque piensas que pasó.

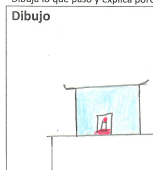
**Dibujo**  


**Mi explicación:** como estaba tapada el bote y como el aire se queda dentro pues no se mete el agua y siguió prendida

**2** La vela encendida está sobre la tapa con agujeros. La tapa se cierra con el bote boca abajo. Cuando se metió el bote dentro del agua ¿qué le pasó a la vela?

Subraya tu respuesta.  
(a) Se apagó. (b) Siguió encendida.

Dibuja lo que pasó y explica porque piensas que pasó.

**Dibujo**  


**Mi explicación:** por que tiene adentro aire no se mete ~~el agua~~


Figura C.8: Hoja de explicación del equipo 2.

avisail equipo 2.

**Vela en el agua parte 2**  
1. La vela encendida está sobre la tapa sin agujeros. La tapa se cierra con el bote boca abajo. Cuando se metió el bote dentro del agua ¿qué le pasó a la vela?

Subraya tu respuesta.  
(a) Se apagó. (b) Siguió encendida.

Dibuja lo que pasó y explica porque piensas que pasó.


**Dibujo**  


**Mi explicación:** como el primer caso cuando se tapó el bote estaba la vela en agua

**2** La vela encendida está sobre la tapa con agujeros. La tapa se cierra con el bote boca abajo. Cuando se metió el bote dentro del agua ¿qué le pasó a la vela?

Subraya tu respuesta.  
(a) Se apagó. (b) Siguió encendida.

Dibuja lo que pasó y explica porque piensas que pasó.

**Dibujo**  


**Mi explicación:** aun que tenía agua siguió prendida porque el aire y el agua dejan que siga prendida la vela

Figura C.9: Explicación del estudiante Abisai.

Alfonso equipo 2

**Vela en el agua parte 2**  
1. La vela encendida está sobre la tapa sin agujeros. La tapa se cierra con el bote boca abajo. Cuando se metió el bote dentro del agua ¿qué le pasó a la vela?

Subraya tu respuesta.  
(a) Se apagó. (b) Siguió encendida.

Dibuja lo que pasó y explica porque piensas que pasó.

<b>Dibujo</b>	<b>Mi explicación:</b> no puede ser tiene agujeros sí
---------------	---

2 La vela encendida está sobre la tapa con agujeros. La tapa se cierra con el bote boca abajo. Cuando se metió el bote dentro del agua ¿qué le pasó a la vela?

Subraya tu respuesta.  
(a) Se apagó. (b) Siguió encendida.

Dibuja lo que pasó y explica porque piensas que pasó.

<b>Dibujo</b>	<b>Mi explicación:</b> tiene agujeros algo
---------------	---

Figura C.10: Explicación del estudiante Alfonso.

Edwin 2

**Vela en el agua parte 2**  
1. La vela encendida está sobre la tapa sin agujeros. La tapa se cierra con el bote boca abajo. Cuando se metió el bote dentro del agua ¿qué le pasó a la vela?

Subraya tu respuesta.  
(a) Se apagó. (b) Siguió encendida.

Dibuja lo que pasó y explica porque piensas que pasó.

<b>Dibujo</b>	<b>Mi explicación:</b> como estaba tapada el bote el aire se quedó dentro
---------------	--

2 La vela encendida está sobre la tapa con agujeros. La tapa se cierra con el bote boca abajo. Cuando se metió el bote dentro del agua ¿qué le pasó a la vela?

Subraya tu respuesta.  
(a) Se apagó. (b) Siguió encendida.

Dibuja lo que pasó y explica porque piensas que pasó.

<b>Dibujo</b>	<b>Mi explicación:</b> a un gote tubiera los agujeros no seba ameter el agua por que tiene oxigeno adentro
---------------	---

Figura C.12: Explicación del estudiante Edwin.

Daniela equipo 2

**Vela en el agua parte 2**  
1. La vela encendida está sobre la tapa sin agujeros. La tapa se cierra con el bote boca abajo. Cuando se metió el bote dentro del agua ¿qué le pasó a la vela?

Subraya tu respuesta.  
(a) Se apagó. (b) Siguió encendida.

Dibuja lo que pasó y explica porque piensas que pasó.

<b>Dibujo</b>	<b>Mi explicación:</b> no se apaga porque tenia oxigeno y estaba serada la tapa
---------------	--

2 La vela encendida está sobre la tapa con agujeros. La tapa se cierra con el bote boca abajo. Cuando se metió el bote dentro del agua ¿qué le pasó a la vela?

Subraya tu respuesta.  
(a) Se apagó. (b) Siguió encendida.

Dibuja lo que pasó y explica porque piensas que pasó.

<b>Dibujo</b>	<b>Mi explicación:</b> no se apaga por que tenia oxigeno y tambien tenia tapa y ollas
---------------	--

Figura C.11: Explicación de la estudiante Daniela.

Miriam equipo 2

**Vela en el agua parte 2**  
1. La vela encendida está sobre la tapa sin agujeros. La tapa se cierra con el bote boca abajo. Cuando se metió el bote dentro del agua ¿qué le pasó a la vela?

Subraya tu respuesta.  
(a) Se apagó. (b) Siguió encendida.

Dibuja lo que pasó y explica porque piensas que pasó.

<b>Dibujo</b>	<b>Mi explicación:</b> no se apaga porque froto y ker, ro
---------------	--

2 La vela encendida está sobre la tapa con agujeros. La tapa se cierra con el bote boca abajo. Cuando se metió el bote dentro del agua ¿qué le pasó a la vela?

Subraya tu respuesta.  
(a) Se apagó. (b) Siguió encendida.

Dibuja lo que pasó y explica porque piensas que pasó.

<b>Dibujo</b>	<b>Mi explicación:</b> fue un experimento muy sorprendente froto cada
---------------	--

Figura C.13: Explicación de la estudiante Miriam.

Tenoch equipo 2

Figura C.14: Explicación del estudiante Tenoch.

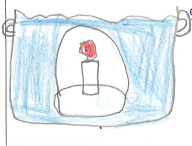
Vela en el agua parte 2

1. La vela encendida está sobre la tapa sin agujeros. La tapa se cierra con el bote boca abajo. Cuando se metió el bote dentro del agua ¿qué le pasó a la vela?

Subraya tu respuesta.

- (a) Se apagó.      (b) Siguió encendida.

Dibuja lo que pasó y explica porque piensas que pasó.


<p><b>Dibujo</b></p> 	<p><b>Mi explicación:</b> no se apagaba por esta sellado la tapa y la vela no se apaga y flota</p>
--	--

2. La vela encendida está sobre la tapa con agujeros. La tapa se cierra con el bote boca abajo. Cuando se metió el bote dentro del agua ¿qué le pasó a la vela?

Subraya tu respuesta.

- (a) Se apagó.      (b) Siguió encendida.

Dibuja lo que pasó y explica porque piensas que pasó.

<p><b>Dibujo</b></p> 	<p><b>Mi explicación:</b> no se paga porque antes de pone el recipiente con ellos los ellos agarran aire y cuando ponen el recipiente en el agua y no entra la vela encendida</p>
--	---



# Apéndice D

# Apéndice D

En este apéndice se encuentran las hojas de trabajo para el equipo 3, en ellas se encuentran sus dibujos y respuestas escritas.

## D.1. Predicciones


equipo 3

**Vela en el agua parte 1**

1. La vela encendida está sobre la tapa sin agujeros. La tapa se cierra con el bote boca abajo. Cuando se meta el bote dentro del agua ¿la vela seguirá encendida o se apagará?

Subraya tu respuesta. (a) Se apagará. (b) Seguirá encendida.

Dibuja lo que piensas que va a pasar y explica porque piensas eso.

