

**UNIDAD DIDÁCTICA: EL EFECTO FOTOELÉCTRICO Y SU APLICACIÓN EN
LOS PANELES SOLARES**

LOREN TATIANA DAZA OLMOS

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE FÍSICA
BOGOTÁ D.C.
2023**

**UNIDAD DIDÁCTICA: EL EFECTO FOTOELÉCTRICO Y SU APLICACIÓN EN
LOS PANELES SOLARES**

LOREN TATIANA DAZA OLMOS

TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR EL TÍTULO DE LICENCIADA EN FÍSICA

SANDRA MILENA FORERO DIAZ
Asesora de trabajo de grado
DOCTORA EN EDUCACIÓN EN CIENCIAS

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE FÍSICA
BOGOTÁ D.C.
2023

Este trabajo está dedicado a mi mamá, mi hermana Brenda y a aquellas mujeres que formaron lo que hoy soy.

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi más sincera gratitud a todas las personas que contribuyeron de manera significativa a la realización de este trabajo de grado, en el cual se llevó a cabo la implementación de una unidad didáctica en el Colegio Ramón B. Jimeno.

En primer lugar, deseo agradecer a la docente Sandra Forero, mi asesora de trabajo de grado, por su orientación, apoyo y valiosas sugerencias a lo largo de todo el proceso de investigación y desarrollo de la investigación. Su experiencia y dedicación fueron fundamentales para el éxito de este proyecto.

Extiendo mi agradecimiento a la dirección del colegio Ramón B. Jimeno. Por brindarme la oportunidad de llevar a cabo esta implementación en sus instalaciones. La colaboración y apertura mostrada por el señor rector Augusto Olarte y todo el equipo directivo fueron esenciales para lograr los resultados esperados. Asimismo, quiero expresar reconocimiento a los docentes Edgar Tovar y Claudia Toro junto con los estudiantes y personal administrativo de la institución que participaron e hicieron posible la implementación. Su disposición para colaborar, proporcionar datos, retroalimentar y su compromiso con la mejora de metodologías para dinamizar los procesos de aprendizaje fueron invaluable.

Así mismo, agradezco enormemente a mi tutor de práctica, el docente Humberto Albarracín quien sembró en mí un cariño incondicional por la docencia. También quiero agradecer a mi familia y amigos por su apoyo incondicional durante este proceso académico. Sus palabras de aliento en los días más difíciles fueron para mí como un salvavidas. Gracias a Juan Manuel, Andrés, Camila y Felipe por despejar mi panorama en los días más nublados. Por último, quiero agradecer a todos los autores y académicos cuyas investigaciones y trabajos fueron de inspiración para el desarrollo de la investigación.

Este trabajo no habría sido posible sin el apoyo de todas estas personas e institución. ¡Muchas gracias a todos!

CONTENIDO

1. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA EXPERIENCIA	11
2. PROBLEMA DE LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA.	12
3. POBLACIÓN BENEFICIADA	14
4. JUSTIFICACIÓN DEL DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN	21
5. ELEMENTOS TEORICOS ABORDADOS	23
5.1 EXPERIENCIA DIDÁCTICA:	23
5.2 UNIDAD DIDÁCTICA:	25
5.3 EFECTO FOTOELÉCTRICO:.....	26
6. DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL DIDÁCTICO CONSTRUIDO.	32
6.1 Componentes de la unidad didáctica.....	32
6.2 Laboratorio virtual.....	33
6.3 Proyecto final	34
7. SISTEMATIZACIÓN DE LA IMPLEMENTACIÓN.	51
8. REFLEXIÓN SOBRE LOS ALCANCES PEDAGÓGICOS Y DIDÁCTICOS.	72
9. REFERENTES BIBLIOGRÁFICOS.....	74
10. ANEXOS.....	73

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Consolidado de las respuestas del laboratorio virtual – Autoría propia	63
Tabla 2. Carros contruidos por los estudiantes de 1001 - Autoría propia	66
Tabla 3. Carros contruidos por los estudiantes de 1002 - Autoría propia	66
Tabla 4. Carros contruidos por los estudiantes de 1003 - Autoría propia	66
Tabla 5. Tabulación de las entrevistas - Autoría propia	68

LISTA DE GRÁFICAS

	Pág.
Gráfica 1. Pregunta 1 de la encuesta: ¿A qué curso pertenece?	16
Gráfica 2. Pregunta 2 de la encuesta: ¿Alguna vez has visto un panel solar?	17
Gráfica 3. Pregunta 3: ¿Dentro de la institución hay paneles solares?	17
Gráfica 4. Pregunta 4: Si su respuesta anterior fue SI, ¿Dónde los ha visto? Si su respuesta anterior fue NO por favor escriba: no aplica	18
Gráfica 5. Pregunta 5: ¿Sabe para qué sirven los paneles solares? En caso de que su respuesta sea SI descríbalos	18
Gráfica 6. Pregunta 6: ¿Sabe cómo funcionan los paneles solares? En caso de que su respuesta sea SI descríbalos	19
Gráfica 7. Pregunta 7: ¿Está interesado en conocer más acerca del funcionamiento de los paneles solares?	20

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Paneles sobre el área administrativa	15
Figura 2. Paneles solares del parqueadero I	15
Figura 3. Paneles solares del parqueadero II	15
Figura 4. Efecto fotoeléctrico. Elaboración propia.	27
Figura 5. Simulador virtual del Efecto fotoeléctrico	30
Figura 6. Portada de la unidad didáctica	32
Figura 7. Índice de la unidad didáctica	33
Figura 8. Propósito de la unidad didáctica	34
Figura 9. Objetivos de la unidad didáctica	35
Figura 10. Núcleos conceptuales de la unidad didáctica	36
Figura 11. Códigos QR de los bloques conceptuales	37
Figura 12. Secuencia de trabajo de la unidad didáctica	38
Figura 13. Estaciones 1 – 3 de la unidad didáctica	39
Figura 14. Estación 4 de la unidad didáctica	39
Figura 15. Estaciones 5 y 6 de la unidad didáctica	41
Figura 16. Proyecto final parte I	42
Figura 17. Proyecto final parte II	43
Figura 18. Proyecto final parte III	44

Figura 19. Proyecto final parte IV	45
Figura 20. Proyecto final parte V	46
Figura 21. Ultima portada de la unidad didáctica	47
Figura 22. Fechas en las cuales se implementó	48
Figura 23. Relación entre cada color y cada etapa de la implementación	48

LISTA DE ANEXOS

Anexo A. Carta para el rector

Anexo B. Soluciones de la guía del laboratorio virtual

Anexo C. Consentimiento informado padres de familia

Anexo D. Resultados Encuesta

Anexo E. Evidencias fotográficas

Anexo F. Análisis sobre las respuestas obtenidas en la solución de la guía de laboratorio virtual

Anexo G. Diario de campo

1. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA EXPERIENCIA

La presente experiencia didáctica se enmarca en el Reglamento de Trabajo de Grado de la Licenciatura en Física, Acuerdo No. 01 de 2021, el cual define esta modalidad como un "proceso de investigación formativa que aborda la didáctica de la física en un contexto específico, ya sea en instituciones de educación formal o no formal." El propósito de esta experiencia es desarrollar una experiencia didáctica relevante para los docentes de física. La experiencia se centra en guiar el proceso de aprendizaje de los estudiantes acerca del efecto fotoeléctrico y sus aplicaciones en la vida cotidiana, especialmente en contextos con paneles solares. La problemática identificada radica en que, a pesar de tener paneles solares en su entorno, los estudiantes no se cuestionan sobre el funcionamiento de estos. Aunque conocen su utilidad, desconocen la ciencia detrás de su operación.

La experiencia busca aprovechar la proximidad de los estudiantes a los paneles solares para establecer una conexión directa. Esto, a su vez, contribuirá a una comprensión más fácil y significativa del tema. La idea es que los estudiantes no solo reconozcan el propósito de los paneles solares, sino que también adquieran un entendimiento profundo de los principios científicos subyacentes.

En este contexto, se plantea una unidad didáctica diseñada para instituciones educativas que utilizan paneles solares para su funcionamiento. De esta manera, la implementación es relevante para enseñar el efecto fotoeléctrico. La unidad didáctica propuesta para los docentes abarca una variedad de explicaciones, actividades y prácticas experimentales diseñadas de manera acorde a los estilos de aprendizaje de los estudiantes y al enfoque pedagógico adoptado por la institución. El propósito fundamental es dirigir el proceso de aprendizaje hacia una comprensión sólida del efecto fotoeléctrico.

Es importante destacar que a consideración de los docentes esta unidad didáctica podría aplicarse en diferentes entornos educativos, sin embargo, se recomienda que la institución o comunidad cuente con paneles solares operativos, ya que esta condición facilita la comprensión del fenómeno.

En consecuencia, resultó de vital importancia, en una fase inicial, la identificación de la población en la que se llevaría a cabo esta experiencia didáctica. Luego de una exhaustiva búsqueda y considerando que la institución educativa seleccionada en la propuesta de trabajo de grado no pudo participar debido a problemas de orden público, se optó por el Colegio Ramón B. Jimeno. Esta institución ha estado utilizando paneles solares como fuente de energía para su infraestructura eléctrica desde el año 2015. Por lo tanto, se adaptó la propuesta de enseñanza inicial a este nuevo contexto.

En el desarrollo de la experiencia didáctica, se documenta la implementación de la unidad didáctica, se analizan los resultados obtenidos, se evalúa la propuesta realizada y se ofrecen posibles recomendaciones o sugerencias para futuras implementaciones.

2. PROBLEMA DE LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA.

Según lo señalado por Arruda (2003), “la necesidad de vincular los contenidos de la Física con los intereses prácticos de los estudiantes y de promover una enseñanza comprometida con las transformaciones técnico-científicas actuales ha sido una preocupación central en las investigaciones sobre la didáctica de la enseñanza de la Física”. En esta misma línea, Grajales (2017) argumenta que “vivimos en una era cuántica que justifica avanzar en la enseñanza de la física moderna en las escuelas”.

A pesar de que la física clásica ha desempeñado un papel fundamental en el desarrollo de la ciencia, es evidente que muchos de sus conceptos y principios resultan abstractos y difíciles de comprender para los estudiantes. Por lo tanto, es esencial conectar lo que se aprende en la clase de física con las aplicaciones en la tecnología actual que forman parte de nuestra vida diaria. Sin embargo, es importante tener en cuenta que “la comprensión de la física moderna requiere la claridad de ciertos conceptos fundamentales que son indispensables para entender diversos fenómenos”, como apunta Sánchez (1988).

En el ámbito educativo, surge una pregunta recurrente sobre la relevancia de enseñar física en las instituciones de educación secundaria. Como se mencionó anteriormente, esto subraya la necesidad de vincular la ciencia y la física con situaciones cotidianas. Para lograrlo, es crucial evaluar la pertinencia de enseñar un tema específico en un contexto o comunidad particular. Por lo tanto, es crucial enfocarnos en que, aunque la población cuenta con paneles solares, no todos logran indagar en el funcionamiento de estos. Aunque tienen conocimiento de su propósito, desconocen la ciencia subyacente que respalda su operación.

Como señala Zapata (2016), “un contexto puede abarcar desarrollos tecnológicos con impacto significativo en la sociedad”. Se ha observado que al relacionar el contenido de la enseñanza en el aula con la realidad fuera de ella, como los avances tecnológicos, se despierta el interés de los estudiantes, lo que a su vez conduce a un mejor rendimiento académico. En palabras de Zapata (2016), “la enseñanza y el aprendizaje basados en el contexto se han convertido en un enfoque emergente en la didáctica de las ciencias, junto con otros enfoques como el aprendizaje basado en problemas, la indagación, el aprendizaje activo, entre otros, todos ellos con el objetivo de mejorar la pertinencia de la enseñanza de las

ciencias, aumentar la participación de los estudiantes, su satisfacción personal y su motivación por la ciencia, entre otros aspectos”.

Esta conexión permite a los estudiantes encontrar significado en lo que aprenden en clase y relacionarlo con sus experiencias cotidianas. A pesar de que la comprensión de la física que se enseña en las escuelas suele considerarse desafiante, la física moderna, que rara vez se aborda en las instituciones educativas, se percibe como aún más compleja. No obstante, a lo largo de los años, se ha demostrado que, al utilizar las estrategias adecuadas para cada grupo de estudiantes, es posible lograr excelentes resultados de aprendizaje. Por experiencia propia, durante la formación de educación media, me pregunte sobre el funcionamiento de los paneles solares en el municipio de Granada-Meta, sin embargo, ello no fue objeto de estudio y hoy en día que en municipios como este se han venido implementando cada vez más su uso, considero que estos intereses de aprendizaje pueden llegar a ser atendidos a partir de la unidad didáctica que se entrega en el desarrollo de este trabajo de grado.

En este sentido, basándonos en la caracterización de la población objeto de implementación, se ha identificado que los docentes abordan el tema de paneles solares en cursos inferiores (sexto y séptimo). No obstante, su enfoque no se centra en la física de estos dispositivos, sino más bien en su integración dentro del contexto de las energías alternativas, sin profundizar en el funcionamiento de los paneles solares, destacando su contribución para minimizar el impacto ambiental. Dado lo anterior, una vez se presentó la propuesta de intervención, las autoridades académicas de la Institución viabilizaron la puesta en marcha de la implementación en pro de apoyar las acciones pedagógicas y didácticas que se encuentran enmarcadas en el enfoque pedagógico Jimenista.

Retomando la importancia de introducir temáticas de física moderna, siguiendo las palabras de Pérez y Solbes (2006), “es factible enseñar la teoría de la relatividad de manera que mejore el aprendizaje de los estudiantes y fomente una visión positiva y crítica de la ciencia, mediante programas de actividades diseñados en consonancia con un enfoque de enseñanza-aprendizaje orientado a la investigación”. Además, este enfoque será valorado de manera positiva por los docentes. En línea con esta perspectiva, Ramal y José (1999) argumentan que “un enfoque de aprendizaje más abierto, donde la construcción del conocimiento se presenta como una especie de aventura, puede resultar altamente motivador y atraer a los alumnos”.

Teniendo en cuenta lo mencionado anteriormente, en este trabajo de grado se proporciona una unidad didáctica desarrollada durante la investigación. Esta unidad puede servir como un recurso didáctico útil para los profesores de física que deseen enseñar a estudiantes de grados décimo u once el funcionamiento de los

paneles solares presentes en su comunidad educativa, considerando que detrás de su operación se encuentra el efecto fotoeléctrico. De esta manera, se busca establecer una relación efectiva entre lo que se aprende en el aula y las experiencias fuera de ella. La pregunta orientadora que delimitó el desarrollo del trabajo de grado es:

¿Cómo puede fomentarse la enseñanza de la física moderna entre los estudiantes de secundaria, utilizando una unidad didáctica centrada en los paneles solares en el contexto del Colegio Ramón B. Jimeno?

3. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL:

Elaborar e implementar una unidad didáctica centrada en el efecto fotoeléctrico en un entorno educativo que emplea paneles solares.