<b>Dibujo</b> 	<b>Mi explicación:</b> Seguirá encendida por que va a flotar
--	--

2. La vela encendida está sobre la tapa con agujeros. La tapa se cierra con el bote boca abajo. Cuando se meta el bote dentro del agua ¿la vela seguirá encendida o se apagará?

Subraya tu respuesta. (a) Se apagará. (b) Seguirá encendida.

Dibuja lo que piensas que va a pasar y explica porque piensas eso.


<b>Dibujo</b> 	<b>Mi explicación:</b> seguirá prendida por el oxigeno
--	--

Figura D.1: Hoja de predicción del equipo 3.

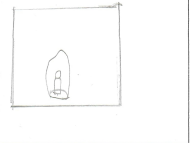
Alexis equipo 3

**Vela en el agua parte 1**

1. La vela encendida está sobre la tapa sin agujeros. La tapa se cierra con el bote boca abajo. Cuando se meta el bote dentro del agua ¿la vela seguirá encendida o se apagará?

Subraya tu respuesta. (a) Se apagará. (b) Seguirá encendida.

Dibuja lo que piensas que va a pasar y explica porque piensas eso.

<b>Dibujo</b> 	<b>Mi explicación:</b> Se va a pagar por que la agua apaga la vela
---	--

2. La vela encendida está sobre la tapa con agujeros. La tapa se cierra con el bote boca abajo. Cuando se meta el bote dentro del agua ¿la vela seguirá encendida o se apagará?

Subraya tu respuesta. (a) Se apagará. (b) Seguirá encendida.

Dibuja lo que piensas que va a pasar y explica porque piensas eso.

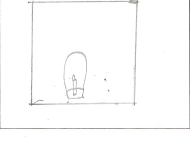
<b>Dibujo</b> 	<b>Mi explicación:</b> por que si se la mete en la agua
---	---

Figura D.2: Predicción del estudiante Alexis.


Apéndice D  
D.1 Predicciones

**Carmen** Equipo 3  
Vela en el agua parte 1

1. La vela encendida está sobre la tapa sin agujeros. La tapa se cierra con el bote boca abajo. Cuando se meta el bote dentro del agua ¿la vela seguirá encendida o se apaga?

Subraya tu respuesta.  
(a) Se apagará.     Seguirá encendida.

Dibuja lo que piensas que va a pasar y explica porque piensas eso.

<p><b>Dibujo</b></p> 	<p><b>Mi explicación:</b> por que esta metida en un taper y no se apaga</p>
--	---

2 La vela encendida está sobre la tapa con agujeros. La tapa se cierra con el bote boca abajo. Cuando se meta el bote dentro del agua ¿la vela seguirá encendida o se apaga?

Subraya tu respuesta.  
 Se apagará.    (b) Seguirá encendida.

Dibuja lo que piensas que va a pasar y explica porque piensas eso.


<p><b>Dibujo</b></p> 	<p><b>Mi explicación:</b> seguirá encendida por el oxigeno</p>
--	--


Figura D.3: Predicción de la estudiante Carmen.

**Jeshua** Equipo 3  
Vela en el agua parte 1

1. La vela encendida está sobre la tapa sin agujeros. La tapa se cierra con el bote boca abajo. Cuando se meta el bote dentro del agua ¿la vela seguirá encendida o se apaga?

Subraya tu respuesta.  
(a) Se apagará.     Seguirá encendida.

Dibuja lo que piensas que va a pasar y explica porque piensas eso.

<p><b>Dibujo</b></p> 	<p><b>Mi explicación:</b> seguirá encendida por que esta serrado el contenedor</p>
--	--

2 La vela encendida está sobre la tapa con agujeros. La tapa se cierra con el bote boca abajo. Cuando se meta el bote dentro del agua ¿la vela seguirá encendida o se apaga?

Subraya tu respuesta.  
(a) Se apagará.     Seguirá encendida.

Dibuja lo que piensas que va a pasar y explica porque piensas eso.


<p><b>Dibujo</b></p> 	<p><b>Mi explicación:</b> por que el aire se que da dentro y intervmpe al agua</p>
--	--


Figura D.5: Predicción del estudiante Jeshua.

**Francisco** equipo 3  
Vela en el agua parte 1

1. La vela encendida está sobre la tapa sin agujeros. La tapa se cierra con el bote boca abajo. Cuando se meta el bote dentro del agua ¿la vela seguirá encendida o se apaga?

Subraya tu respuesta.  
(a) Se apagará.     Seguirá encendida.

Dibuja lo que piensas que va a pasar y explica porque piensas eso.

<p><b>Dibujo</b></p> 	<p><b>Mi explicación:</b> La vela se va ha quedar en se hndida porque esta covierto</p>
--	---

2 La vela encendida está sobre la tapa con agujeros. La tapa se cierra con el bote boca abajo. Cuando se meta el bote dentro del agua ¿la vela seguirá encendida o se apaga?

Subraya tu respuesta.  
(a) Se apagará.     Seguirá encendida.

Dibuja lo que piensas que va a pasar y explica porque piensas eso.


<p><b>Dibujo</b></p> 	<p><b>Mi explicación:</b> La vela su taper nomas se le va filtrar poquita agua</p>
--	--


Figura D.4: Predicción del estudiante Francisco.

**Santiago** equipo tres  
Vela en el agua parte 1

1. La vela encendida está sobre la tapa sin agujeros. La tapa se cierra con el bote boca abajo. Cuando se meta el bote dentro del agua ¿la vela seguirá encendida o se apaga?

Subraya tu respuesta.  
(a) Se apagará.     Seguirá encendida.

Dibuja lo que piensas que va a pasar y explica porque piensas eso.

<p><b>Dibujo</b></p> 	<p><b>Mi explicación:</b> no se apagará por que tiene torchea en el taper</p>
--	---

2 La vela encendida está sobre la tapa con agujeros. La tapa se cierra con el bote boca abajo. Cuando se meta el bote dentro del agua ¿la vela seguirá encendida o se apaga?

Subraya tu respuesta.  
(a) Se apagará.     Seguirá encendida.

Dibuja lo que piensas que va a pasar y explica porque piensas eso.


<p><b>Dibujo</b></p> 	<p><b>Mi explicación:</b> por que tiene ojos en la tapa</p>
--	---

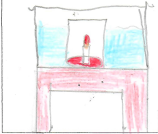
Figura D.6: Predicción del estudiante Santiago.

Uriel 14-903

**Vela en el agua parte 1**  
1. La vela encendida está sobre la tapa sin agujeros. La tapa se cierra con el bote boca abajo. Cuando se meta el bote dentro del agua ¿la vela seguirá encendida o se apagará?

Subraya tu respuesta.  
(a) Se apagará.      (b) Seguirá encendida.

Dibuja lo que piensas que va a pasar y explica porque piensas eso.

<b>Dibujo</b> 	<b>Mi explicación:</b> La vela se va a quedar encendida porque está tapada para que no se meta el agua.
--	--

2. La vela encendida está sobre la tapa con agujeros. La tapa se cierra con el bote boca abajo. Cuando se meta el bote dentro del agua ¿la vela seguirá encendida o se apagará?

Subraya tu respuesta.  
(a) Se apagará.      (b) Seguirá encendida.

Dibuja lo que piensas que va a pasar y explica porque piensas eso.


<b>Dibujo</b> 	<b>Mi explicación:</b> Lo mismo porque va a quedar se mergido lo mismo no se apaga.
--	--

Figura D.7: Predicción del estudiante Uriel.


## D.2. Explicaciones

Equipo 3

**Vela en el agua parte 2**  
1. La vela encendida está sobre la tapa sin agujeros. La tapa se cierra con el bote boca abajo. Cuando se metió el bote dentro del agua ¿qué le pasó a la vela?

Subraya tu respuesta.  
(a) Se apagó.      (b) Siguió encendida.

Dibuja lo que pasó y explica porque piensas que pasó.