OBJETIVOS ESPECIFICOS:

- Caracterizar la población beneficiada, abarcando aspectos físicos, sociales y pedagógicos, con el propósito de identificar el impacto de la unidad didáctica en el proceso de enseñanza-aprendizaje.
- Diseñar una unidad didáctica que integre el uso de paneles solares en la enseñanza del efecto fotoeléctrico.
- Documentar de manera sistemática la experiencia didáctica y establecer los resultados obtenidos al implementarse la unidad didáctica.

4. POBLACIÓN BENEFICIADA

El Colegio Ramón B. Jimeno fue fundado bajo la dirección de la Empresa de Acueductos y Alcantarillados de Daniel Rueda Briceño de Bogotá. Recibió el nombre de Ramón B. Jimeno, el iniciador de la primera empresa de agua en la ciudad de Bogotá, quien en 1888 realizó las primeras conducciones de agua a la capital. La institución educativa fue construida sobre el tanque de agua de San Diego que supe de agua a gran parte del centro de la ciudad. Fue creado como un colegio mixto para hijos de empleados y pensionado de la empresa estatal de acueducto, cuya administración y operación quedaba a cargo de la empresa, según las normas vigentes de la Secretaría de Educación de Bogotá y del Ministerio de Educación. Por ello, la institución se encuentra bajo el régimen especial, ya que,

aunque no está reconocida como una entidad de carácter público ante la Secretaría de Educación, al estar gestionada por una empresa pública se clasifica como una institución educativa pública.

La institución ha adoptado un enfoque pedagógico de corte constructivista como base de su modelo educativo. Su objetivo es proporcionar a los estudiantes las herramientas necesarias para que puedan asumir un rol protagónico en sus procesos de aprendizaje. Siguiendo el enfoque pedagógico del colegio, se propone la unidad didáctica como una mediación en la enseñanza del efecto fotoeléctrico. Además de esto, la comunidad educativa se adhiere al enfoque pedagógico denominado "Enseñanza para la Comprensión", según se describe en el Manual de Convivencia. Este enfoque fomenta la realización de proyectos como la modalidad más efectiva para concretar los objetivos educativos. Su propósito es que los estudiantes puedan establecer conexiones entre lo que aprenden en el aula y las situaciones de su vida diaria. En consecuencia, dentro de la unidad didáctica se presenta un proyecto final que sigue la línea de la enseñanza para la comprensión propuesta por la institución.

Es importante destacar que la institución, en consonancia con su filosofía ambiental, ha instalado un sistema completo de paneles solares para abastecer la infraestructura eléctrica del plantel. Estos paneles solares están diseñados con una vida útil proyectada de 25 años. Fueron estratégicamente ubicados en diferentes puntos dentro de la institución con el propósito de maximizar su exposición a la luz solar. La primera sección se encuentra instalada en el techo del área administrativa, mientras que la segunda sección está ubicada en el estacionamiento de la institución. Esta disposición se ha planificado para aprovechar la sombra proporcionada por los paneles, beneficiando tanto a los estudiantes como a los vehículos estacionados en el área.



Figura 1: Paneles solares sobre el área administrativa



Figura 2: Paneles solares del parqueadero I



Figura 2: Paneles solares del parqueadero II

La Institución Educativa tomó la decisión de llevar a cabo la implementación de investigación en los grados décimos debido a factores clave que respaldaban esta elección. Previo a desarrollarse el proceso de implementación, los estudiantes ya habían abordado temas relacionados con el efecto fotoeléctrico, como la transformación de la energía y la cantidad de movimiento. Además, los estudiantes habían elaborado una infografía que explicaba minuciosamente el funcionamiento del acelerador de partículas. Estos antecedentes proporcionaron una base sólida para abordar y comprender el efecto fotoeléctrico.

Es relevante señalar que cada uno de los cursos de grado décimo cuenta con aproximadamente 25 estudiantes. Durante la fase de observación, se identificaron similitudes significativas en los estilos de aprendizaje entre los estudiantes. Llama la atención el alto nivel de interés que muestran los estudiantes en la materia de física. Incluso aquellos que enfrentan desafíos se esfuerzan al máximo por mantenerse al ritmo de la clase a su nivel óptimo. En el contexto de esta asignatura, y siguiendo el enfoque pedagógico del colegio se promueve la creación de proyectos que permiten a los estudiantes integrar lo que han aprendido a lo largo de cada período académico.

Durante la etapa de observación, se destacaron tres características en cuanto a los estilos de aprendizaje de los estudiantes. En primer lugar, prevalece un enfoque en el aprendizaje basado en proyectos, lo cual es una característica común en la mayoría de los estudiantes. Los proyectos les resultan sumamente atractivos y les ayudan a comprender conceptos que podrían haber sido difíciles de asimilar durante las clases. La interacción con los montajes construidos por los propios estudiantes facilita en gran medida su comprensión. En segundo lugar, se encontró una considerable proporción de estudiantes que muestran una inclinación

hacia la asimilación de información mediante apoyos visuales, como videos e imágenes. Este enfoque visual les permite comprender el contenido de manera más efectiva. Por último, se encuentra un grupo reducido de estudiantes que se sienten cómodos al entender los conceptos a través de ecuaciones y operaciones matemáticas. No obstante, es importante destacar que esta última característica es menos común en comparación con las otras mencionadas. Es necesario destacar que estas características identificadas en los estudiantes se toman en consideración para adaptar la unidad didáctica a sus preferencias de trabajo, buscando obtener el mejor resultado posible durante su implementación.

Con el propósito de caracterizar a los estudiantes y evaluar su nivel de conocimiento sobre el funcionamiento de los paneles solares y su existencia en la institución, se aplicó un cuestionario que arrojó los siguientes resultados:

- a) El día en que se aplicó el formulario, se registró la asistencia de 70 estudiantes de los grados décimos. De este total, 27 estudiantes del grado 1001 asistieron (lo que representa el 38% del total), 23 del grado 1002 (33%) y 20 del grado 1003 (29%), tal como se refleja en el gráfico adjunto:



Gráfica 1: Pregunta 1 de la encuesta: ¿A qué curso pertenece?

- b) De acuerdo a los datos presentados en las gráficas 2 y 3, de los 70 estudiantes encuestados, solamente 2 de ellos afirmaron que no habían tenido experiencia previa con paneles solares. Esto podría sugerir que la gran mayoría de los estudiantes están familiarizados con o han tenido algún tipo de contacto anterior con esta tecnología.

Sin embargo, cuando se les cuestionó sobre si habían visto paneles solares específicamente dentro de la institución, la perspectiva de estos 2 estudiantes cambió. Esto insinúa que, aunque inicialmente manifestaron no haber visto paneles solares, es plausible que, tras una revisión más detallada o al recordar mejor, reconocieran que, de hecho, habían tenido la oportunidad de observar paneles solares dentro de su entorno educativo. Esto podría

deberse a una falta inicial de conciencia o a una falta de atención prestada a su entorno en un primer momento.



Gráfica 2: Pregunta 2 de la encuesta: ¿Alguna vez has visto un panel solar?



Gráfica 3: Pregunta 3 de la encuesta: ¿Dentro de la institución hay paneles solares?

- c) La cuarta pregunta establece una conexión directa con la pregunta 3, ya que solicita a los estudiantes que, en caso de haber respondido afirmativamente a la pregunta 3, detallen en qué áreas específicas del colegio han visto paneles solares. Esta pregunta se formuló de manera abierta con el objetivo de permitir que los estudiantes proporcionen respuestas sin estar limitados por opciones predefinidas.

Los resultados arrojaron similitudes en las respuestas proporcionadas por los estudiantes. Como respuesta menos común, 9 de los estudiantes simplemente mencionaron que han visto paneles solares en el colegio, sin precisar las áreas específicas en las que los han observado. Específicamente, se observó que un total de 16 de los 70 estudiantes mencionaron que son conscientes de la presencia de paneles solares en el techo de la zona administrativa. La baja cantidad de respuestas en esta opción podría explicarse por el hecho de que estos paneles están fuera del campo visual de muchos estudiantes y, por lo tanto, es menos probable que los noten o los mencionen. Por otro lado, la mayoría de los estudiantes (45) señalaron que han visto paneles solares en la zona del estacionamiento, posiblemente debido a que esta área es una de las más concurridas por los estudiantes.



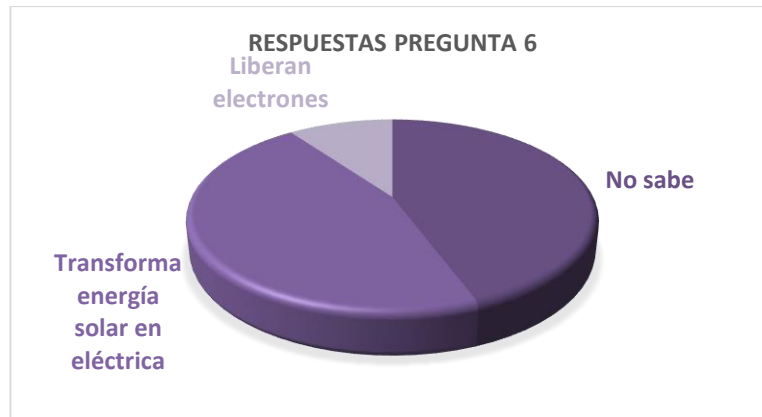
Gráfica 4: Pregunta 4 de la encuesta: Si su respuesta anterior fue SI, ¿Dónde los ha visto? Si su respuesta anterior fue NO por favor escriba: no aplica

Mientras que algunos estudiantes respondieron sin mencionar áreas específicas, otros identificaron principalmente la zona del estacionamiento como el lugar donde han observado estos paneles solares. En contraste, una minoría hizo referencia a la ubicación en el techo de la zona administrativa. La baja frecuencia de esta última respuesta podría explicarse por la limitada visibilidad de estos paneles desde áreas comunes.

- d) Las preguntas quinta y sexta tenían como objetivo evaluar el nivel de conocimiento de los estudiantes sobre el uso y funcionamiento de los paneles solares, con la intención de establecer una guía de trabajo para abordar los conceptos relevantes. A continuación, se presentan las respuestas obtenidas:



Gráfica 5: Pregunta 5 de la encuesta: ¿Sabe para qué sirven los paneles solares? En caso de que su respuesta sea SI descríbalo



Gráfica 6: Pregunta 6 de la encuesta: ¿Sabe cómo funcionan los paneles solares? En caso de que su respuesta sea SI describalo

Al analizar las gráficas 5 y 6, se aprecia que algunos estudiantes ya cuentan con conocimientos previos acerca del uso y funcionamiento de los paneles solares. Sin embargo, también se observa que hay estudiantes que, a pesar de creer que tienen una comprensión del tema, presentan concepciones erróneas. En consecuencia, se espera que, a través de la implementación de la unidad didáctica, se pueda profundizar y aclarar estos conceptos incorrectos, estableciendo una conexión más precisa entre ellos y el funcionamiento de los paneles solares, así como con el fenómeno del efecto fotoeléctrico.

- e) Por último, se indagó sobre el nivel de interés de los estudiantes en aprender sobre los paneles solares y su funcionamiento. Como se refleja en la gráfica 7, de los 70 estudiantes encuestados, una gran mayoría, concretamente 65 de ellos, expresaron un interés genuino en profundizar en el conocimiento del funcionamiento de los paneles solares. Este hallazgo indica un elevado grado de interés y curiosidad en la mayoría de los estudiantes con respecto a la energía solar y la tecnología de paneles solares.

En contraste, un grupo más reducido de 5 estudiantes indicó que no están interesados en conocer más sobre el funcionamiento de los paneles solares. A pesar de que esta cifra es significativamente menor que el grupo interesado, es importante reconocer que siempre existirá variabilidad en las actitudes e intereses dentro de un grupo de individuos.



Gráfica 7: Pregunta 7 de la encuesta: ¿Está interesado en conocer más acerca del funcionamiento de los paneles solares?

Los resultados de la pregunta revelan un marcado entusiasmo por aprender más acerca del funcionamiento de los paneles solares entre la mayoría de los estudiantes que participaron en la encuesta. Este hallazgo presenta una oportunidad valiosa para fomentar la educación y la conciencia en torno a la energía solar y la sostenibilidad en este grupo de estudiantes. Al mismo tiempo, es fundamental reconocer y respetar las diferencias individuales en los intereses y preferencias de aprendizaje de los estudiantes.

Considerando la información analizada hasta este punto, creemos que podemos atender de manera efectiva las necesidades e intereses de los estudiantes mediante la unidad didáctica que hemos desarrollado y presentado en este trabajo de grado. Es crucial destacar que con esto no solo buscamos satisfacer los intereses de los estudiantes, sino que también proponemos una solución a la problemática identificada en el transcurso de la investigación porque se aborda la didáctica de la física en un contexto específico.

5. JUSTIFICACIÓN DEL DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

En Latinoamérica, las críticas al sistema educativo y sus limitaciones en cuanto a los procesos de aprendizaje de los estudiantes son frecuentes. A pesar de que estas preocupaciones han persistido a lo largo del tiempo, a menudo no se encuentran respuestas efectivas para abordar estos desafíos. Por lo tanto, sigue siendo pertinente preguntarse: ¿Qué aportes pueden hacerse para lograr un cambio significativo en la educación?

Este cuestionamiento involucra varios factores, pero en este análisis nos centraremos en el debate sobre la responsabilidad de las estrategias utilizadas en

los procesos de enseñanza. Como lo menciona Orozco y otros (2013), "La pedagogía actual cuenta con una diversidad de elementos didácticos para poner al servicio de la docencia en la transmisión de los nuevos saberes; sin embargo, es evidente la falta de utilización de estos recursos en la labor educativa, debido a que las prácticas pedagógicas de los docentes a menudo siguen modelos tradicionales basados en la tiza, la voz y el pizarrón."

Es fundamental destacar que no se debe atribuir exclusivamente a los docentes la responsabilidad de este problema, sino más bien a la necesidad de mejorar su formación. Es posible que muchos docentes no hayan desarrollado las habilidades necesarias para utilizar recursos didácticos que fomenten el interés de los estudiantes en el aula.

La investigación previamente descrita, los avances durante los seminarios de investigación de la Línea IV de profundización y el interés de la autora de este trabajo de grado han delineado el camino a seguir. En un primer plano, se optó por la modalidad de experiencia didáctica, motivada por un interés personal de fomentar la enseñanza basada en el contexto. Sin embargo, fue imperativo establecer límites claros, considerando el creciente uso de paneles solares en los últimos años, se decidió abordar los conceptos físicos que subyacen de esta tecnología.

A pesar de la presencia masiva de paneles solares en nuestro entorno cotidiano, gran parte de la población no se cuestiona sobre su funcionamiento. Con este contexto en mente, se identificó al Colegio Ramón B. Jimeno, que utiliza paneles solares para alimentar su infraestructura eléctrica. Aunque esta elección no resuelve el problema a nivel global, ofrece la oportunidad de abordarlo en esta población específica.