<b>Dibujo</b> 	<b>Mi explicación:</b> porque esta sellada
--	---

2. La vela encendida está sobre la tapa con agujeros. La tapa se cierra con el bote boca abajo. Cuando se metió el bote dentro del agua ¿qué le pasó a la vela?

Subraya tu respuesta.  
(a) Se apagó.      (b) Siguió encendida.

Dibuja lo que pasó y explica porque piensas que pasó.


<b>Dibujo</b> 	<b>Mi explicación:</b> por el oxígeno que provienen la burbujas, no se apaga
--	---


Figura D.8: Hoja de explicación del equipo 3.

Alexis Equipos

**Vela en el agua parte 2**  
1. La vela encendida está sobre la tapa sin agujeros. La tapa se cierra con el bote boca abajo. Cuando se metió el bote dentro del agua ¿qué le pasó a la vela?

Subraya tu respuesta.  
(a) Se apagó.      (b) Siguió encendida.

Dibuja lo que pasó y explica porque piensas que pasó.

<b>Dibujo</b> 	<b>Mi explicación:</b> por que estaba tapada con la tapa y no se apaga
---	---

2. La vela encendida está sobre la tapa con agujeros. La tapa se cierra con el bote boca abajo. Cuando se metió el bote dentro del agua ¿qué le pasó a la vela?

Subraya tu respuesta.  
(a) Se apagó.      (b) Siguió encendida.

Dibuja lo que pasó y explica porque piensas que pasó.


<b>Dibujo</b> 	<b>Mi explicación:</b> por su agujeritos sacan burbujas
---	--

Figura D.9: Explicación del estudiante Alexis.


Figura D.11: Explicación del estudiante Francisco.

**Carmen: equipo 3**  
Vela en el agua parte 2

1. La vela encendida está sobre la tapa sin agujeros. La tapa se cierra con el bote boca abajo. Cuando se metió el bote dentro del agua ¿qué le pasó a la vela?

Subraya tu respuesta.  
(a) Se apagó. (b) Siguió encendida.

Dibuja lo que pasó y explica porque piensas que pasó.

<p><b>Dibujo</b></p> 	<p><b>Mi explicación:</b> se quedo encendida porque esta metida en un toper y el toper tenia tapa</p>
--	---

2. La vela encendida está sobre la tapa con agujeros. La tapa se cierra con el bote boca abajo. Cuando se metió el bote dentro del agua ¿qué le pasó a la vela?

Subraya tu respuesta.  
(a) Se apagó. (b) Siguió encendida.

Dibuja lo que pasó y explica porque piensas que pasó.


<p><b>Dibujo</b></p> 	<p><b>Mi explicación:</b> la tapa tenia hoyos pero a la hora de meter el toper al agua como oxigeno y por el oxigeno no se apago</p>
--	--

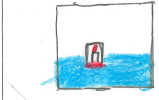
Figura D.10: Explicación de la estudiante Carmen.

**Francisco**  
Vela en el agua parte 2

1. La vela encendida está sobre la tapa sin agujeros. La tapa se cierra con el bote boca abajo. Cuando se metió el bote dentro del agua ¿qué le pasó a la vela?

Subraya tu respuesta.  
(a) Se apagó. (b) Siguió encendida.


Dibuja lo que pasó y explica porque piensas que pasó.

<p><b>Dibujo</b></p> 	<p><b>Mi explicación:</b> porque esta sellado</p>
--	---

2. La vela encendida está sobre la tapa con agujeros. La tapa se cierra con el bote boca abajo. Cuando se metió el bote dentro del agua ¿qué le pasó a la vela?

Subraya tu respuesta.  
(a) Se apagó. (b) Siguió encendida.

Dibuja lo que pasó y explica porque piensas que pasó.

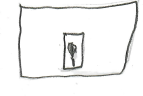
<p><b>Dibujo</b></p> 	<p><b>Mi explicación:</b> por el oxigeno que tiene</p>
--	--

**Jeshua equipo 3**  
Vela en el agua parte 2

1. La vela encendida está sobre la tapa sin agujeros. La tapa se cierra con el bote boca abajo. Cuando se metió el bote dentro del agua ¿qué le pasó a la vela?

Subraya tu respuesta.  
(a) Se apagó. (b) Siguió encendida.

Dibuja lo que pasó y explica porque piensas que pasó.

<p><b>Dibujo</b></p> 	<p><b>Mi explicación:</b> porque esta sellada</p>
--	---

2. La vela encendida está sobre la tapa con agujeros. La tapa se cierra con el bote boca abajo. Cuando se metió el bote dentro del agua ¿qué le pasó a la vela?

Subraya tu respuesta.  
(a) Se apagó. (b) Siguió encendida.

Dibuja lo que pasó y explica porque piensas que pasó.


<p><b>Dibujo</b></p> 	<p><b>Mi explicación:</b> por el oxigeno que tiene</p>
--	--

Figura D.12: Explicación del estudiante Jeshua.

Santiago Equipo 3


**Vela en el agua parte 2**

1. La vela encendida está sobre la tapa sin agujeros. La tapa se cierra con el bote boca abajo. Cuando se metió el bote dentro del agua ¿qué le pasó a la vela?

Subraya tu respuesta.

(a) Se apagó.      **(b) Siguió encendida.**

Dibuja lo que pasó y explica porque piensas que pasó.

<p><b>Dibujo</b></p> 	<p><b>Mi explicación:</b> por el oxígeno que tenía dentro</p>
--	---

2. La vela encendida está sobre la tapa con agujeros. La tapa se cierra con el bote boca abajo. Cuando se metió el bote dentro del agua ¿qué le pasó a la vela?

Subraya tu respuesta.

(a) Se apagó.      **(b) Siguió encendida.**

Dibuja lo que pasó y explica porque piensas que pasó.


<p><b>Dibujo</b></p> 	<p><b>Mi explicación:</b> por su oxígeno</p>
--	--

Figura D.13: Explicación del estudiante Santiago.

Uriel equipo 3


**Vela en el agua parte 2**

1. La vela encendida está sobre la tapa sin agujeros. La tapa se cierra con el bote boca abajo. Cuando se metió el bote dentro del agua ¿qué le pasó a la vela?

Subraya tu respuesta.

(a) Se apagó.      **(b) Siguió encendida.**

Dibuja lo que pasó y explica porque piensas que pasó.

<p><b>Dibujo</b></p> 	<p><b>Mi explicación:</b> en la primera porque estaba tapada</p>
---	--

2. La vela encendida está sobre la tapa con agujeros. La tapa se cierra con el bote boca abajo. Cuando se metió el bote dentro del agua ¿qué le pasó a la vela?

Subraya tu respuesta.

(a) Se apagó.      **(b) Siguió encendida.**

Dibuja lo que pasó y explica porque piensas que pasó.

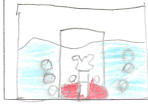
<p><b>Dibujo</b></p> 	<p><b>Mi explicación:</b> la se guñó dador que la varitas asían que tengo oxígeno</p>
---	---

Figura D.14: Explicación del estudiante Uriel.



# Apéndice E

## Apéndice E

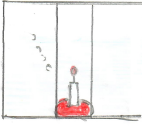
En este apéndice se encuentran las hojas de trabajo para el equipo 4, en ellas se encuentran sus dibujos y respuestas escritas.

### E.1. Predicciones

**Vela en el agua parte 1 equipo 4**  
 1. La vela encendida está sobre la tapa sin agujeros. La tapa se cierra con el bote boca abajo. Cuando se meta el bote dentro del agua ¿la vela seguirá encendida o se apagará?

Subraya tu respuesta.  
 (a) Se apagará. (b) Seguirá encendida.

Dibuja lo que piensas que va a pasar y explica porque piensas eso.