En respuesta a esto, se ha diseñado una unidad didáctica que explora la enseñanza de un tema de física, el efecto fotoeléctrico, reconocido por su complejidad y relevancia. Además, se establece una conexión directa con el funcionamiento de los paneles solares presentes en la institución educativa objeto de estudio. El propósito fundamental es determinar si al vincular el desarrollo conceptual con su aplicación práctica en la vida cotidiana se pueden lograr mejores resultados de aprendizaje.

Siguiendo la idea de Arencibia y Carballo (2016), "se reconoce la importancia de impulsar la conciencia ambiental en los estudiantes, quienes serán líderes en el futuro". Dado los desafíos futuros con fuentes de energía no renovables, se plantea la conveniencia de considerar el uso masivo de paneles solares en empresas, entidades estatales y residencias, con el objetivo de promover el ahorro de energía y la sostenibilidad.

La elección de abordar el efecto fotoeléctrico en este trabajo se basa en la falta de enseñanza de la física moderna en la educación básica y media, ya que a

menudo se considera que no es pertinente ¿Por qué? Pues bien, esta unidad didáctica busca ser un material de referencia para docentes de física, especialmente aquellos que trabajan en comunidades que hacen uso de paneles solares, lo que facilita la comprensión del fenómeno al relacionarlo con el entorno de los estudiantes.

Como menciona Rodríguez y Cervantes (2006), "El efecto fotoeléctrico es un tema que se puede trabajar en la educación básica y media, siempre y cuando se enfoque de manera diferente. Se debe reemplazar el enfoque basado en la memorización y la enseñanza verbal por el uso de elementos didácticos y pedagógicos que brinden una comprensión más completa del fenómeno y sus aplicaciones."

La introducción de la física moderna en la educación media abre oportunidades para el crecimiento de la comunidad científica y puede despertar el interés de estudiantes que previamente no estaban motivados por la física. El objetivo principal es garantizar que un fenómeno complejo como el efecto fotoeléctrico sea de fácil comprensión para los estudiantes a través de una unidad didáctica que incluye actividades prácticas. Por lo tanto, la presencia del fenómeno en el entorno es fundamental para facilitar la comprensión del tema.

6. ELEMENTOS TEORICOS ABORDADOS

6.1 EXPERIENCIA DIDÁCTICA:

Luego de una revisión bibliográfica tanto en buscadores como en repositorios institucionales, bibliotecas universitarias, Google académico y Scielo, hasta la fecha no se contemplan posturas de autores que permitan entender una definición clara de lo que es una experiencia didáctica, por ello en el presente apartado se buscará dar una definición sólida a dicho concepto.

Según Ruiz (2013) "La experiencia es cualquier actividad o conjunto de actividades que tienen un impacto significativo en la vida de una persona, generando aprendizaje y transformación" mientras que, para Locke (1975) "La experiencia es el conocimiento adquirido a través de la observación, el razonamiento y la interacción con el entorno". Con base en las posturas anteriormente mencionadas se resalta la importancia de la experiencia en sí misma dentro del proceso de aprendizaje de los estudiantes ya que es un componente más de la educación. Con esto la experiencia puede considerarse un elemento intrínseco de la vida, que nos ayuda a aprender de diversas maneras, por ello a través de las experiencias vividas por

nuestros antepasados, adquirimos el conocimiento que poseemos en la actualidad. Pero entonces, ¿En dónde queda el componente de la didáctica?

Las diversas perspectivas presentadas por los diferentes autores convergen en varios puntos sobre la definición de la Didáctica. Aunque existen matices y enfoques distintos, se pueden identificar elementos comunes en sus ideas. Herbart (1935) ve la didáctica como el resultado de la combinación entre enseñanza e instrucción. Pérez (1982) la concibe como una ciencia y tecnología que se centra en el sistema de comunicación intencional, donde se desarrollan los procesos de enseñanza-aprendizaje. Por su parte, Carvajal (1990) plantea que la didáctica es parte de la pedagogía y se dedica a la adquisición de conocimientos teóricos y prácticos, contribuyendo al desarrollo integral del estudiante. De la Torre (1993) define la didáctica como una disciplina pedagógica cuyo enfoque principal son los procesos de formación en contextos deliberadamente organizados. La organización y planificación de la enseñanza es esencial en esta perspectiva. Es un proceso dinámico que se desarrolla a partir de la interacción entre teoría y práctica. Sin embargo, también es importante recordar, como lo menciona Palacios y León (2000) la Didáctica de las Ciencias no es una disciplina que pueda reescribir como enseñar, sino que más bien, al menos en la situación actual de los conocimientos, solo puede pronunciarse sobre lo que no debería suceder en el aula.

Siguiendo la revisión realizada, se considera que la didáctica se refiere al estudio de la aplicación de métodos y estrategias en el proceso de enseñanza-aprendizaje. La cuál busca optimizar la formación intelectual del educando a través de la adquisición de conocimientos teóricos y prácticos. Además, se preocupa por la planificación y organización de la enseñanza en contextos deliberadamente estructurados. Es una disciplina en constante desarrollo, que se nutre de la realidad educativa y se enriquece con el análisis y la reflexión de educadores y educandos.

Considerando los elementos previamente discutidos, consideramos que la experiencia didáctica se define como un conjunto de vivencias que facilitan la construcción de conocimiento. Sin embargo, antes de intervenir en este proceso de aprendizaje de los estudiantes, es esencial llevar a cabo una planificación que establezca objetivos claros que funcionen como guías para la experiencia en sí misma. Esto se hace sin que se limite la curiosidad ni las contribuciones individuales de los participantes. Teniendo en cuenta la definición de experiencia didáctica es importante mencionar que esta fue la principal guía en el desarrollo de la investigación ya que se requirió una planificación rigurosa para cada una de las etapas de la investigación, y así

desarrollar un conjunto de vivencias que permitieron la construcción de conocimiento tanto para los estudiantes como para los docentes implicados.

6.2 UNIDAD DIDÁCTICA:

Según diversos autores, existe una diversidad de posturas sobre la unidad didáctica, las cuales están influenciadas por el enfoque pedagógico y la experiencia de los profesores en el campo educativo.

Rodríguez (2010) sostiene que la unidad didáctica es una herramienta fundamental para fomentar el desarrollo de competencias básicas en cada grupo de estudiantes, de acuerdo con lo establecido en los documentos educativos de mayor generalidad, como el Proyecto Educativo. Siguiendo esta línea, Shulman (1987) expresa que las formas más efectivas de representar las ideas en la unidad didáctica son a través de analogías, ilustraciones, ejemplos, explicaciones y demostraciones, que permiten hacer comprensible el tema a los demás.

Por lo tanto, estos y otros autores coinciden en que la unidad didáctica es esencial planificar y organizar la enseñanza y el aprendizaje en el aula. A través de las distintas fases que componen la unidad didáctica, se busca que los estudiantes desarrollen habilidades y adquieran conocimiento.

Durante el diseño de una unidad didáctica es importante contextualizarla debido a que esta se surge en respuesta a la realidad del aula, como lo mencionan Graus y Bouver (2012) “El diseño de una unidad didáctica de manera aislada no brinda la coherencia necesaria, cada una tiene relación con el resto y su ubicación concreta dentro de la programación de aula”.

Es importante destacar que los docentes son responsables de construir estas unidades, teniendo en cuenta el contexto y la población a la que se aplicarán. En este sentido, Gómez y Puentes (2017) plantean que “usualmente la Unidad didáctica corresponde a la planeación de aquello que el docente desea que suceda en el aula”. De esta manera, se adapta la unidad didáctica a los estilos de aprendizaje y las necesidades específicas de los estudiantes, optimizando su relevancia en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

En suma, la unidad didáctica en el presente trabajo de grado considera los siguientes componentes:

- Propósito: Como todo es necesario que las unidades didácticas tengan definido un propósito con el fin de que esta no se confunda con una estrategia didáctica o incluso con una cartilla. Bruner (1960)

enfatisa la importancia de establecer metas educativas claras para guiar el diseño de la instrucción. Argumenta que la enseñanza efectiva debe ir más allá de la simple transmisión de información, centrándose en la comprensión profunda y la capacidad de aplicar el conocimiento. Con esto es importante resaltar que teniendo en cuenta el propósito planteado en la unidad didáctica se logra dar sentido a lo que se quiere llegar con esta.

- **Objetivos:** Es necesario que estos sean pertinentes a las metas a alcanzar, puesto en palabras de Palacios y León (2000) “La explicitación de los objetivos posibilita que se pueda identificar lo que realmente se prioriza enseñar y valorar su coherencia y significatividad, tanto en relación a una unidad didáctica como al conjunto del currículo”. Aunque no existe una guía paso a paso para la construcción de una unidad didáctica, es fundamental que los docentes, al diseñarla, no se limiten a buscar diseños previos y ajustarlos en función de sus objetivos. Si bien esta práctica no es del todo incorrecta, se recomienda que los docentes construyan sus unidades didácticas desde cero, con el fin de preservar la esencia de lo que desean desarrollar en el aula de clases.
- **Conceptos:** Según Gómez y Puentes (2017), los conceptos son categorías estructurantes que posibilitan la comprensión de la realidad y se construyen mediante un proceso complejo de abstracción y síntesis. En sus palabras, "se entiende que los conceptos trascienden y agrupan los temas, pues mientras estos son puntuales y particulares, los conceptos son abstractos y generales". Es crucial destacar que este dominio conceptual debe ser sólido en el docente. La falta de claridad sobre lo que se pretende enseñar puede conducir a errores conceptuales en los estudiantes. Por esta razón, la unidad didáctica propuesta integra bloques conceptuales fundamentales. Estos bloques no solo actúan como cimientos para el diseño de la instrucción, sino que también proporcionan a los docentes los recursos informativos necesarios. De este modo, se busca asegurar que el docente posea un entendimiento preciso y profundo de los conceptos a enseñar, evitando posibles confusiones o malentendidos en el proceso de aprendizaje de los estudiantes.

- Secuencia de trabajo: Siguiendo la línea de Bruner (1960), él menciona la importancia de la estructura y la secuencia en el aprendizaje. Argumenta que organizar el contenido de manera secuencial facilita la comprensión y retención del material por parte de los estudiantes. Una secuencia lógica ayuda a construir una base sólida para la adquisición de conocimientos. Si bien se tiene un argumento sobre el proceso de aprendizaje esto también lo podemos aplicar para el proceso ya que estos van de la mano. Por ello, dentro de la unidad didáctica se propone una secuencia de trabajo que busca dar sentido a cada una de las estaciones propuestas.

6.3 EFECTO FOTOELÉCTRICO (EF):

6.3.1 ¿Cómo surge este fenómeno?:

La razón por la cual Einstein propone su concepción del efecto fotoeléctrico en su artículo publicado en 1905 *Sobre un punto de vista heurístico concerniente a la producción y transformación de la luz* es debido a que la electrodinámica clásica propuesta por Maxwell y Lorentz no daba una explicación convincente acerca de fenómenos de interacción como lo son la emisión y absorción entre la radiación y la materia.

Siguiendo la idea de Rodríguez y Cervantes (2006) “el efecto fotoeléctrico se explica mediante la interacción de la luz con la materia, en particular con los electrones en la superficie de un material”. Según la teoría de Maxwell, la luz es una onda electromagnética que transporta energía en paquetes discretos llamados fotones.

La energía de cada fotón está relacionada con la frecuencia de la luz, de acuerdo con la ley de Planck cuando un fotón choca con un electrón en la superficie de un material (únicamente aplica para materiales fotosensibles), transfiere su energía al electrón. Si la energía del fotón es suficiente para superar la fuerza de unión que mantiene al electrón ligado al átomo, el electrón es liberado del material y se convierte en un electrón libre.

Por otro lado, la teoría de Lorentz establece que los electrones en un material tienen una carga eléctrica y se ven afectados por los campos eléctricos y magnéticos. Cuando la luz incide sobre la superficie del material, los electrones en la superficie son excitados y se mueven bajo la influencia del campo eléctrico de la luz. Si la energía del fotón es lo

suficientemente alta, el electrón puede escapar del material, lo que resulta en la liberación de un electrón libre.

La teoría de Lorentz proporciona una descripción de cómo la energía del fotón se transfiere al electrón, lo que resulta fundamental para comprender el efecto fotoeléctrico. Albert Einstein logró, como señalan Cassini y Levinas (2008), "desarrollar hipótesis sobre la naturaleza cuántica de la luz que permitieron explicar todas las regularidades empíricas conocidas hasta ese momento en relación al efecto fotoeléctrico." Es crucial comprender que, gracias a las contribuciones de Einstein, fue posible unificar todas las teorías existentes sobre este fenómeno, lo que abrió las puertas a un nuevo paradigma en la ciencia, la física y el mundo cuántico.

6.3.2 Contexto histórico:

El gran descubrimiento del efecto fotoeléctrico se le atribuyó a Heinrich Hertz en el momento en el que según Cassini y Levinas (2008) "había descubierto accidentalmente el EF en 1887 cuando, en el transcurso de sus conocidos experimentos con ondas de radio, advirtió que la luz ultravioleta provocaba una descarga, una chispa, en el cátodo de sus instrumentos", esto sucedió mientras estaba en busca de apoyar la teoría de Maxwell sobre la esencia ondulatoria en la radiación electromagnética; pudo notar que muchos metales emitían electrones cuando se incide luz sobre la superficie de este, pero no es tan fácil como apuntar una linterna encendida a un metal cualquiera para producir este efecto.

Heinrich Hertz es conocido por sus experimentos que demostraron la existencia de las ondas electromagnéticas, pero no fue él quien descubrió el efecto fotoeléctrico. Según lo indagado el efecto fotoeléctrico fue descubierto por el físico alemán Philipp Lenard, quien trabajaba en el laboratorio de Hertz. Lenard llevó a cabo una serie de experimentos en los que iluminó diferentes metales con luz de diferentes longitudes de onda. Descubrió que, cuando se iluminaba un metal con luz de una longitud de onda suficientemente corta, se liberaban electrones de la superficie del metal, lo que se conoce como efecto fotoeléctrico.

Los experimentos de Hertz, sin embargo, proporcionaron una base importante para el posterior descubrimiento del efecto fotoeléctrico por parte de Lenard. Hertz descubrió que las ondas electromagnéticas pueden producir una corriente eléctrica en un circuito resonante (circuito LC) el cual permite el intercambio de corriente y voltaje en un patrón

sinusoidal. Este descubrimiento fue fundamental para la comprensión de la naturaleza de la luz y sentó las bases para el desarrollo de la teoría electromagnética.

Más tarde, en 1899 Thomson encontró que el valor del cociente (masa/carga eléctrica) de las partículas emitidas en el efecto fotoeléctrico era igual al de los rayos catódicos gracias a los cuales años atrás había descubierto el electrón, como lo mencionan Rodríguez y Cervantes (2006) “Thomson probó que la luz ultravioleta, en los experimentos sobre el efecto fotoeléctrico, provocaba que las mismas partículas encontradas en los rayos catódicos fueran expulsadas del material, es decir, electrones” por ende, la comunidad científica le designó el nombre de fotoelectrones a los electrones producidos mediante este fenómeno.