<p><b>Dibujo</b></p> 	<p><b>Mi explicación:</b>          se gría encendida por que esta totalmente serrada</p>
--	--

2 La vela encendida está sobre la tapa con agujeros. La tapa se cierra con el bote boca abajo. Cuando se meta el bote dentro del agua ¿la vela seguirá encendida o se apaga?

Subraya tu respuesta.  
 (a) Se apagará. (b) Seguirá encendida.

Dibuja lo que piensas que va a pasar y explica porque piensas eso.

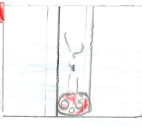
<p><b>Dibujo</b></p> 	<p><b>Mi explicación:</b>          se apagará por que la tapa tiene agujeros y se le metirá el agua</p>
--	---


Figura E.1: Hoja de predicción del equipo 4.

Alison equipo 4

**Vela en el agua parte 1**  
 1. La vela encendida está sobre la tapa sin agujeros. La tapa se cierra con el bote boca abajo. Cuando se meta el bote dentro del agua ¿la vela seguirá encendida o se apagará?

Subraya tu respuesta.  
 (a) Se apagará. (b) Seguirá encendida.

Dibuja lo que piensas que va a pasar y explica porque piensas eso.

<p><b>Dibujo</b></p> 	<p><b>Mi explicación:</b>          Seguirá encendida por que esta totalmente serrada.</p>
---	---

2 La vela encendida está sobre la tapa con agujeros. La tapa se cierra con el bote boca abajo. Cuando se meta el bote dentro del agua ¿la vela seguirá encendida o se apaga?

Subraya tu respuesta.  
 (a) Se apagará. (b) Seguirá encendida.

Dibuja lo que piensas que va a pasar y explica porque piensas eso.


<p><b>Dibujo</b></p> 	<p><b>Mi explicación:</b>          Se apagará por que la tapa tiene alios los se le metera el agua</p>
---	--

Figura E.2: Predicción de la estudiante Alison.

equipo 4  
Daniela popoca Avatado

Vela en el agua parte 1  
1. La vela encendida está sobre la tapa sin agujeros. La tapa se cierra con el bote boca abajo. Cuando se meta el bote dentro del agua ¿la vela seguirá encendida o se apaga?

Subraya tu respuesta.  
(a) Se apagará. (b) Seguirá encendida.

Dibuja lo que piensas que va a pasar y explica porque piensas eso.

Dibujo	Mi explicación: que no se ba apagar porque esto mieda en un toper
--------	---

2 La vela encendida está sobre la tapa con agujeros. La tapa se cierra con el bote boca abajo. Cuando se meta el bote dentro del agua ¿la vela seguirá encendida o se apaga?

Subraya tu respuesta.  
(a) Se apagará. (b) Seguirá encendida.

Dibuja lo que piensas que va a pasar y explica porque piensas eso.

Dibujo	Mi explicación: se apagará porque la tapa tiene orillos y metic el agua
--------	---

Figura E.3: Predicción de la estudiante Daniela.

Ilse

4 I l s c

Vela en el agua parte 1  
1. La vela encendida está sobre la tapa sin agujeros. La tapa se cierra con el bote boca abajo. Cuando se meta el bote dentro del agua ¿la vela seguirá encendida o se apaga?

Subraya tu respuesta.  
(a) Se apagará. (b) Seguirá encendida.

Dibuja lo que piensas que va a pasar y explica porque piensas eso.

Dibujo	Mi explicación: al merla se apagara no se yo bigo que no
--------	--

2 La vela encendida está sobre la tapa con agujeros. La tapa se cierra con el bote boca abajo. Cuando se meta el bote dentro del agua ¿la vela seguirá encendida o se apaga?

Subraya tu respuesta.  
(a) Se apagará. (b) Seguirá encendida.

Dibuja lo que piensas que va a pasar y explica porque piensas eso.

Dibujo	Mi explicación: se ba a pagar por que se ba a sumerjir en el agua y tiene orillitos
--------	---

Figura E.5: Predicción de la estudiante Ilse.

Daniela equipo 4

Vela en el agua parte 1  
1. La vela encendida está sobre la tapa sin agujeros. La tapa se cierra con el bote boca abajo. Cuando se meta el bote dentro del agua ¿la vela seguirá encendida o se apaga?

Subraya tu respuesta.  
(a) Se apagará. (b) Seguirá encendida.

Dibuja lo que piensas que va a pasar y explica porque piensas eso.

Dibujo	Mi explicación: es que la vela seguirá encendida
--------	--

2 La vela encendida está sobre la tapa con agujeros. La tapa se cierra con el bote boca abajo. Cuando se meta el bote dentro del agua ¿la vela seguirá encendida o se apaga?

Subraya tu respuesta.  
(a) Se apagará. (b) Seguirá encendida.

Dibuja lo que piensas que va a pasar y explica porque piensas eso.

Dibujo	Mi explicación: Porque se sube que la tapa tiene orillos y se apagara
--------	---

Figura E.4: Predicción de la estudiante Daniela.

Nicole 4 equipo

Vela en el agua parte 1  
1. La vela encendida está sobre la tapa sin agujeros. La tapa se cierra con el bote boca abajo. Cuando se meta el bote dentro del agua ¿la vela seguirá encendida o se apaga?

Subraya tu respuesta.  
(a) Se apagará. (b) Seguirá encendida.

Dibuja lo que piensas que va a pasar y explica porque piensas eso.

Dibujo	Mi explicación: pues yo pienso que la vela se apagara
--------	---

2 La vela encendida está sobre la tapa con agujeros. La tapa se cierra con el bote boca abajo. Cuando se meta el bote dentro del agua ¿la vela seguirá encendida o se apaga?

Subraya tu respuesta.  
(a) Se apagará. (b) Seguirá encendida.

Dibuja lo que piensas que va a pasar y explica porque piensas eso.

Dibujo	Mi explicación: pues yo pienso que la vela seguirá encendida.
--------	---

Figura E.6: Predicción de la estudiante Nicole.

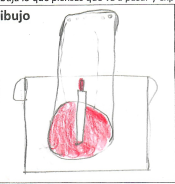
Figura E.7: Predicción de la estudiante Valentina.

Vela en el agua parte 1 Valentina H

1. La vela encendida está sobre la tapa sin agujeros. La tapa se cierra con el bote boca abajo. Cuando se meta el bote dentro del agua ¿la vela seguirá encendida o se apagará?

Subraya tu respuesta.  
(a) Se apagará.      (b) Seguirá encendida.

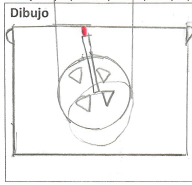
Dibuja lo que piensas que va a pasar y explica porque piensas eso.

<p><b>Dibujo</b></p> 	<p><b>Mi explicación:</b> Por que con esta tapa la vela seguirá encendida.</p>
--	--

2. La vela encendida está sobre la tapa con agujeros. La tapa se cierra con el bote boca abajo. Cuando se meta el bote dentro del agua ¿la vela seguirá encendida o se apaga?

Subraya tu respuesta.  
(a) Se apagará.      (b) Seguirá encendida.

Dibuja lo que piensas que va a pasar y explica porque piensas eso.

<p><b>Dibujo</b></p> 	<p><b>Mi explicación:</b> Por que con los agujeros la vela seguirá encendida.</p>
--	---

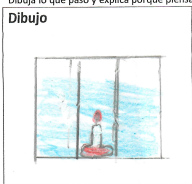
## E.2. Explicaciones

Vela en el agua parte 2 EQUIPO 4

1. La vela encendida está sobre la tapa sin agujeros. La tapa se cierra con el bote boca abajo. Cuando se metió el bote dentro del agua ¿qué le pasó a la vela?

Subraya tu respuesta.  
(a) Se apagó.      (b) Siguió encendida.

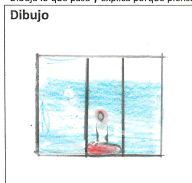
Dibuja lo que pasó y explica porque piensas que pasó.