Como lo mencionan Cassini y Levinas (2008) “La energía de los fotoelectrones aumentaba con la frecuencia de la luz incidente. Esto nuevamente resultaba incompatible con la electrodinámica de Maxwell, donde la densidad de energía de una onda luminosa no tiene relación alguna con su frecuencia”. Pues bien, para que este fenómeno suceda es necesario tener una fuente de luz que emita una frecuencia en el rango de los rayos de luz ultravioleta.

Es necesario para ello recordar que la frecuencia de la luz consiste en el número de veces que se repite una onda por segundo. Teniendo esto en cuenta se puede así entender que al incidir rayos de luz con una frecuencia dentro del rango de los rayos de luz ultravioleta en una placa metálica se empieza a generar una corriente (producción de fotones). Por ello, Albert Einstein en 1905 publica uno de sus artículos llamado *Sobre un punto de vista heurístico relativo a la producción y transformación de la luz* en donde aplicó la teoría de los cuantos de luz de Planck y la desarrolló en este efecto; explicando así que los rayos de luz de más alta frecuencia están formados por paquetes más energéticos y estos son tomados por los electrones para poder dar un salto (salir de la superficie metálica) y así generar la corriente anteriormente mencionada y justo allí es cuando dicho electrón se convierte en un fotoelectrón (electrón libre).

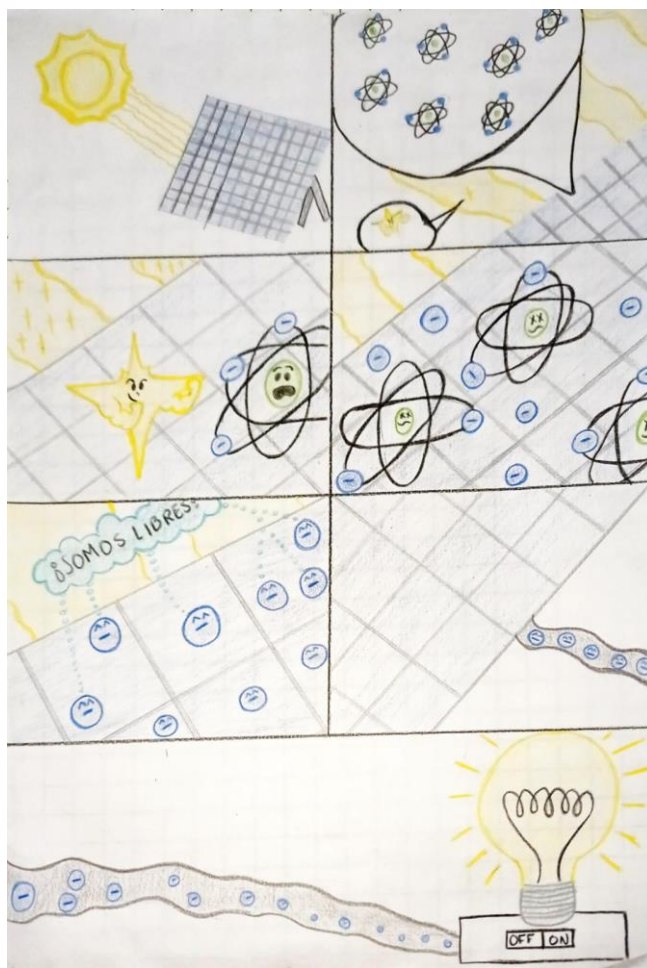


Figura 4: Efecto fotoeléctrico. Elaboración propia.

En esta ilustración, se pretende simplificar la comprensión del efecto fotoeléctrico. En la primera viñeta, se representa la luz solar incidiendo en un panel solar. Luego, en la segunda viñeta, nos adentramos a nivel molecular, donde observamos los átomos que componen el material del panel solar.

En la tercera viñeta, se simboliza a los fotones como un personaje amarillo, mostrando una especie de "lucha" entre ellos. Esto ilustra cómo estos paquetes de energía logran liberar electrones de las órbitas de los átomos, como se muestra en las viñetas 4 y 5. Una vez liberados, estos electrones se transforman en energía fotovoltaica, como se observa en las viñetas 6 y 7.

6.3.3 La luz solar y sus propiedades:

La luz es una forma de radiación electromagnética que viaja a través del espacio a una velocidad constante. Siguiendo la idea de De Las Rivas (2000) “La radiación solar que llega a la Tierra abarca una amplia franja del espectro radiactivo electromagnético (aproximadamente un 40%) es la radiación luminosa, llamada luz”. Por eso, como lo menciona Bustillo, Rodríguez y Castañeda (2006) “La luz puede asumirse como un evento ondulatorio o corpuscular (partícula)”. La luz está compuesta de fotones, que son partículas sin masa que transportan energía.

Como ya se mencionó el efecto fotoeléctrico es un fenómeno que ocurre cuando fotones de luz caen sobre un material y liberan electrones de su superficie. Según Mesa, Mejía, y Isaza (2009) “El efecto fotoeléctrico permite transformar directamente energía solar en cualquiera de sus dos manifestaciones, ya sea directa o difusa en una forma eficiente de energía eléctrica continua, la cual se convierte en una alternativa de amplia difusión en centros urbanos donde apoyan los sistemas eléctricos existentes y en las regiones rurales que por su topografía hacen dificultoso el acceso de las redes eléctricas convencionales”.

El efecto fotoeléctrico depende de la energía de los fotones de luz. Como se mencionó antes, la energía de cada fotón está relacionada con la frecuencia de la luz. Si la energía del fotón es lo suficientemente alta, puede transferirse a un electrón en la superficie del material, que puede liberar un electrón del átomo y crear un electrón libre. La intensidad de la luz también puede afectar el efecto fotoeléctrico.

Como Einstein lo menciona en su artículo, cuanto mayor es la intensidad de la luz, más fotones golpean la superficie del material y, por lo tanto, se liberan más electrones. Además, la polarización de la luz puede afectar el efecto fotoeléctrico. La polarización se refiere a la dirección de las ondas electromagnéticas que componen la luz.

Si la luz se polariza en una determinada dirección, puede afectar la dirección en la que se liberan los electrones del material. De lo anteriormente mencionado podemos deducir que la luz es esencial para el efecto fotoeléctrico, ya que son los fotones de la luz los que interactúan con los electrones en la superficie del material y los liberan para producir un electrón libre. La energía, la intensidad y la polarización de la luz son factores importantes que pueden afectar el efecto fotoeléctrico.

6.4 PANELES SOLARES:

Como lo menciona Arencibia (2016) “La energía solar fotovoltaica (ESFV) constituye una fuente de energía renovable, la cual puede usarse en la generación de electricidad mediante el uso de paneles solares fotovoltaicos (PSFV) que convierten la radiación solar en electricidad, haciéndola aplicables a múltiples actividades de la vida” de aquí la importancia que los actuales y futuros docentes concienticen a los estudiantes para que nuestra sociedad logre promover un desarrollo sostenible.

Un panel solar está compuesto por celdas solares, tal como lo explica Arencibia (2016) “Las celdas fotovoltaicas son dispositivos formados por metales sensibles a la luz que desprenden electrones cuando los rayos de luz inciden sobre ellos, generando energía eléctrica. Están formados por celdas hechas a base de silicio puro con adición de impurezas de ciertos elementos químicos, siendo capaces de generar cada una de 2 a 4 Amperios, a un voltaje de 0.46 a 0.48 Voltios.”

Con base en toda la información suministrada es importante ahora promover una conciencia ambiental en los estudiantes y para ello es necesario crear distintas estrategias y mecanismos que permitan dinamizar estos procesos de aprendizaje.

7. DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL DIDÁCTICO CONSTRUIDO.

Para la presente investigación se construyó una unidad didáctica orientada hacia los maestros, considerándose esta como una mediación que busca facilitar el proceso de aprendizaje de los estudiantes para llegar a entender el efecto fotoeléctrico y cómo a través de este funcionan los paneles solares presentes en la comunidad educativa.

7.1 Componentes de la unidad didáctica:

Teniendo en cuenta los elementos abordados en el capítulo 6 y los estilos de aprendizaje identificados en la caracterización, se construyó la siguiente unidad didáctica. Primero se presenta un breve índice que detalla las diferentes secciones que la componen. A continuación, se expone el propósito de la unidad didáctica y posteriormente los objetivos, uno general y tres específicos.

La unidad se desarrolla en torno a dos bloques de núcleos conceptuales: Bloque 1 y Bloque 2, como ya se detalló en la descripción de los elementos que

constituyen una unidad didáctica. Estos bloques se presentan, inicialmente enlistando los títulos de los conceptos, y posteriormente se incluyen dos códigos QR, cada uno enlaza a un documento PDF que ofrece una explicación detallada de cada uno de los conceptos a abordar. Además, para respaldar la comprensión de los conceptos, se incluye una caja de soporte que contiene enlaces a videos y páginas web que los docentes pueden utilizar para ampliar aún más la información.

A continuación, se presenta el laboratorio virtual y el proyecto final propuesto ya que son los componentes que se alinean con los estilos de aprendizaje de los estudiantes y el enfoque pedagógico de la institución.

7.2 Laboratorio virtual:

Dado el evidente interés que los estudiantes han mostrado por el uso de recursos visuales y tecnológicos, se ha diseñado una guía de laboratorio que emplea un simulador virtual ofrecido por la plataforma PhET. El objetivo principal de esta práctica es orientar a los estudiantes mediante preguntas clave, permitiéndoles llegar a conclusiones previstas y, a partir de estos hallazgos, avanzar hacia las siguientes etapas planificadas.

A continuación, se detalla el funcionamiento de dicho simulador:

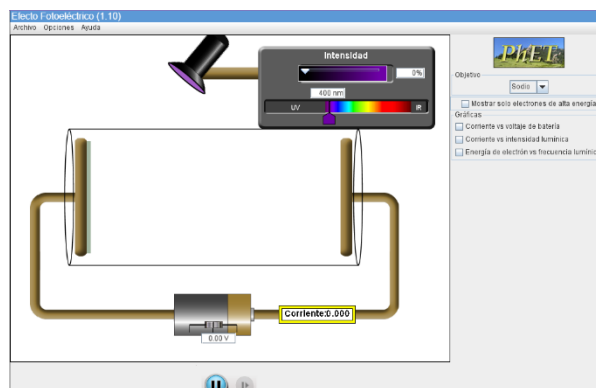


Figura 5: Simulador virtual del efecto fotoeléctrico

Link: <https://phet.colorado.edu/sims/cheerpi/photoelectric/latest/photoelectric.html?simulation=photoelectric&locale=es>

La guía de laboratorio se compone de objetivos y claras instrucciones. En estas instrucciones, se detallan todas las herramientas disponibles en el simulador para facilitar el proceso de aprendizaje. Teniendo en cuenta que las clases tienen una duración de una hora, la guía de laboratorio se ha diseñado de manera que los estudiantes puedan completarla en aproximadamente 40 minutos, teniendo en cuenta el ritmo de trabajo de los estudiantes.

La dinámica propuesta para la implementación de esta guía de laboratorio comienza con una fase en la que los estudiantes exploran las

distintas herramientas proporcionadas por el simulador. Durante esta fase, los estudiantes pueden experimentar con diferentes combinaciones y observar las consecuencias en la pantalla. Posteriormente, se anima a los estudiantes a utilizar la información proporcionada en la guía para realizar análisis y sacar conclusiones. Se establecen valores predeterminados de longitud de onda, intensidad lumínica y dirección de la pila en cada caso propuesto en la guía, lo que permite a los estudiantes deducir las diferencias entre los casos y comprender mejor el fenómeno.

7.3 Proyecto final:

Considerando la orientación pedagógica de la institución, se plantea la implementación de un proyecto final con el propósito de consolidar los diversos conceptos abordados. A través de la presentación y sustentación de estos proyectos, se busca que los estudiantes demuestren su comprensión integral de los temas tratados durante la ejecución del curso.

En el marco de la unidad didáctica, se propone como proyecto final la construcción de un carrito impulsado por energía solar. En esta sección, se detallan los materiales esenciales y se proporcionan instrucciones paso a paso para la creación de la estructura básica del vehículo. A pesar de ello, se anima a los estudiantes a realizar adaptaciones según sus preferencias, como la incorporación de puertas, parabrisas u otras modificaciones que consideren pertinentes. Esta flexibilidad tiene como objetivo hacer que el proyecto resulte más atractivo y personalizado para cada estudiante.

A continuación, se muestra la unidad didáctica construida:

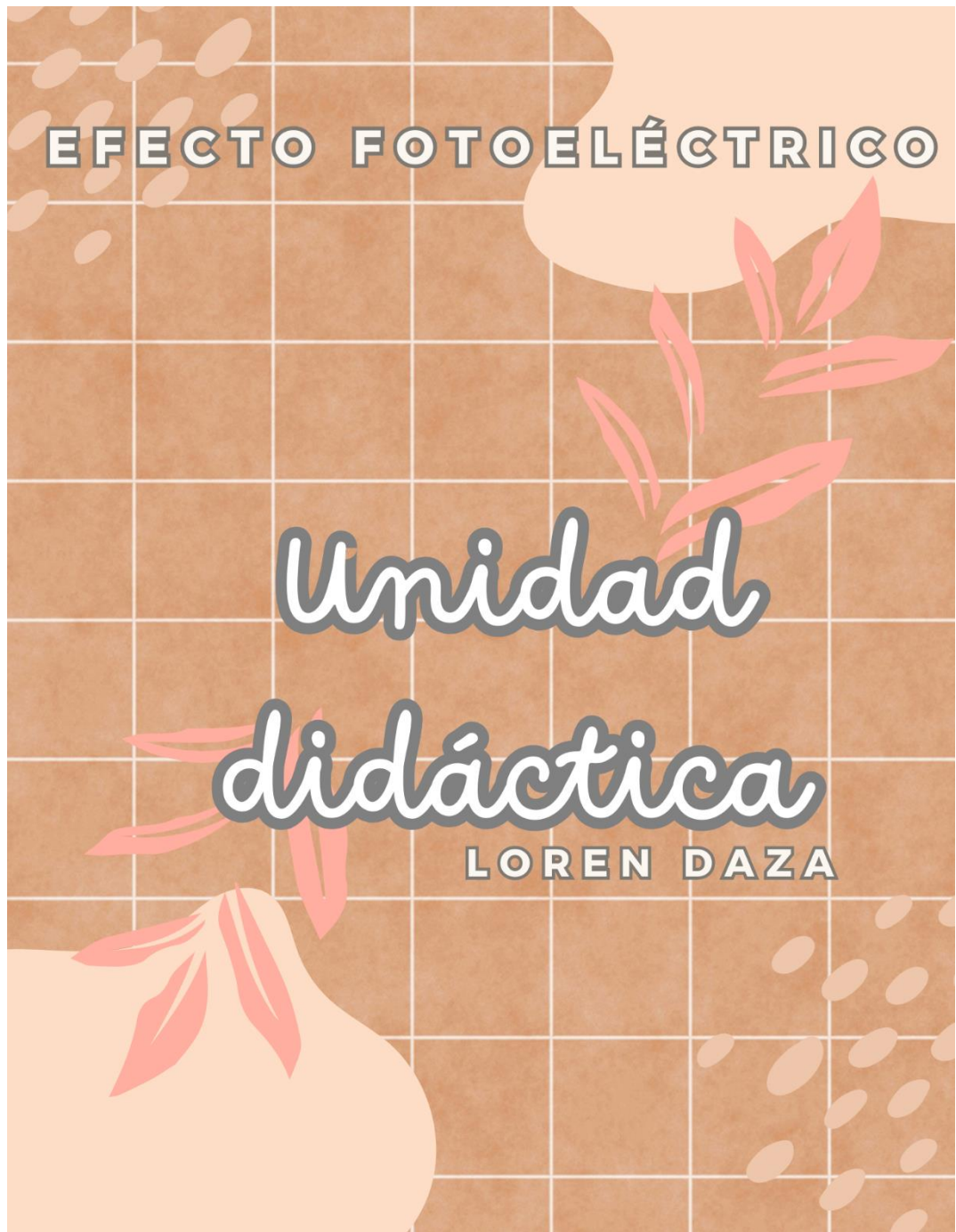
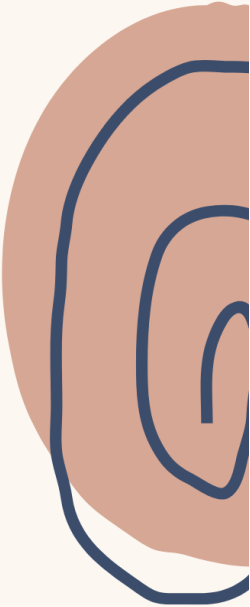


Figura 6: Portada unidad didáctica



ÍNDICE

- Propósito
 - Objetivos
 - Nucleos conceptuales a abordar
 - Bloque 1
 - Bloque 2
 - Secuencia de trabajo
 - Proyecto final
- 

Bloque: Conjunto de ideas, temas o elementos que guardan una conexión o vínculo entre sí debido a su similitud, interdependencia o relevancia mutua. Estos conceptos suelen agruparse juntos con el fin de facilitar la comprensión, la organización o la presentación de información

Figura 7: Índice unidad didáctica



PROPÓSITO

La siguiente unidad didáctica se ha diseñado con el propósito de proporcionar a los docentes de física de colegio una mediación que les sea útil en la enseñanza del efecto fotoeléctrico a los estudiantes de educación media.