<p><b>Dibujo</b></p> 	<p><b>Mi explicación:</b> No se apago por que el toper esta cerrado.</p>
--	--

2. La vela encendida está sobre la tapa con agujeros. La tapa se cierra con el bote boca abajo. Cuando se metió el bote dentro del agua ¿qué le pasó a la vela?

Subraya tu respuesta.  
(a) Se apagó.      (b) Siguió encendida.

Dibuja lo que pasó y explica porque piensas que pasó.

<p><b>Dibujo</b></p> 	<p><b>Mi explicación:</b> No se apagara por que tiene aire.</p>
--	---

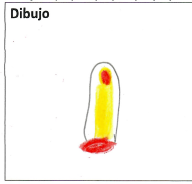
Alison equipo 4

Vela en el agua parte 2

1. La vela encendida está sobre la tapa sin agujeros. La tapa se cierra con el bote boca abajo. Cuando se metió el bote dentro del agua ¿qué le pasó a la vela?

Subraya tu respuesta.  
(a) Se apagó.      (b) Siguió encendida.

Dibuja lo que pasó y explica porque piensas que pasó.

<p><b>Dibujo</b></p> 	<p><b>Mi explicación:</b> Siguió encendida por que esta tapada.</p>
---	---

2. La vela encendida está sobre la tapa con agujeros. La tapa se cierra con el bote boca abajo. Cuando se metió el bote dentro del agua ¿qué le pasó a la vela?

Subraya tu respuesta.  
(a) Se apagó.      (b) Siguió encendida.

Dibuja lo que pasó y explica porque piensas que pasó.

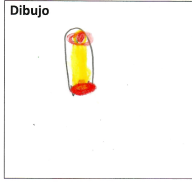
<p><b>Dibujo</b></p> 	<p><b>Mi explicación:</b> No se apagaria por que tiene aire en el agua.</p>
---	---

Figura E.8: Hoja de explicación del equipo 4.

Figura E.9: Explicación de la estudiante Alison.

Figura E.11: Explicación de la estudiante Daniela.

Daniela equipo 4

**Vela en el agua parte 2**

1. La vela encendida está sobre la tapa sin agujeros. La tapa se cierra con el bote boca abajo. Cuando se metió el bote dentro del agua ¿qué le pasó a la vela?

Subraya tu respuesta.  
(a) Se apagó. (b) Siguió encendida.

Dibuja lo que pasó y explica porque piensas que pasó.

<p><b>Dibujo</b></p>	<p><b>Mi explicación:</b> Siguió encendida por que cuando lo metieron en el bote no se apagó.</p>
----------------------	---

2. La vela encendida está sobre la tapa con agujeros. La tapa se cierra con el bote boca abajo. Cuando se metió el bote dentro del agua ¿qué le pasó a la vela?

Subraya tu respuesta.  
(a) Se apagó. (b) Siguió encendida.

Dibuja lo que pasó y explica porque piensas que pasó.

<p><b>Dibujo</b></p>	<p><b>Mi explicación:</b> Yo le que sigue encendida por que supuse que el agua debería de entrar en el bote.</p>
----------------------	--

Figura E.10: Explicación de la estudiante Daniela.

Daniela equipo 4

**Vela en el agua parte 2**

1. La vela encendida está sobre la tapa sin agujeros. La tapa se cierra con el bote boca abajo. Cuando se metió el bote dentro del agua ¿qué le pasó a la vela?

Subraya tu respuesta.  
(a) Se apagó. (b) Siguió encendida.

Dibuja lo que pasó y explica porque piensas que pasó.

<p><b>Dibujo</b></p>	<p><b>Mi explicación:</b> no se apagó porque tenía un poco de aire y ya cuando lo saco se apago</p>
----------------------	---

2. La vela encendida está sobre la tapa con agujeros. La tapa se cierra con el bote boca abajo. Cuando se metió el bote dentro del agua ¿qué le pasó a la vela?

Subraya tu respuesta.  
(a) Se apagó. (b) Siguió encendida.

Dibuja lo que pasó y explica porque piensas que pasó.

<p><b>Dibujo</b></p>	<p><b>Mi explicación:</b> no se apagó porque tenía un poco de aire y ya cuando lo saco se apago</p>
----------------------	---

Ilse 4

**Vela en el agua parte 2**

1. La vela encendida está sobre la tapa sin agujeros. La tapa se cierra con el bote boca abajo. Cuando se metió el bote dentro del agua ¿qué le pasó a la vela?

Subraya tu respuesta.  
(a) Se apagó. (b) Siguió encendida.

Dibuja lo que pasó y explica porque piensas que pasó.

<p><b>Dibujo</b></p>	<p><b>Mi explicación:</b> no se apagó por que estaba tapada</p>
----------------------	---

2. La vela encendida está sobre la tapa con agujeros. La tapa se cierra con el bote boca abajo. Cuando se metió el bote dentro del agua ¿qué le pasó a la vela?

Subraya tu respuesta.  
(a) Se apagó. (b) Siguió encendida.

Dibuja lo que pasó y explica porque piensas que pasó.

<p><b>Dibujo</b></p>	<p><b>Mi explicación:</b> por que lo metieron en el agua</p>
----------------------	--

Figura E.12: Explicación de la estudiante Ilse.

Nicole 4 equipo

**Vela en el agua parte 2**  
1. La vela encendida está sobre la tapa sin agujeros. La tapa se cierra con el bote boca abajo. Cuando se metió el bote dentro del agua ¿qué le pasó a la vela?

Subraya tu respuesta.  
(a) Se apagó.      (b) Siguió encendida.

<p>Dibuja lo que pasó y explica porque piensas que pasó.</p> <p><b>Dibujo</b></p>	<p><b>Mi explicación:</b> no se apago por que el taper es taja cerrado</p>
---	--

2 La vela encendida está sobre la tapa con agujeros. La tapa se cierra con el bote boca abajo. Cuando se metió el bote dentro del agua ¿qué le pasó a la vela?

Subraya tu respuesta.  
(a) Se apagó.      (b) Siguió encendida.

<p>Dibuja lo que pasó y explica porque piensas que pasó.</p> <p><b>Dibujo</b></p>	<p><b>Mi explicación:</b> no se apago por que tenia un poco de aire</p>
---	---

Figura E.13: Explicación de la estudiante Nicole.

**Vela en el agua parte 2** Valentina 4  
1. La vela encendida está sobre la tapa sin agujeros. La tapa se cierra con el bote boca abajo. Cuando se metió el bote dentro del agua ¿qué le pasó a la vela?

Subraya tu respuesta.  
(a) Se apagó.      (b) Siguió encendida.

<p>Dibuja lo que pasó y explica porque piensas que pasó.</p> <p><b>Dibujo</b></p>	<p><b>Mi explicación:</b> por que estaba sellado con el taper</p>
---	---

2 La vela encendida está sobre la tapa con agujeros. La tapa se cierra con el bote boca abajo. Cuando se metió el bote dentro del agua ¿qué le pasó a la vela?

Subraya tu respuesta.  
(a) Se apagó.      (b) Siguió encendida.

<p>Dibuja lo que pasó y explica porque piensas que pasó.</p> <p><b>Dibujo</b></p>	<p><b>Mi explicación:</b> Por que puede flotar</p>
---	--

Figura E.14: Explicación de la estudiante Valentina.



# Apéndice F

# Apéndice F

En este apéndice se encuentran las hojas de trabajo para el equipo 5, en ellas se encuentran sus dibujos y respuestas escritas.

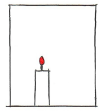
## F.1. Predicciones

Equipo 5

**Vela en el agua parte 1**  
 1. La vela encendida está sobre la tapa sin agujeros. La tapa se cierra con el bote boca abajo. Cuando se metió el bote dentro del agua ¿la vela seguirá encendida o se apagará?