El objetivo principal de este material didáctico es proporcionar una ruta de abordaje del efecto fotoeléctrico. Se sugiere que la implementación de esta unidad didáctica se lleva a cabo en escenarios que cuenten con paneles solares,



Figura 8: Propósito de la unidad didáctica

OBJETIVOS

GENERAL

Orientar el proceso de aprendizaje de los estudiantes para que comprendan el efecto fotoeléctrico.

ESPECÍFICOS

- Definir los conceptos involucrados en la comprensión del efecto fotoeléctrico, para ser organizados en la unidad didáctica de tal manera favorezca la comprensión del efecto fotoeléctrico.
- Dirigir la ruta para que los estudiantes logren comprender el funcionamiento de los paneles solares como una aplicación del efecto fotoeléctrico.
- Fomentar conciencia ambiental en los estudiantes que promueva el uso de energías renovables en su diario vivir.

Figura 9: Objetivos de la unidad didáctica



Núcleos conceptuales a abordar

BLOQUE 1:

- La luz y sus propiedades
- Fotón
- Energía de los fotones
- Energía cinética de los electrones

BLOQUE 2:

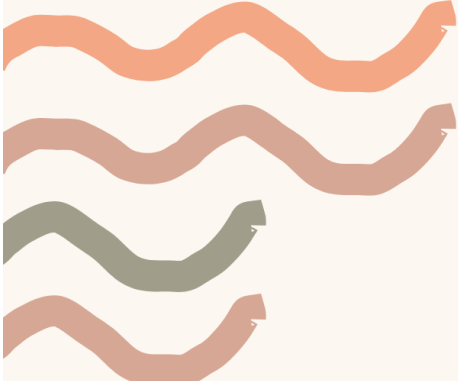
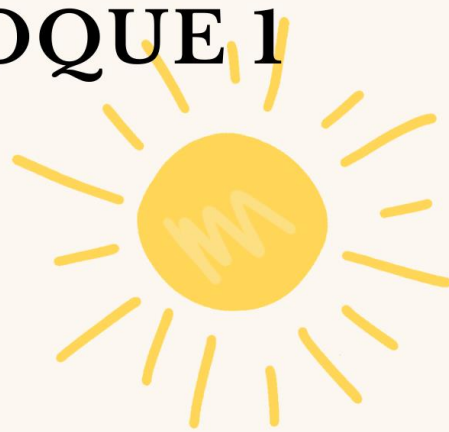
- Corriente fotoeléctrica
 - Función trabajo
 - Efecto fotoeléctrico
 - Paneles solares: ¿Qué son?, pros y contras.
- 

Figura 10: Núcleos conceptuales de la unidad didáctica

La presente unidad didáctica tiene como uno de sus propósitos la guianza en la comprensión del fenomenos fotoeléctrico y su aplicación en los paneles solares, para lo cuál se proponen recursos de páginas web, en las cuales se suministran explicaciones a los conceptos asociados al fenomeno de estudio y sus aplicaciones. Para ello se recomienda que se escanee los siguientes codigos QR:

BLOQUE 1



BLOQUE 2



Figura 11: Códigos QR de los bloques conceptuales

SECUENCIA DE TRABAJO

Estación 1

CONTEXTUALIZACIÓN A LOS ESTUDIANTES

Estación 2

APLICACIÓN FORMULARIO

Estación 3

LABORATORIO VIRTUAL

Estación 4

CLASES CONCEPTUALES

Estación 5

CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO

Estación 6

PRESENTACIÓN DE LOS PROYECTOS

Figura 12: Secuencia de trabajo



Estación 1 CONTEXTUALIZACIÓN A LOS ESTUDIANTES

Como primer paso se propone contextualizar a los estudiantes sobre la aplicación de la presente unidad didáctica para que logren entender la importancia que tiene su participación y dinamismo en su proceso formativo, no es necesario que se diga a detalle todo lo que se llevará a cabo.

Estación 2 APLICACIÓN DEL FORMULARIO

La aplicación de la encuesta a los estudiantes antes de comenzar el proceso de implementación de la unidad didáctica, tiene como finalidad, identificar etadios iniciales con respecto al conocimiento del fenómeno y su aplicación en los paneles solares. Esta información es fundamental, para establecer las adecuaciones necesarias a la propuesta realizada.

Estación 3 LABORATORIO VIRTUAL

Con la finalidad de llevar al plano de lo comprensible el efecto fotoeléctrico se propone el desarrollo de un laboratorio virtual con su respectivo documento orientador. Adicional a esto se recomienda que antes de que los estudiantes empiecen a solucionar la guía, se les permita interactuar con cada herramienta que


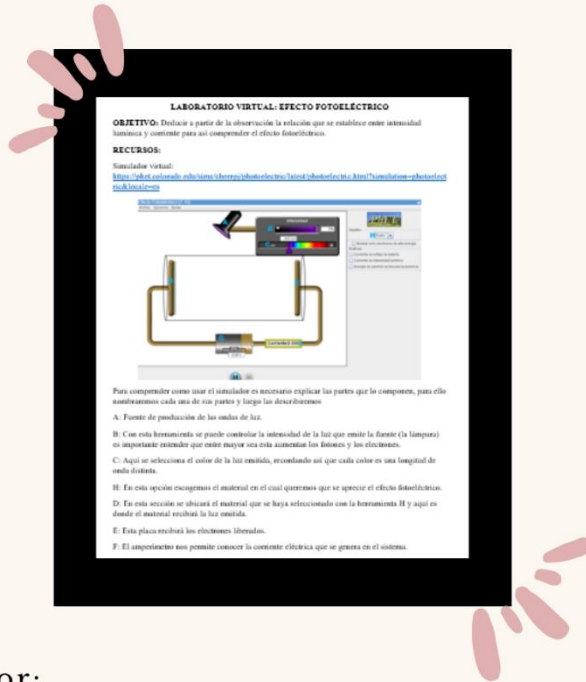


Figura 13: Estaciones 1 – 3 de la unidad didáctica

proporciona el simulador para que comprendan el funcionamiento de las mismas. Por último, se debe indicar a los estudiantes que sigan las instrucciones dadas en la guía.



Link simulador:

<https://phet.colorado.edu/es/simulations/photoelectric>

Estación 4 CLASE CONCEPTUAL

Se recomienda que se asignen los tiempos necesarios para las clases conceptuales ya que cada grupo de estudiantes tienen ritmos de aprendizaje distintos y se espera que estos conceptos se expliquen a partir de lo observado en la simulación y con base en los bloques.

Figura 14: Estación 4 de la unidad didáctica

Estación 5 CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO

Al igual que en la estación anterior, es importante la orientación y acompañamiento en la construcción del proyecto. Los detalles de este proyecto y en lo que consiste se describirán en la sección denominada proyecto final.

Estación 6 PRESENTACIÓN PROYECTO FINAL

Para la presentación de los proyectos construidos por los estudiantes se propone una exposición tipo feria de ciencia en donde los estudiantes no únicamente expongan el artefacto construído, sino también el procedimiento de construcción, junto con los conceptos físicos que están asociados a su funcionamiento a través del uso de paneles solares.

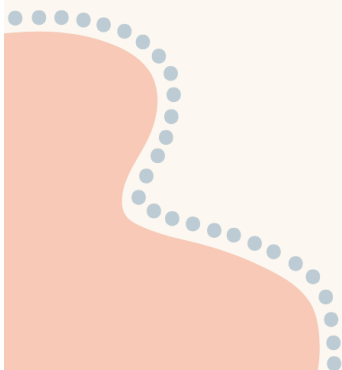
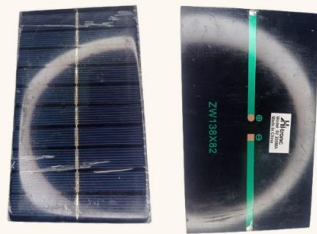


Figura 15: Estaciones 5 y 6 de la unidad didáctica

PROYECTO FINAL

A continuación se dará una explicación detallada del proyecto final propuesto. Se propone que se realice la construcción de un carro que funcione con energía solar, para lo cual se proponen los siguientes materiales:

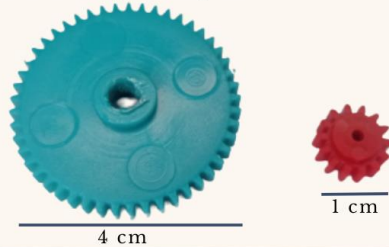
Un panel solar de 5 voltios



Un motor para carrito de 3 voltios



Dos engranajes



Cables para el panel



Adicional 4 rueditas que pueden reutilizar de algun carrito de juguete que ya no usen o las pueden hacer con cartón:



Figura 16: Proyecto final parte I

Adicional a los materiales ya mencionados, se requiere cartón, cartón paja o cualquier material que se requiera para la estructura del carrito, 2 pitillos, 2 palos de pincho.

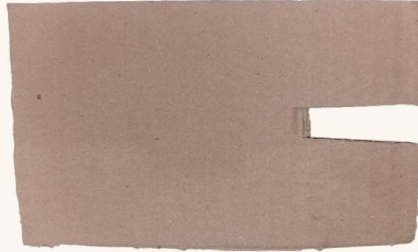
Materiales que se recomienda que el docente disponga: Estaño para soldar, cautín y pistola de silicona, tijeras.



Figura 17: Proyecto final parte II

INSTRUCCIONES DE CONSTRUCCIÓN

Paso 1: En un trozo de cartón, cartón paja, cartón piedra o el material de preferencia, trazar y recortar la siguiente figura:



Paso 2: Luego pegar 3 trozos de pitillos tal y pegarlos en el cartón anteriormente recortado como se muestra en la imagen:



Paso 3: Introducir los palos de pincho en los pitillos y el engranaje tal y como semuestra en la imagen:

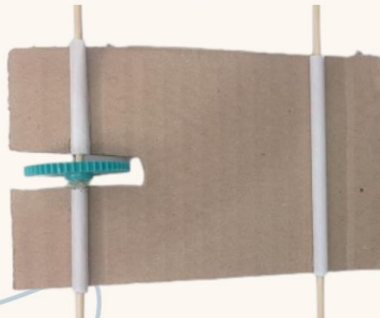


Figura 18: Proyecto final parte III

Paso 4: Soldar los cables del panel con el motor.



Paso 5: Acoplar el motor con el engranaje pequeño



Paso 6: Pegar el motor a la base inferior de tal forma que el engranaje pequeño coincida con el engranaje grande.

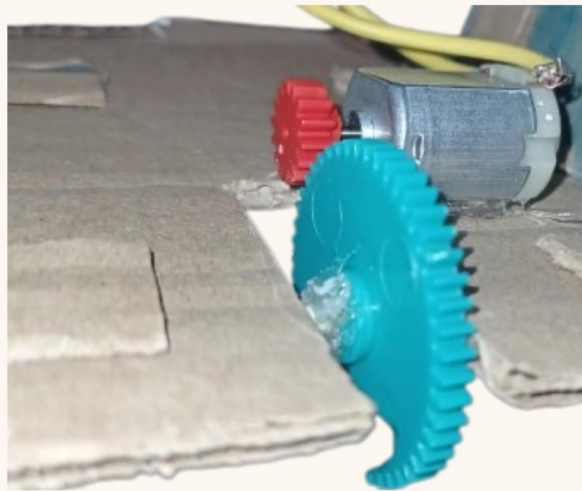


Figura 19: Proyecto final parte IV

Paso 7: Ensamblar la estructura del carro con la parte inferior para atravesar los cables por medio de un agujero



Paso 8: Soldar los cables con el panel tal y como se muestra y en la imagen:



Paso 9: Unir las llantas al carrito y terminar de unir las partes faltantes de la estructura superior.



Paso 10: Es hora de jugar, no pongas límites a la diversión.