Subraya tu respuesta.  
 (a) Se apagará.      (b) Seguirá encendida.

Dibuja lo que piensas que va a pasar y explica porque piensas eso.

<p><b>Dibujo</b></p> 	<p><b>Mi explicación:</b> yo creo que va a seguir encendida porque por eso es un experimento para asegurar encendida porque no puede entrar el agua que la vela se derretirá. Por que la tapa no tiene agujeros yo creo que la vela se apagará ya que que la vela quedará encendida.</p>
--	--

2. La vela encendida está sobre la tapa con agujeros. La tapa se cierra con el bote boca abajo. Cuando se metió el bote dentro del agua ¿la vela seguirá encendida o se apagará?

Subraya tu respuesta.  
 (a) Se apagará.      (b) Seguirá encendida.

Dibuja lo que piensas que va a pasar y explica porque piensas eso.

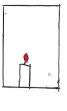
<p><b>Dibujo</b></p> 	<p><b>Mi explicación:</b> yo creo que va a seguir encendida porque por eso es un experimento para asegurar encendida porque no puede entrar el agua que la vela se derretirá. Porque la tapa tiene agujeros yo creo que la vela se apagará porque el agua se soltará.</p>
--	---


Figura F.1: Hoja de predicción del equipo 5.

Belen 18

**Vela en el agua parte 2**  
 1. La vela encendida está sobre la tapa sin agujeros. La tapa se cierra con el bote boca abajo. Cuando se metió el bote dentro del agua ¿qué le pasó a la vela?

Subraya tu respuesta.  
 (a) Se apagó.      (b) Siguió encendida.

Dibuja lo que pasó y explica porque piensas que pasó.

<p><b>Dibujo</b></p> 	<p><b>Mi explicación:</b> porque esta tapada y no se puede apagar.</p>
---	--

2. La vela encendida está sobre la tapa con agujeros. La tapa se cierra con el bote boca abajo. Cuando se metió el bote dentro del agua ¿qué le pasó a la vela?

Subraya tu respuesta.  
 (a) Se apagó.      (b) Siguió encendida.

Dibuja lo que pasó y explica porque piensas que pasó.


<p><b>Dibujo</b></p> 	<p><b>Mi explicación:</b> es por que la ciencia a se cosas increíbles.</p>
---	--

Figura F.2: Predicción de la estudiante Belen.


Figura F.4: Predicción de la estudiante Fernanda.

Berenice

**Vela en el agua parte 2**  
1. La vela encendida está sobre la tapa sin agujeros. La tapa se cierra con el bote boca abajo. Cuando se metió el bote dentro del agua ¿qué le pasó a la vela?

Subraya tu respuesta.  
(a) Se apagó.      (b) Siguió encendida.

Dibuja lo que pasó y explica porque piensas que pasó.

<p><b>Dibujo</b></p> 	<p><b>Mi explicación:</b> que la vela no se quedo prendida porque la tapa no tenía ollos</p>
--	--

2. La vela encendida está sobre la tapa con agujeros. La tapa se cierra con el bote boca abajo. Cuando se metió el bote dentro del agua ¿qué le pasó a la vela?

Subraya tu respuesta.  
(a) Se apagó.      (b) Siguió encendida.

Dibuja lo que pasó y explica porque piensas que pasó.


<p><b>Dibujo</b></p> 	<p><b>Mi explicación:</b> que la vela se apagó porque por que la tapa tiene ollos</p>
--	---

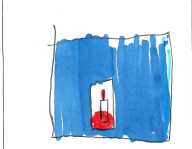
Figura F.3: Predicción de la estudiante Berenice.

Fernanda S

**Vela en el agua parte 2**  
1. La vela encendida está sobre la tapa sin agujeros. La tapa se cierra con el bote boca abajo. Cuando se metió el bote dentro del agua ¿qué le pasó a la vela?

Subraya tu respuesta.  
(a) Se apagó.      (b) Siguió encendida.

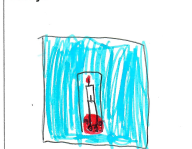
Dibuja lo que pasó y explica porque piensas que pasó.

<p><b>Dibujo</b></p> 	<p><b>Mi explicación:</b> Primero la vela no se apago porque el resplandor es tanta completa mente cerrada</p>
--	--

2. La vela encendida está sobre la tapa con agujeros. La tapa se cierra con el bote boca abajo. Cuando se metió el bote dentro del agua ¿qué le pasó a la vela?

Subraya tu respuesta.  
(a) Se apagó.      (b) Siguió encendida.

Dibuja lo que pasó y explica porque piensas que pasó.


<p><b>Dibujo</b></p> 	<p><b>Mi explicación:</b> en la otra no se apago porque la mecha el resplandor al meterla con fuerza el agua no entra</p>
--	---

Equipo 5 Lesly

**Vela en el agua parte 2**  
1. La vela encendida está sobre la tapa sin agujeros. La tapa se cierra con el bote boca abajo. Cuando se metió el bote dentro del agua ¿qué le pasó a la vela?

Subraya tu respuesta.  
(a) Se apagó.      (b) Siguió encendida.

Dibuja lo que pasó y explica porque piensas que pasó.

<p><b>Dibujo</b></p> 	<p><b>Mi explicación:</b> siguió encendi da porque la tapa se cubrio al bote es por eso que no se apago.</p>
---	--

2. La vela encendida está sobre la tapa con agujeros. La tapa se cierra con el bote boca abajo. Cuando se metió el bote dentro del agua ¿qué le pasó a la vela?

Subraya tu respuesta.  
(a) Se apagó.      (b) Siguió encendida.

Dibuja lo que pasó y explica porque piensas que pasó.

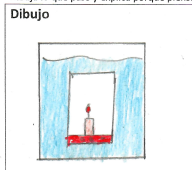
<p><b>Dibujo</b></p> 	<p><b>Mi explicación:</b> siguió encendi da en el agua pero al salir se apago.</p>
---	--

Figura F.5: Predicción de la estudiante Lesly.

Monserret  
Equipo 5

**Vela en el agua parte 2**

1. La vela encendida está sobre la tapa sin agujeros. La tapa se cierra con el bote boca abajo. Cuando se metió el bote dentro del agua ¿qué le pasó a la vela?

Subraya tu respuesta.

- (a) Se apagó. (b) Siguió encendida.

Dibuja lo que pasó y explica porque piensas que pasó.

<p><b>Dibujo</b></p>	<p><b>Mi explicación:</b> Porque el agua se quedó ahí y el vaso los separa bien</p>
----------------------	---

2. La vela encendida está sobre la tapa con agujeros. La tapa se cierra con el bote boca abajo. Cuando se metió el bote dentro del agua ¿qué le pasó a la vela?

Subraya tu respuesta.

- (a) Se apagó. (b) Siguió encendida.

Dibuja lo que pasó y explica porque piensas que pasó.

<p><b>Dibujo</b></p>	<p><b>Mi explicación:</b> Por que el bote estaba flotando en el agua</p>
----------------------	--

Figura F.6: Predicción de la estudiante Monserret.

F.2. Explicaciones

Equipo 5

**Vela en el agua parte 2**

1. La vela encendida está sobre la tapa sin agujeros. La tapa se cierra con el bote boca abajo. Cuando se metió el bote dentro del agua ¿qué le pasó a la vela?

Subraya tu respuesta.

- (a) Se apagó. (b) Siguió encendida.

Dibuja lo que pasó y explica porque piensas que pasó.

<p><b>Dibujo</b></p>	<p><b>Mi explicación:</b> la vela no se apaga porque el recipiente es tan con agua como se queda Porque esta tapado y no puede abogarse sigue encendida por que la tapa lo sella al bote que la vela se queda dentro y por que la tapa no deja entrar porque el vaso está flotando</p>
----------------------	--

2. La vela encendida está sobre la tapa con agujeros. La tapa se cierra con el bote boca abajo. Cuando se metió el bote dentro del agua ¿qué le pasó a la vela?

Subraya tu respuesta.

- (a) Se apagó. (b) Siguió encendida.

Dibuja lo que pasó y explica porque piensas que pasó.

<p><b>Dibujo</b></p>	<p><b>Mi explicación:</b> sigue encendida en el agua pero al ser se apaga es por que el bote tenía aire insofocable que la vela se apaga por que por que la tapa es así en la otra no se aboga porque la tapa no pasa porque estaba sellado</p>
----------------------	---

Figura F.7: Hoja de explicación del equipo 5.

Belen

**Vela en el agua parte 1**

1. La vela encendida está sobre la tapa sin agujeros. La tapa se cierra con el bote boca abajo. Cuando se metió el bote dentro del agua ¿la vela seguirá encendida o se apaga?

Subraya tu respuesta.

- (a) Se apagará. (b) Siguió encendida.

Dibuja lo que piensas que va a pasar y explica porque piensas eso.

<p><b>Dibujo</b></p>	<p><b>Mi explicación:</b> sigue encendida porque esta tapa no puede entrar el agua</p>
----------------------	--

2. La vela encendida está sobre la tapa con agujeros. La tapa se cierra con el bote boca abajo. Cuando se metió el bote dentro del agua ¿la vela seguirá encendida o se apaga?

Subraya tu respuesta.

- (a) Se apagará. (b) Seguirá encendida.

Dibuja lo que piensas que va a pasar y explica porque piensas eso.

<p><b>Dibujo</b></p>	<p><b>Mi explicación:</b> se apagará porque tiene agujeros y puede entrar el agua</p>
----------------------	---

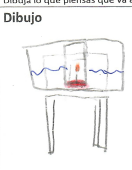
Figura F.8: Explicación de la estudiante Belen.

**Belenice**

**Vela en el agua parte 1**  
1. La vela encendida está sobre la tapa sin agujeros. La tapa se cierra con el bote boca abajo. Cuando se meta el bote dentro del agua ¿la vela seguirá encendida o se apagará?

Subraya tu respuesta.  
(a) Se apagará. (b) Seguirá encendida.

Dibuja lo que piensas que va a pasar y explica porque piensas eso.

<b>Dibujo</b> 	<b>Mi explicación:</b> que la vela se ha prendida por que donda la metiero no entra el agua
--	--

2 La vela encendida está sobre la tapa con agujeros. La tapa se cierra con el bote boca abajo. Cuando se meta el bote dentro del agua ¿la vela seguirá encendida o se apagará?

Subraya tu respuesta.  
(a) Se apagará. (b) Seguirá encendida.

Dibuja lo que piensas que va a pasar y explica porque piensas eso.


<b>Dibujo</b> 	<b>Mi explicación:</b> que la be se apagara porque detro de agua se apaga por que la tapa tiene alios
---	--


Figura F.9: Explicación de la estudiante Berenice.

**Berenice**

**Vela en el agua parte 1**  
1. La vela encendida está sobre la tapa sin agujeros. La tapa se cierra con el bote boca abajo. Cuando se meta el bote dentro del agua ¿la vela seguirá encendida o se apagará?

Subraya tu respuesta.  
(a) Se apagará. (b) Seguirá encendida.

Dibuja lo que piensas que va a pasar y explica porque piensas eso.

<b>Dibujo</b> 	<b>Mi explicación:</b> yo creo que la vela se apaga
--	---

2 La vela encendida está sobre la tapa con agujeros. La tapa se cierra con el bote boca abajo. Cuando se meta el bote dentro del agua ¿la vela seguirá encendida o se apagará?

Subraya tu respuesta.  
(a) Se apagará. (b) Seguirá encendida.

Dibuja lo que piensas que va a pasar y explica porque piensas eso.

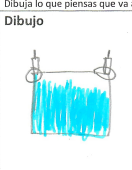
<b>Dibujo</b> 	<b>Mi explicación:</b> yo creo que la vela se apaga porque los agujeros son mas grandes
--	---

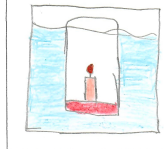
Figura F.10: Explicación de la estudiante Fernanda.

**Lesly**

**Vela en el agua parte 1**  
1. La vela encendida está sobre la tapa sin agujeros. La tapa se cierra con el bote boca abajo. Cuando se meta el bote dentro del agua ¿la vela seguirá encendida o se apagará?

Subraya tu respuesta.  
(a) Se apagará. (b) Seguirá encendida.

Dibuja lo que piensas que va a pasar y explica porque piensas eso.

<b>Dibujo</b> 	<b>Mi explicación:</b> yo creo que va a seguir encendida porque por eso es un experimento
--	---

2 La vela encendida está sobre la tapa con agujeros. La tapa se cierra con el bote boca abajo. Cuando se meta el bote dentro del agua ¿la vela seguirá encendida o se apagará?

Subraya tu respuesta.  
(a) Se apagará. (b) Seguirá encendida.

Dibuja lo que piensas que va a pasar y explica porque piensas eso.


<b>Dibujo</b> 	<b>Mi explicación:</b> yo creo que va a seguir encendida porque por eso es un experimento
--	---


Figura F.11: Explicación de la estudiante Lesly.

**Montserrat**

**Vela en el agua parte 1**  
1. La vela encendida está sobre la tapa sin agujeros. La tapa se cierra con el bote boca abajo. Cuando se meta el bote dentro del agua ¿la vela seguirá encendida o se apagará?

Subraya tu respuesta.  
(a) Se apagará. (b) Seguirá encendida. ✓

Dibuja lo que piensas que va a pasar y explica porque piensas eso.

<b>Dibujo</b> 	<b>Mi explicación:</b> se va a quedar encendida porque el agua solamente le va a dar un tranzito
--	--

2 La vela encendida está sobre la tapa con agujeros. La tapa se cierra con el bote boca abajo. Cuando se meta el bote dentro del agua ¿la vela seguirá encendida o se apagará?

Subraya tu respuesta.  
(a) Se apagará. (b) Seguirá encendida. ✓

Dibuja lo que piensas que va a pasar y explica porque piensas eso.


<b>Dibujo</b> 	<b>Mi explicación:</b> se va a quedar encendida porque el agua se saldra
--	---

Figura F.12: Explicación de la estudiante Montserrat.

## Apéndice G

# Apéndice G

### G.1. Estructura digital de los datos recolectados

Este apéndice presenta una muestra del archivo estructurado en formato JSON utilizado para organizar y analizar las respuestas individuales y grupales de los estudiantes. Dicho archivo fue la base para realizar las clasificaciones cualitativas en el Capítulo 6, incluyendo predicciones, explicaciones, confusiones, cambios de idea e instrumentos gráficos. La estructura permite identificar patrones y aplicar filtros automáticos que refuerzan la sistematicidad del análisis.