Figura 16: Proyecto final parte V

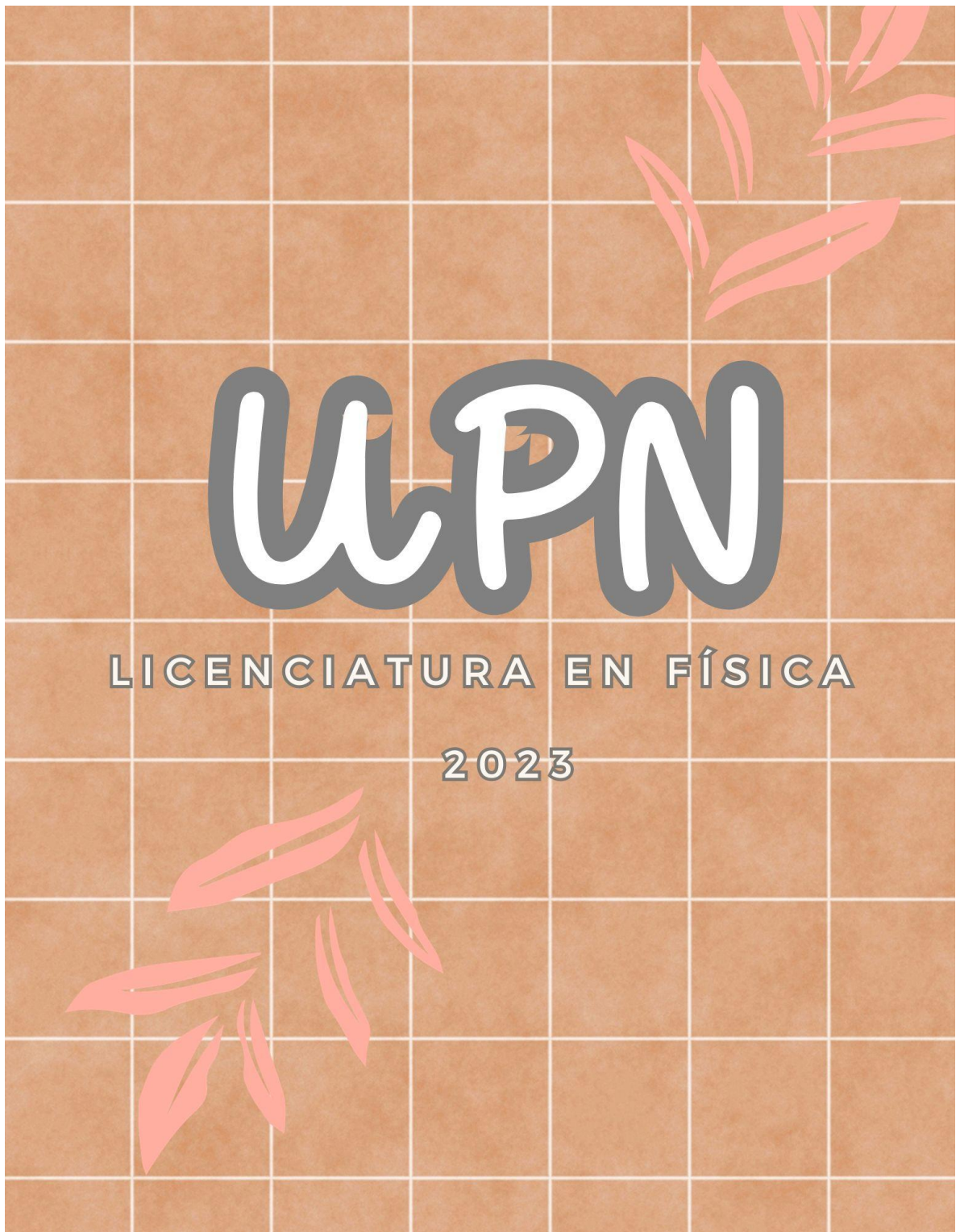


Figura 21: Última portada de la unidad didáctica

8. SISTEMATIZACIÓN DE LA IMPLEMENTACIÓN – DOCUMENTACIÓN SISTEMÁTICA DE LA EXPERIENCIA.

Teniendo en cuenta el concepto de sistematización dado por Jara, O. (2018) “La sistematización de experiencias es un ejercicio intencionado que busca penetrar en la trama próximo-compleja de la experiencia y recrear sus saberes con un ejercicio interpretativo de teorización y de apropiación consciente de lo vivido”, se considera que el proceso realizado para recolectar y analizar la información de la implementación no sigue la forma de una sistematización en sentido estricto, sin embargo, se reconoce la importancia de llevar a cabo una documentación sistemática, que se refiere a la práctica de crear, organizar y mantener registros, y documentos de manera ordenada y estructura, en resumen, la documentación sistemática constituye en el desarrollo de este trabajo de grado en una etapa fundamental para el análisis de los alcances de la implementación de la unidad didáctica y su cruce con el marco teórico, la pregunta problema y los objetivos planteados en esta investigación.

La implementación se llevó a cabo, en el periodo comprendido entre el 28 de agosto al 29 de septiembre de 2023, de acuerdo al cronograma convenido con la institución educativa, el cual se muestra a continuación:

CRONOGRAMA IMPLEMENTACIÓN				
Agosto de 2023				
Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
	1	2	3	4
7	8	9	10	11
14	15	16	17	18
21	22	23	24	25
28	29	30	31	
Septiembre de 2023				
Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
				1
4	5	6	7	8
11	12	13	14	15
18	19	20	21	22
25	26	27	28	29

Figura 22: Fechas en las cuales se implementó

Cada color pertenece a cada una de las distintas etapas de la implementación:

	Observación
	Clase conceptual
	Formulario
	Laboratorio virtual
	Construcción proyecto
	Presentación proyecto
	Entrevista a estudiantes

Figura 23: Relación entre cada color y cada etapa de la implementación

En cada una de las etapas, se realizó una documentación sistemática de la información que se obtuvo mediante la observación, el trabajo realizado y lo construido a lo largo del proceso. Esto se llevó a cabo a través de la elaboración de un diario de campo (Anexo G), la unidad didáctica y una entrevista semiestructurada. Todos estos elementos se encuentran documentados en detalle y se incluyen en formato digitalizado en los anexos de la memoria.

8.1 ANÁLISIS

Es relevante examinar a profundidad cada resultado obtenido con el fin de reflexionar sobre el impacto logrado por la implementación de la unidad didáctica. En este capítulo, se llevará a cabo un análisis de los resultados obtenidos en el laboratorio virtual y en la ejecución del proyecto. El propósito de este análisis es determinar si los estudiantes lograron comprender de manera efectiva el fenómeno del efecto fotoeléctrico y su relación con el funcionamiento de los paneles solares, especialmente en el contexto educativo en el que se desarrolló.

8.1.1 Laboratorio virtual

Las respuestas proporcionadas por los estudiantes durante la elaboración de la guía del laboratorio virtual se organizaron en un archivo Excel (ver anexo B), donde se transcribieron una a una las respuestas de los estudiantes. Este proceso implicó una lectura detallada de cada respuesta a las preguntas planteadas. Se llevó a cabo una identificación de similitudes entre las respuestas para posteriormente realizar un análisis de las conclusiones recopiladas que convergían en patrones comunes alcanzados por los estudiantes, las cuáles se relacionan en la tabla No.1.

El objetivo de este proceso fue identificar relaciones entre las respuestas de los estudiantes y el marco teórico de este trabajo de grado, las cuales se consideran fundamentales para identificar si se cumplió con lo planteado en los objetivos, tanto general como específicos.

CONSOLIDADO		
Pregunta	Respuestas	Análisis
1	E1: Veo que las pepitas van con la mayor fuerza que tienen, la luz es de color como morado muy claro y las pepitas van en desorden no tiene un patrón.	<p>Los participantes E1 y E3, se refieren que al apuntar la lámpara a la placa 1 se producen pepitas u electrones en esta; el comportamiento de las que ellos llaman "pepitas", "bolitas" o "electrones" se describe al decir que salen con fuerza de la placa 1, sin embargo, sus descripciones hacen referencia a la velocidad de los electrones desprendidos. Y aunque en esta pregunta solo mencionan el color de luz que tiene la lámpara, en las preguntas 4, 5 y 6 profundizan en este hecho. También, mencionan algunos factores en los que intervienen los electrones. Teniendo en cuenta lo anterior, se considera necesario que en la clase conceptual se realice una retroalimentación de la práctica experimental virtual en donde se aclare que en efecto las "bolitas" o "pepitas" son electrones liberados, y desde allí entender las causas y efectos que esto produce.</p> <p>Nota aclaratoria: A partir de este momento se relacionan los términos de "pepitas" y "bolitas" con los electrones para que sea fácil de comprender lo que se interpreta y analiza de las respuestas de los estudiantes.</p>
	E3: Observo que sobre la placa 1, está dirigida una luz de donde salen electrones (bolitas) con una aproximación de 8 electrones seguidos con una buena fluidez, y se desvanecen al llegar a la placa número 2. Observó que la energía de electrones vs frecuencia lumínica aparece en 0,75 y en la corriente vs voltaje de batería está en 0.	
	E4: La luz apunta a la placa 1 y de ella salen distintos electrones de energía pasando hacia el lado derecho siendo dirigidos a la placa dos y finalmente siendo llevados a la batería con una corriente de 0.141 y una intensidad alta, aunque la batería no afecta los electrones por estar en 0 voltios.	
	E14: Sale una luz de color morado hacia la primera placa y de ella salen pepitas de color morado hacia	El pequeño grupo de estudiantes que presentaron esta característica, no realizaron ningún tipo de conclusiones o asociaciones de lo observado al realizar las distintas variaciones, únicamente se centraron en describir el paso a paso de lo que observaban sin darle sentido alguno a esto.

	<p>la placa número dos; en la parte de abajo hay una batería y dice que tiene corriente: 0.141.</p>	
	<p>E23: Los electrones se desplazan rápidamente de un lado a otro cuando la pila tiene 8.00 v, corriente de 0.300, la longitud de onda está en 400nm y su intensidad al 100% Pasa todo lo contrario cuando la pila tiene 0,00v, misma corriente, misma longitud de onda.</p>	
	<p>E7: Con la intensidad en el 100% salen bastantes pepitas, pero si la pila está a la izquierda las pepitas como que rebotan y a la derecha se van más rápido.</p>	<p>Según lo recogido en las respuestas analizadas, se distingue que la mayoría de estas están asociadas en los efectos que produce la pila sobre la dirección y la velocidad de los electrones liberados. Por ejemplo, algunos estudiantes mencionan que, al mover el cursor de la pila, estos electrones se mueven más rápido en la dirección en la que vaya dicho cursor. En estas respuestas también los estudiantes relacionan que estos electrones son los encargados de que se produzca una corriente eléctrica (Ver respuesta E8). El estudiante E37 menciona el campo magnético, sin embargo, no menciona la relación con lo sucedido, por ello, es necesario que dentro de la clase conceptual se aborde este concepto y se relacione con su acción sobre el movimiento y la velocidad de los electrones desprendidos. Por otro lado, encontramos al estudiante E39 quien realiza un análisis bastante detallado, en primer lugar, explica que la pila cuenta con dos polos (polo positivo y polo negativo) por ello, al variar el botón de la pila lo que se hace es cambiar la dirección de estos polos. El estudiante menciona que "Dependiendo de la dirección del polo positivo de la pila, los</p>
	<p>E8: Al subir la intensidad de la luz UV causa que salgan algún tipo de partículas o electrones con forma de pepas que alimentas el aparato de corriente subiendo a 0.141.</p>	
	<p>E10: Observo que en la herramienta A la fuente productora de luz tiene un color morado el cual es reflectado en la herramienta D saliendo bolitas (electrones) de color morado las cuales se van dirigiendo por separado a la herramienta E, donde desaparecen.</p>	
	<p>E18: La lámpara alumbra de color morado y apunta al lado izquierdo y de ese lado aparecen varios electrones que se dirigen de manera horizontal hacia el lado derecho. También cuando se mueve la pila que se encuentra abajo la dirección de los electrones según el lado donde se mueva la pila y la velocidad aumenta.</p>	
	<p>E19: La lámpara alumbra de color morado y apunta al lado izquierdo y de ese lado aparecen varios electrones que se dirigen de manera horizontal hacia el lado derecho. También cuando se mueve la pila que se encuentra abajo la dirección de los electrones según el lado donde se mueva la pila y la velocidad aumenta.</p>	
	<p>E20: Salen pepas y cuando se mueve la pila hacia la izquierda una pila las atrae.</p>	

	<p>E29: Que se revelan varios electrones que se mueven a gran velocidad en dirección lateral hacia la derecha, algunos de estos de alta energía y salen en diferentes posiciones de forma aleatoria pero constante, dependiendo la variación de la pila la dirección de los electrones cambia dado la magnitud de los polos.</p>	<p>electrones se desplazarán, si el polo positivo está al lado derecho, al tener los electrones carga negativa, estos se verán atraídos al polo positivo..." con esto, se puede afirmar que el propósito principal que se tenía con la pila en el simulador funcionó ya que este era que al ver como se atraían las "bolitas" hacia la placa cargada positivamente y sabiendo que cargas opuestas se atraen entonces se puede deducir que esas "bolitas" tienen carga negativa, sin embargo, el estudiante logra una comprensión aun mayor y es el deducir que esas "bolitas" que se muestran en pantalla son electrones.</p>
	<p>E37: Se observa que una pequeña cantidad de electrones son liberados del sodio, su intensidad es grande al igual que su voltaje además al cambiar la dirección de la pila cambia la dirección de los electrones y su corriente es de 0.141 gracias a su campo magnético, su corriente y su intensidad aumenta al igual que su voltaje.</p>	
	<p>E39: Dependiendo de la dirección del polo positivo de la pila, los electrones se desplazarán, si el polo positivo está al lado derecho, al tener los electrones carga negativa, estos se verán atraídas al polo positivo y pasarán a través del circuito generando una corriente, si el polo positivo está al lado izquierdo, por la carga los electrones no saldrán de la placa izquierda y no habrá corriente.</p>	
	<p>E43: Hay varias partículas de color morado, algunas se juntan al final y no todas van a la misma velocidad, si se cambia la pila de posición las partículas van más rápido a la dirección puesta.</p>	
	<p>E47: La longitud de onda es de color morado, si la batería está en un punto cero van hacia la derecha, al igual que cuando está a la derecha, pero con más rapidez, pero si está a la izquierda las bolitas van hacia esta dirección y allí se mantienen.</p>	
	<p>E48: Se ve que del sodio salen partículas de color morado en la misma dirección a diferentes velocidades el cual genera una corriente de 0.141. Cuando la pila está en positivo las partículas salen hacia la derecha, pero con más</p>	