El archivo contiene entradas individuales para cada estudiante y una entrada adicional por cada respuesta grupal. Cada objeto en el archivo incluye campos como `nombre`, `equipo`, `predicción`, `explicación`, `confusión`, `cambio_de_idea`, `instrumento_gráfico` y `es_grupal`. A continuación, se muestra un fragmento representativo:

```
[
  {
    "nombre": "Gabriela",
    "equipo": "Equipo 1",
    "predicción": "Se apaga porque el agua entra por los agujeros.",
    "explicación": "Se apagó porque se acabó el aire y se metió el agua por los hoyos.",
    "confusión": "Equivale aire con oxígeno.",
    "cambio_de_idea": "sí",
    "instrumento_gráfico": "Esquema con flechas que indican movimiento del agua.",
    "es_grupal": false
  },
  {
    "nombre": "Respuesta grupal",
    "equipo": "Equipo 1",
    "predicción": "La vela se mantiene encendida.",
    "explicación": "El aire impide que el agua se meta y apague la vela.",
    "confusión": "",
    "cambio_de_idea": "",
    "instrumento_gráfico": "No aplica",
    "es_grupal": true
  }
]
```

El archivo completo está disponible en línea para consulta académica mediante el siguiente enlace:

<https://drive.google.com/drive/folders/1HGpKcTpMZIGk0ehX1BsYmHpheR9eNLv6?usp=sharing>

Además de la estructura organizada del archivo JSON, se desarrollaron scripts en Python que permiten automatizar la identificación de patrones y la aplicación de filtros sobre las respuestas recolectadas. Estos instrumentos computacionales refuerzan la sistematicidad del análisis cualitativo al facilitar la extracción de información clave, como la frecuencia de ciertas confusiones, la cantidad de estudiantes que cambiaron de idea por equipo, o la comparación entre respuestas grupales e individuales. A modo de ejemplo, se implementaron funciones para: (1) filtrar las respuestas según su tipo (individual o grupal); (2) agrupar explicaciones similares; (3) identificar confusiones frecuentes; y (4) contabilizar patrones de cambio conceptual. El uso de este enfoque automatizado no solo permite reproducir con mayor eficiencia el análisis presentado en el Capítulo 6, sino que también habilita su adaptación a estudios posteriores con estructuras similares.

Los códigos utilizados para este procesamiento están disponibles en el mismo repositorio digital donde se encuentra el archivo JSON, accesible mediante el enlace proporcionado.

## G.2. Fragmentos de código Python utilizados

A continuación se presentan algunos fragmentos de código en lenguaje Python que fueron utilizados para procesar el archivo JSON y sistematizar el análisis de datos:

```
Cargar archivo JSON

def cargar_datos(ruta):
    import json
    with open(ruta, 'r', encoding='utf-8') as archivo:
        return json.load(archivo)

Filtrar respuestas grupales

respuestas_grupales = [r for r in datos if r['es_grupal']]

Contar cambios de idea

cambios_idea = sum(1 for r in datos if r['cambio_de_idea'].lower() == 'si')

Agrupar explicaciones por categoría

from collections import Counter
explicaciones = Counter([r['explicación'] for r in datos if not r['es_grupal']])

Identificar confusiones más frecuentes

confusiones = Counter([r['confusión'] for r in datos if r['confusión']])
```

Estos fragmentos forman parte de un conjunto más amplio de herramientas desarrolladas para el análisis, disponibles junto al archivo de datos en el repositorio digital indicado anteriormente. Estos procedimientos también permiten replicar el análisis cualitativo presentado en el Capítulo 6 y facilitan su extensión a otros estudios similares.

# Bibliografía

- I. Abrahams and R. Millar. Does practical work really work? a study of the effectiveness of practical work. *International Journal of Science Education*, pages 1945–1969, 2008. doi: 10.1080/09500690701749305.
- I. Abrahams and M. J. Reiss. Practical work: Its effectiveness in primary and secondary schools in England. *Journal Of Research in Science Teaching*, pages 1035–1055, 2012. doi: 10.1002/tea.21036.
- S. A. Alaniz Álvarez and Á. F. Nieto Samaniego. *Experimentos simples para entender una tierra complicada*, volume 3. Universidad Autónoma de México, México, 2011.
- AnglikNuurbi. Experimento "el aire ocupa un lugar". <https://www.youtube.com/watch?v=P7U402zfc2E>, 2014.
- D. Ausubel, J. Novak, and H. Hanesian. *Significado y aprendizaje significativo*. 1976.
- E. Canestro. *Experimentos con el aire*. Albatros, Buenos Aires, 2009.
- M. Carretero. *Constructivismo en la educación*. Tilde, Argentina, 2020.
- Recetas Caseras. Experimentos caseros - agua y presión del aire. <https://www.youtube.com/watch?v=P7U402zfc2E>, 2010.
- Clases con Cris. El aire ocupa espacio. <https://www.youtube.com/watch?v=pi04ZgBjuug>, 2020.
- D. Corredor Gómez, A. A. González Restrepo, and Á. M. et al. Gálvez Pineda. *Educación en la primera infancia*. Coruniamericana, Barranquilla, Colombia, 2016.
- S. Ed Brown. *Experimentos de Ciencia en Educación Infantil*. Narcea, Madrid, España, 2002.
- F. Flores Camacho and L. Gallegos Cázares. Construcción de conceptos físicos en estudiantes. la influencia del contexto. *Perfiles Educativos*, page 86, 1999. URL <https://www.redalyc.org/pdf/132/13208606.pdf>.
- David Halliday, Robert Resnick, and Jearl Walker. *Fundamentals of Physics*. Wiley, Hoboken, NJ, 10 edition, 2014. ISBN 978-1-118-23072-5.
- C. Hernández H. and R. Yaya E. Una propuesta constructivista para la enseñanza de la física. *Voces y Silencios: Revista Latinoamericana de Educación*, pages 53–68, 2010.
- Paul G. Hewitt. *Conceptual Physics*. Pearson, San Francisco, CA, 10 edition, 2007. ISBN 978-0-13-166301-5.
- J. Meece. *Desarrollo del niño y del adolescente. Compendio para educadores*. SEP, México, D.F., 2000.

- Instituto Educativo Modelo. El aire ocupa espacio. <https://www.educativomodelo.edu.ar/boletin/Julio2008/SextoGradoExperimentos.pdf>, 2008.
- J. Piaget. La teoría de piaget. *Infancia y aprendizaje*, pages 13–54, 1981.
- M. Picquart. ¿qué podemos hacer para lograr un aprendizaje significativo de la física? *Latino American Journal of Physics Education*, pages 29–36, 2008.
- Laura. Profe. Experimento 1. <https://www.youtube.com/watch?v=9tx0CXF0pN0>, 2017.
- M. Rivas Navarro. *Procesos Cognitivos y aprendizaje significativo*. Subdirección General de Inspección Educativa de la Viceconsejería de Organización Educativa de la Comunidad de Madrid, Madrid, España, 2008.
- David Israel Pacheco Romero, Josip Slisko Ignjatov, and Adrián Corona Cruz. Mejorando la efectividad de los experimentos en la enseñanza temprana de la física: Un enfoque innovador para demostrar que el aire ocupa espacio. *Latin American Journal of Physics Education*, 18 (2):2314–1–2314–6, June 2024. ISSN 1870-9095. URL <http://www.lajpe.org>. Recibido: 17 de marzo de 2024, aceptado: 30 de mayo de 2024.
- Roberto Hernández Sampieri, Carlos Fernández Collado, and María del Pilar Baptista Lucio. *Metodología de la investigación*. McGraw-Hill Interamericana Editores, México D.F., 6 edition, 2014. ISBN 978-607-15-0291-9.
- Paul A. Tipler and Gene Mosca. *Physics for Scientists and Engineers*. W. H. Freeman, New York, NY, 6 edition, 2008. ISBN 978-1-4292-0137-8.
- L. Vigotsky. Interacción entre enseñanza y desarrollo. *Selección de lecturas de Psicología de las edades*, pages 3–27, 1988.
- E. Viguera, A. Grande, J. Toval, and M. et al. Argibay. Ficha 8. el aire ocupa un espacio. [https://www.encuentrosconlaciencia.es/?page\\_id=2070](https://www.encuentrosconlaciencia.es/?page_id=2070), 2016.
- M. Villegas and J. Benegas. Aprendizaje conceptual en un curso de física general basado en estrategias de aprendizaje activo. *Revista de enseñanza de la Física*, pages 325–354, 2020. URL <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF/article/view/31014>.
- Hugh D. Young and Roger A. Freedman. *University Physics with Modern Physics*. Pearson, Boston, MA, 15 edition, 2019. ISBN 978-0-134-98466-9.