	<p>velocidad y cuando esta negativa se quedan pegadas al sodio.</p> <p>E57: Que las bolas van más rápido y son más constantes, en algunos momentos se juntan varias o se amontonan en otras ocasiones se separan. Cuando varia la pila va para el lado negativo las bolas empiezan como a rebotar para el lado negativo, cuando la pila está en lado positiva corren más rápido para un lado positivo, pero siempre son constantes. Cuando está en 0 transcurre normal.</p>	
	<p>E12: Al especificar en el programa estas indicaciones, las partículas u electrones de color morado (color de la luz UV) se desplazan de izquierda a derecha. En una pequeña cantidad) con una frecuencia de 10 a 15 Hz, la cantidad de electrones es la misma en cada frecuencia, es importante mencionar que no es una cantidad macro, se podría decir que, en las frecuencias, los electrones se presentan en pocas cantidades.</p> <p>E13: Pude ver que las bolitas están de un color morado al igual que la luz, se desplazan hacia la placa 2 no tan rápidamente.</p> <p>E15: Las reacciones son constantes y se recibe una cantidad de energía de 0.141 w.</p> <p>E16: Salen pepitas de la herramienta D, cuando su intensidad está en 100% aumentan su salida.</p> <p>E21: La velocidad de los electrones aumenta o disminuye dependiendo de la intensidad, la dirección depende de los polos positivos o negativos y su carga.</p> <p>E26: Puedo observar que aumentan los electrones cuando su intensidad es de 100% en dirección a la derecha.</p> <p>E42: En el simulador podemos observar que la cantidad de partículas es constante, aunque en cierto momento la cantidad de esferas aumenta, su corriente (F) es igual a 0.141. Esto se debe a la</p>	<p>Los estudiantes relacionan la intensidad luminosa de la lámpara con la cantidad y velocidad de electrones desprendidos. Con esto se podría decir que se logró lo esperado, en el sentido que se comprende que la intensidad lumínica está relacionada con la cantidad de los electrones y con la velocidad que estos pueden tener. Esto contribuye bastante al proceso de aprendizaje que se desea lograr ya que al tener esta relación clara cuando se estén dando las explicaciones conceptuales necesarias se facilitará la comprensión de esta relación.</p>

	intensidad de la luz, pues entre más intensidad más esferas obtenemos.	
	E37: Los electrones se mueven hacia el frente aumentando su velocidad, generando una cantidad considerable de electrones. (La luz que actúa es color morado opaco) con una longitud de onda de 400 que entre más pequeña mayor cantidad de electrones se pueden ver.	Un grupo de estudiantes hace énfasis en que al hacer incidir la luz de la lámpara sobre la placa 1 rebotan los electrones, sin embargo, es necesario que durante la clase conceptual se aclare que no es que los electrones reboten, sino que estos son desprendidos de la placa 1 y como en otros casos explicar el por qué, el cómo y los efectos que esto produce.
2	E56: Se ven como bolitas que están rebotando de una superficie donde apunta la lámpara.	
	E1: Cuando la intensidad está en 50% podemos ver que las pepitas van más despacio y van como volando como si estuvieran levitando.	Dado que la intensidad lumínica disminuye a la mitad, los estudiantes realizaron la relación con la velocidad de los electrones desprendidos diciendo que se mueven más despacio en comparación con el caso del punto 1. Por ello, como lo menciona el estudiante E53 "A menor intensidad de luz, salen partículas más detenidamente". Si bien lograron establecer la relación esperada en este caso, es necesario abordar conceptos desarrollados en el marco teórico tales como: la luz y sus comportamientos.
	E20: Las pepitas se mueven un poco más lento por que la intensidad se disminuyo	
	E26: Puedo observar que su velocidad disminuye cuando su intensidad es de 50%.	
	E34: La intensidad del color al ser más pequeña se mueve con menor velocidad los electrones, moviéndose con una velocidad constante de izquierda a derecha.	
	E48: Se ve que cuando la luz pega en el sodio salen partículas de color morado en la misma dirección a, pero su van más despacio que en la anterior prueba y estas generan una corriente de 0.071.	
	E53: A menor intensidad de luz, salen partículas más detenidamente.	
	E4: La luz cambia de intensidad haciendo que salgan menos electrones y sale una corriente de 0.071 y una intensidad alta, aunque la batería no afecta los electrones por estar en 0 voltios.	
E23: Me doy cuenta que al disminuir la intensidad sus electrones también van disminuyendo ya que cuando tenía la intensidad del 100% sus electrones aumentaban por la misma intensidad cuando la pila tiene -8.00 v los electrones se	La relación que establecen entre la intensidad de la luz de la lámpara con la cantidad de electrones desprendidos es bastante importante, ya que como ellos lo mencionan, al tener una menor intensidad se	

	disparan, pero en vez de llegar al otro lado se devuelven.	obtiene una menor cantidad de electrones desprendidos.
	E59: La intensidad que se le aplica a la luz es la que determina la cantidad de las pepitas que salen, es decir la cantidad de pepitas es menor a la del punto anterior.	
	E8: Al bajar la intensidad de la luz a 50% causa que las pepas tengan un menor valor de corriente siendo anteriormente de 0.141 bajando a 0.071.	En este caso los estudiantes, establecen una relación directa entre la cantidad de electrones desprendidos de la placa 1 con la corriente que se muestra en el multímetro. Se esperaba que los estudiantes establecieran esta relación y fue algo efectivo ya que, con esto, se puede facilitar el proceso de aprendizaje hacia la comprensión del efecto fotoeléctrico y como este interviene en el funcionamiento de los paneles solares.
	E12: Como mencione anteriormente, sucede lo mismo, solo que, al cambiar la intensidad, disminuye gradualmente la cantidad de electrones, lo que en teoría llevaría al panel a exportar menor cantidad de energía.	
	E15: La corriente se vuelve menos constante y da menos energía Que es de 0.071 wts.	
	E10: Veo que en la herramienta A, fuente de luz morada se refleja en la herramienta D, generando pequeñas partículas moradas (electrones) que luego se desplazan individualmente hacia la herramienta E, donde se ha disminuido su velocidad a la mitad.	Como en la pregunta 1, hay estudiantes que describen el proceso de lo que sucede dentro del simulador, sin embargo, no realizan ningún análisis. Si bien es importante tener este factor en cuenta, no se tendrá como prioridad ya que no es objeto de estudio en la presente investigación.
	E13: La luz se pone más clara, las bolitas se siguen dirigiendo a la placa 2 de una manera más lenta.	Teniendo en cuenta las respuestas dadas por los estudiantes, y con el fin de evaluar la pertinencia de la presente investigación, no se desea obviar ningún detalle, por ejemplo, en este caso, algunos estudiantes mencionaron que al bajar la intensidad lumínica de la lámpara la luz tenía un tono más claro, y si bien otros estudiantes consideraban esto como "obvio" es importante valorar cada aporte dado por ellos. También mencionan que al tener menos intensidad lumínica la cantidad de electrones desprendidos son menores y así los estudiantes logran relacionar la cantidad de electrones desprendidos con la
	E14: La luz morada tiene menos intensidad y las pepitas salen con mayor velocidad y sale menos cantidad; en la parte de abajo hay una batería y dice que tiene corriente: 0.071.	
	E55: Podemos observar que es el mismo tono de morado que en el anterior solo que la intensidad disminuye un 50% y las bolitas también de color morado, aunque un poco más claras van de forma más lenta, y ocurre lo mismo que en el anterior, si pongo en la pila un numero negativo se regresan y si pongo un numero positivo van mucho más rápido.	

	<p>E21: Aquí observamos la mitad de los electrones, la mitad de la corriente y siempre observamos que los electrones se dirigen hacia la carga positiva.</p>	<p>intensidad lumínica. Y con base en esta relación durante la clase teórica abordar esta relación de proporcionalidad. Dando así sentido a los análisis realizados por los estudiantes durante la práctica experimental.</p>
	<p>E29: La corriente disminuye, la intensidad lumínica disminuye, dependiendo la variación de la pila la dirección de los electrones cambia dado la magnitud de los polos.</p>	<p>En cuanto a las afectaciones que produce la pila en la práctica experimental virtual, los estudiantes la relacionan directamente con la dirección del movimiento de los electrones desprendidos ya que pudieron notar que, al cambiar los polos de la pila, los electrones cambiaban su dirección de movimiento. El estudiante E31 menciona la polaridad del imán, sin embargo, quiere hacer referencia a la pila, quien es la encargada de afectar el comportamiento de la dirección de los electrones. Por otro lado, encontramos a un estudiante que logra observar que cuando los electrones no logran llegar a la placa 2 no se produce ningún tipo de corriente, con esto se pudo evidenciar que los estudiantes notaron que los electrones que llegaban a la placa 2 son los encargados de producir corriente.</p>
	<p>E31: Al bajar la intensidad de la luz, los electrones disminuyen su velocidad, moviéndose un poco más lento de izquierda a derecha con respecto a la polaridad del imán.</p>	
	<p>E33: Al cambiar la intensidad los electrones cambian su velocidad al poner la pila en 8.00 v la velocidad de los electrones aumenta y su corriente cambia sabiendo que van en la misma dirección el poner la pila en -8.00 v cambian de dirección y no puedo observar su movimiento completo y su corriente cambia.</p>	
	<p>E43: Hay partículas de color morado las cuales van a una velocidad desigual, y algunas se juntan al final, al cambiar la pila las partículas van más rápido dependiendo de la dirección.</p>	
	<p>E39: Debido a que la intensidad es la mitad, los electrones que pasan a través de la placa, con la mitad y debido a esto, la corriente eléctrica es la mitad.</p>	
	<p>E51: Al estar la intensidad lumínica a la mitad tiene una gran velocidad ya que se le aplico un voltaje de 2v a la pila, pero su corriente disminuye a la mitad de cuando estaba al 100% (0.071).</p>	<p>Dentro de todas las respuestas obtenidas por parte de los estudiantes se encontraron estos casos en particular, donde se dice que al tener una de las variables de la experimentación a la mitad (intensidad lumínica), los resultados obtenidos de las demás variables (corriente) tendrían un comportamiento en la misma proporcionalidad. Por ello, es necesario realizar una pertinente retroalimentación a los estudiantes en donde se realice un análisis detallado de</p>

		la situación presentada en este punto.
3	E7: Con la intensidad en 0% no salen nada de pepitas.	No hay luz y por esto no se producen pepitas, el 100% de los estudiantes llegan a esta misma conclusión, sin embargo, es pertinente analizar el por qué no se desprenden electrones de la placa 1 cuando no hay luz y esto será uno de los temas centrales que se trabajarán durante la clase conceptual.
	E11: Al poner la intensidad en 0 no se veía ningún electrón, y se apagó la luz.	
	E14: La lámpara que antes tenía una luz morada ahora no tiene ninguna luz, ya no salen pepitas de la primera placa por ende ya no hay nada que se dirija a la segunda placa.	
	E46: Al seleccionar 0% en la intensidad de la luz, deja de haber luz y por tanto deja de haber partículas moradas.	
	E4: No hay luz por lo tanto no hay electrones que toquen ninguna de las dos placas y no hay corriente.	Una apreciación que se pudo obtener de parte de los estudiantes en este caso es que si no hay luz no se producen electrones y por ello no se produce corriente. Si bien los estudiantes están en lo correcto es necesario identificar como los construyeron esta idea fundamental.
E55: En este caso no sale ninguna bolita, lo asemejo a que no hay intensidad y como pude ver en las anteriores si había intensidad había luz, en este caso no hay luz y eso posiblemente hace que no salga ninguna bolita, moví los porcentajes de la pila y aun así no sale ninguna bolita.	En este caso no se obtienen electrones desprendidos a falta de intensidad lumínica pues la pila no puede producir ningún efecto sobre estos.	
4	E5: La luz cambia al tono azul la intensidad las bolitas salen de la placa 1 con una velocidad constante.	En comparación con los casos anteriores, para este caso se pide asignar un valor de longitud de onda fuera del rango de los casos anteriormente mencionados, por ello, la luz que produce la lámpara cambia a color azul y esto fue evidente por los estudiantes. Por ello, durante la clase conceptual se abordará la relación entre el valor de la longitud de onda con el color de la luz de la lámpara.
	E13: La luz cambio a otro color, uno más azulado, las bolitas volvieron a aparecer y siguieron desplazándose de la placa 1 a la 2 con el mismo color de antes.	
	E7: Con la longitud de onda de 480 nm y la intensidad en el 100% salen	Los estudiantes logran analizar que la elección de la longitud de

	<p>muchas pepitas, pero van más lento que con la intensidad en 400 nm.</p>	<p>onda y la intensidad de la luz incidente tiene un impacto significativo en la velocidad y cantidad de electrones liberados en el efecto fotoeléctrico. La longitud de onda más corta (400 nm) con una intensidad menor resulta en una liberación más rápida de electrones en comparación con una longitud de onda ligeramente más larga (480 nm) con intensidad al 100%.</p>
<p>E16: Cambia el color en la herramienta A, y aumenta pepitas en la herramienta D.</p>	<p>E17: Salen pepitas en abundancia, pero con un movimiento lento.</p>	
<p>E10: Observo que en la herramienta A la fuente productora de luz tiene un color azul el cual es reflectado en la herramienta D saliendo circulitos (electrones) de color azul las cuales se van dirigiendo por separado a la herramienta E, donde cada una tiene una deferente velocidad.</p>	<p>Como en los demás casos, se puede apreciar al menos un estudiante que describe el proceso como un paso a paso, pero no realiza un análisis a profundidad que pueda contribuir al proceso de aprendizaje.</p>	
<p>E25: Su velocidad disminuyo aparecen menos electrones al ser el cambio de intensidad.</p>	<p>E38: En ese momento los electrones van a una gran velocidad y aumentan sustancialmente.</p>	<p>Algunos estudiantes afirman que la velocidad de los electrones aumenta, mientras que otros estudiantes afirman que la velocidad de los electrones liberados disminuye, de esto se desprende la necesidad de retroalimentar con ayuda del simulador virtual durante la clase conceptual, para llegar a determinar que la velocidad de los electrones liberados no cambia a no ser que se varíe la pila.</p>
<p>E41: Hay muchos electrones liberados y su velocidad va mucho más rápido, podemos decir que cambia la cantidad de voltios en la pila, su polo se vuelve negativo ya que sus electrones no logran salir por completo.</p>	<p>E26: Cuando su intensidad es 100% y una longitud de onda 480 nm aumenta la cantidad de electrones, pero si colocamos corriente negativa el campo magnético absorbe los electrones y si los colocamos la corriente en positivo cambia de dirección hacia la derecha teniendo una corriente de 0.021.</p>	
<p>E29: La intensidad lumínica aumenta, se muestran visibles más electrones y se desplazan rápidamente con una corriente de 0,021, dependiendo la variación de la pila la dirección de los electrones cambia dado la magnitud de los polos.</p>	<p>Para este caso, los estudiantes demostraron interés en los efectos que producía sobre los electrones liberados de la placa 1. Por ejemplo, el estudiante E26 menciona como el campo magnético producido por la pila cambia la dirección del movimiento de los electrones liberados, es decir, los electrones se mueven hacia la placa que esté cargada positivamente. Adicionalmente, la pila no solo interfiere en la dirección del movimiento de los electrones liberados sino también en la velocidad que estos adquieren debido a su</p>	

	E33: Al variar la pila la corriente cambia y la velocidad de los electrones se disminuye o se aumenta dependiendo si es polo positivo o negativo.	atracción por la placa cargada positivamente.
	E36: Al variar la pila la corriente cambia y la velocidad de los electrones se disminuye o se aumenta dependiendo si es polo positivo o negativo.	
	E43: Hay muchas más partículas que van lento, pero de todas formas una pequeña cantidad va más rápido que las demás, al cambiar la pila de posición las partículas se mueven más rápido a la dirección seleccionada.	
	E52: Se puede observar una corriente de 0, debido a que la carga de la pila es de -1.80 V (negativa) y hace de igual manera que los electrones no avancen, sino que reboten y regresen de donde salieron, la fuente de producción de ondas de luz es de color azul.	
5	E1: Observamos que cuando las ondas aumentan a 516 nm la luz cambia a un color verde y las pepitas se atraen más rápido, pero van despacio.	Para este caso, se asignó la tarea a los estudiantes de cambiar la longitud de onda a otro valor alejado de los valores ya trabajados, para que se notara un cambio de color y en efecto esto se logró ya que la mayoría de los estudiantes hicieron énfasis, en que al cambiar el valor de la longitud de onda cambiaba el color de la lámpara, ahora esta presentaba una luz de color verde. También mencionan que se puede notar una mayor rapidez en el movimiento de los electrones liberados, esto se interpreta como que los estudiantes ven que se mueven más libremente y no tan forzados en su movimiento.
	E3: Observo que la luz nuevamente cambia de azul claro a verde, la cantidad de electrones sigue aumentando y la fluidez sigue permanente y constante.	
	E47: La luz ultravioleta es de color verde claro, y pasan más lentamente, y dependiendo en qué dirección se encuentre la pila se dirigen las bolitas y a diferente rapidez.	
	E9: La luz cambia a un color verde la velocidad de los electrones disminuye y la cantidad que podemos observar es mayor.	
	E4: La luz cambia a verde y eso provoca que salgan menos electrones y menos velocidad con una corriente de 0 y una intensidad bastante alta, aunque la batería no afecta los electrones por estar en 0 voltios	
		En este caso, los estudiantes hacen énfasis en que salen menos electrones y con una menor velocidad, por ello se puede concluir que los estudiantes llegan a una relación de que entre mayor

	<p>E6: Observamos que cuando las ondas aumentan a 516 nm la luz cambia a un color verde y las pepitas se atraen más rápido, pero van despacio.</p> <p>E7: Con la longitud de onda de 516 nm y la intensidad en 100% sale muchas pepitas, pero va todavía más lento que en las otras dos.</p> <p>E18: La lámpara ahora es color verde, pero los electrones se mueven más lento, aunque su cantidad parece ser igual.</p> <p>E23: Como le he dicho en el punto anterior a lo que la longitud de onda va aumentando va disminuyendo su rapidez, pero eso también depende de sus voltios, pero si sus voltios aumentan se disminuye la cantidad de electrones.</p> <p>E31: Los electrones van a una velocidad bastante lenta debido a que la onda que hacen los electrones es bastante amplia, y a su vez el color de la luz cambia a verde.</p> <p>E48: La luz cambia de color y las partículas salen a menor velocidad y su corriente es 0. Cada vez que se aumenta la longitud de onda, van más despacio las partículas que salen.</p>	<p>longitud de onda menos electrones pueden liberarse.</p>
	<p>E12: La de la luz cambia a una menor intensidad de luz, lo que causa que a pesar de que la intensidad de la luz este a un 100%, el ser la onda de luz menor o de un color menos intenso, la energía y cantidad de electrones es mucho menor, además de que el color de los electrones cambia.</p> <p>E19: La coloración de luz cambio a una tonalidad verde la cual tiene una cantidad parcial de electrones fotovoltaicos los cuales no proporcionan ninguna energía.</p> <p>E29: Los electrones disminuyen, se desplazan lentamente, su intensidad se mantiene y la corriente es 0, dependiendo la variación de la pila la dirección de los electrones cambia dado la magnitud de los polos</p>	<p>Siguiendo la idea del anterior análisis, los estudiantes lograron relacionar el valor de la longitud de onda con la cantidad de electrones desprendidos, si bien no son 100% consientes de la observación realizada, es necesario guiarlos hacia la comprensión de esto durante la clase conceptual.</p>

	E20: En esta cuando la pila está en la mitad van lento, pero cuando movemos la pila aumentan su velocidad y dependiendo de la dirección en que movamos la pila se mueve hacia allí.	Al igual que en los anteriores casos, los estudiantes realizaron los mismos análisis sobre los comportamientos que tiene la pila sobre los electrones liberados atrayéndolos hacia la placa que esté cargada positivamente y en cierta medida aumentando su velocidad.
	E44: Con la pila en cero salen pocas bolitas lentamente, con la pila en 8.00v salen pocas y a veces, pero salen muy rápido, con la pila negativa salen pocas bolitas, pero se devuelven.	
	E53: Salen partículas, pero sin rebotar o moverse entre ellas, al cambiarle la pila negativa se va hacia ese lado no sale más partículas, pero si se asoman.	
	E54: Al poner la batería en -2V veo que llegan a asomarse y se alcanza a percibir como rebotan, después al poco tiempo se devuelve a las placas y no llega a una gran longitud.	
	E60: Tiene una corriente de 0.000, supongo que es porque la luz es mucho más clarita. La luz es verde, las pepitas siguen siendo moradas. Las pepitas tienen una velocidad mucho más lenta, salen alrededor de 13. Si corremos la pila a la derecha, va pasando mucho más rápido las pepitas y en más poquitas cantidades, de 3 a 4. Y si corremos la pila completamente a la izquierda, las pepitas apenas se asoman por la placa de la izquierda.	
6	E2: La tonalidad de la luz es un poco verde, pero con cierto tono amarillo, los electrones de vez en cuando salen de a tres o en otras de varios más, parece haber algún tipo de magnetismo con respecto con los electrones. La corriente y voltaje de 2.	Como en los dos últimos casos, la tonalidad de la luz cambia a un color verde claro, esto hizo que los estudiantes como en los anteriores casos mencionaran este cambio de color en sus respuestas.
	E19: La luz cambia a una tonalidad más clara, pero sigue dando el mismo dando el mismo resultado el cual es energía cero.	
	E34: La luz cambia a un color celeste con una intensidad de 100% lo que hace que se presenten una cantidad mayor de electrones, y al tener una longitud de onda más	

	<p>alta, los electrones se mueven un poco más lento.</p>	
<p>E45: En este punto se puede ver que la luz es un poco más clara con respecto al anterior punto, sus partículas son demasiadas y su velocidad es muy lenta tiene una corriente de 0.000 y se mueve a la derecha</p>		
<p>E3: Observo que el color sigue de igual manera verde, la cantidad de electrones aumento aún más, pero la fluidez disminuyo, está más lento y la frecuencia lumínica quedo un poquito más antes de 0, 75</p>	<p>Este caso es bastante particular ya que como lo mencionan los estudiantes, la cantidad de electrones liberados aumentó, sin embargo, la velocidad de estos disminuyó bastante (este resultado es obtenido teniendo en cuenta que no se ha variado la pila). También mencionan que debido a la poca velocidad que estos presentan se genera una acumulación de electrones durante su trayecto desde la placa 1 a la placa 2. Como en los casos anteriores se considera necesario y pertinente hacer las aclaraciones frente a las causas y efectos de este.</p>	
<p>E7: Con la longitud de onda de 539 nm y la intensidad en 100% sale muchísimas pepitas, pero va todavía más lento que en las otras tres, va súper lento.</p>		
<p>E11: En esta sexta prueba la luz es verde y los electrones salen en mayor cantidad y más lentos.</p>		
<p>E13: Sin modificar la pila podemos observar un cambio bastante notorio en la velocidad de las bolitas, van supremamente lento y es como si se pegaran o se acumular entre ellas, la luz sigue verde pero ahora más claro. Por otro lado, si modificamos el número de la pila vemos como estas se empiezan a desplazar muchísimo más rápido y cambian los polos entonces pareciera que se están devolviendo.</p>		
<p>E29: Se producen muchos electrones, se desplazan a una velocidad muy lenta y se interponen unos a otros y la corriente es 0 con un voltaje de 0 mientras que si este aumenta se producen menos amontonados y a mayor velocidad, dependiendo la variación de la pila la dirección de los electrones cambia dado la magnitud de los polos.</p>		
<p>E4: La luz se vuelve verde claro por su intensidad de luz va más lento que las demás teniendo una corriente de 0 y con la batería en 0 voltios.</p>	<p>Debido al particular comportamiento de los electrones liberados, no se logra producir ninguna corriente, por ello es necesario realizar un análisis a</p>	

		profundidad del comportamiento de los electrones liberados y su falta de producción de energía.
	E23: Va disminuyendo su velocidad en 0.00 v pero cuando v aumenta su rapidez también.	Como ya se mencionó, en este último caso los electrones liberados presentan la particularidad de que se generan en una gran cantidad, estos tienen una velocidad bastante pequeña; la pila afecta la velocidad de estos debido a que los atrae hacia la placa que esté cargada positivamente. Sin embargo, ni siquiera esta alteración de la pila logra una producción de corriente, por ello es necesario dar una explicación a la situación presentada.
	E26: Cuando la corriente está neutra los electrones van más lento, pero si colocamos corriente negativa su dirección es hacia la izquierda y si colocamos la corriente en positiva su dirección cambia hacia la derecha aumentando su velocidad.	
	E43: Las partículas van muy pegadas todas, y su velocidad es muy poca, y la corriente es 0, al cambiar la pila de posición las partículas irán más rápido a la dirección seleccionada.	
	E61: Es una luz verde claro. Las pepitas se mueven muy lento, casi no pareciera que se movieran, son muchas más, alrededor de 30. Hay una corriente de 0. Si corremos la pila a la derecha, va pasando mucho más rápido las pepitas y en más poquitas cantidades, de 1 a 2. Y si corremos la pila completamente a la izquierda, las pepitas no se asoman.	

Tabla 1: Consolidado de las respuestas del laboratorio virtual.

Basándonos en las respuestas aportadas por los estudiantes y tras analizar las similitudes en las respuestas, se procederá a establecer conexiones con el marco teórico. En la revisión del marco teórico se observa que los estudiantes hacen alusión a características de la luz, específicamente en la mención de la longitud de onda. Esto se deriva del conocimiento previo adquirido por los estudiantes a lo largo de su formación en conceptos de física en años anteriores.

Notablemente, a través de la interacción con el simulador, los estudiantes han logrado establecer una relación entre la longitud de onda y la frecuencia de oscilación, como se refleja en las respuestas de los estudiantes E12 en la pregunta 1 y E37 en la pregunta 2. Los estudiantes han sido capaces de asociar el cambio en el color de la luz emitida por la lámpara con el valor de la longitud de onda indicado por la herramienta. Además, en la pregunta 4, un porcentaje de los estudiantes menciona que el

cambio en la longitud de onda provocó una transición de color de morado a azul. Esta comprensión desempeña un papel significativo en el proceso de comprensión de las características y el comportamiento de la luz.

Dado los hallazgos surgidos en las sesiones de orden conceptual, se ha buscado enfocar y clarificar conceptos tales como longitud de onda, modelo atómico, frecuencia de la luz, transformación de energía, entre otros.

Asimismo, se ha observado que un reducido grupo de estudiantes no ha formulado conclusiones ni ha establecido conexiones entre las variaciones que llevaron a cabo. En lugar de ello, se han limitado a describir lo que estaban observando, sin atribuirle un significado. Por ejemplo, en la pregunta 1, los estudiantes E3, E10 y E49, en la pregunta 2, el estudiante E49, y en la pregunta 5, el estudiante E14, así como en la pregunta 6, los estudiantes E7 y E10, se destacan por mostrar esta tendencia. Esta ausencia de análisis de los resultados constituye un desafío importante, para lo docentes, ya que se requiere desarrollos posteriores que permitan superar las dificultades en la comprensión de los conceptos claves.

Por otro lado, aunque el marco teórico de esta investigación no abarca directamente conceptos relacionados con el electromagnetismo, es notable que los estudiantes (como se evidencia en las respuestas a la pregunta 1: E7, E18, E20, E21, E27, E29, E37, E39, E44) han logrado comprender cómo un campo magnético (generado por la pila) incide en las partículas (electrones). En este contexto, la intención de la pila es que los estudiantes puedan percibir que al cargar positiva o negativamente las placas 1 y 2, las partículas son atraídas hacia la placa con carga positiva. A través de la comprensión de que las cargas opuestas se atraen y al observar que la placa se encuentra cargada positivamente, los estudiantes han inferido la existencia de partículas con carga negativa, que en este caso representan a los electrones.

En el marco teórico se abordan conceptos relacionados con la luz y su comportamiento, es evidente que los estudiantes están esforzándose por establecer conexiones entre la intensidad luminosa y la liberación de electrones en la placa 1. Esta tendencia se refleja en sus respuestas a lo largo de varias preguntas, como la pregunta 1 (E8, E21), la pregunta 2 (E12), la pregunta 3 (E12, E53), la pregunta 4 (E7, E12), y la pregunta 5 (E12, E25, E30). En este contexto, están buscando establecer una relación directa entre estos dos factores, lo que indica una comprensión más profunda de los fenómenos relacionados con la fotoelectricidad y la interacción de la luz con la materia. La búsqueda de relaciones y correlaciones entre variables

diversas desempeña un papel fundamental en el proceso de aprendizaje que se pretende alcanzar.

Considerando el contenido del marco teórico referente al efecto fotoeléctrico, la asociación establecida por los estudiantes resulta crucial para comprender este fenómeno en estudio. Aunque se requiere una mayor profundización en la explicación del proceso a nivel molecular que desencadena la liberación de electrones, este análisis promoverá y facilitará el aprendizaje acerca del efecto fotoeléctrico.

Por último, es relevante destacar que algunos estudiantes han mencionado haber investigado previamente sobre paneles solares en sesiones anteriores. Han logrado establecer una conexión entre el fenómeno estudiado en dicha investigación previa y lo observado en la simulación virtual.

8.1.2 Proyecto final:

En las estaciones 5 y 6 de la unidad didáctica, se llevó a cabo la etapa de construcción y presentación de los proyectos finales. El objetivo de esta fase consistía en diseñar carritos que funcionarían a través de un motor conectado a un panel solar. Para llevar a cabo este proyecto, los estudiantes se organizaron en grupos de 2 o 3 integrantes. Luego, se les solicitó que seleccionaran un diseño para su carrito y le asignaran un nombre.

Es importante subrayar que los diseños elegidos reflejan la creatividad de los estudiantes, quienes se inspiraron en automóviles de lujo, vehículos convencionales e incluso automóviles de películas. La razón detrás de la asignación de un nombre a cada carrito era estimular la dinámica y la emoción durante la competencia, lo que hizo que la experiencia resultara más atractiva para los estudiantes.

A continuación, se presenta la relación de los proyectos desarrollados:

1001		
GRUPO	TIPO DE CARRO	NOMBRE CARRO
1	Camioneta Toyota	Zarco
2	Toyota Supra MK4	Antonio Fernando Daza Rico
3	Mini cooper	El mago
4	Porche	América
5	Carro de Barbie (Convertible)	Barbieland
6	Chiva Rumbera	Carro loco
7	Carro loco	Minina
8	Camioneta Bronco	Chatarra
9	Guido (Cars)	Guido
10	Rayo MacQueen	Rayo MacQueen
11	Nissan	Francesco
12	Rayo MacQueen	Rayo MacQueen
13	Camioneta 4x4	Monster Car

Tabla 2: Carros construidos por los estudiantes de 1001

1002		
GRUPO	TIPO DE CARRO	NOMBRE CARRO
1	Limousine	Blanca
2	Carrito Peace	Peace
3	Tractor	Optimus Prime
4	Transmilenio	Transmi
5	Alimentador	Verde
6	Carro de Bomberos (Paw Patrol)	Marshall
7	Hallmark Ornament	Hallmark
8	Camaro ZL1	Veloz
9	Carrito de helados	Dulce
10	Carro de hot dogs	Fugaz
11	Máquina del misterio	Máquina del misterio
12	Filmore (Cars)	Filmore
13	Gato de totoro	Gatito
14	Band de Osito	Oso
15	Band de Cerdito	Cerdito

Tabla 3: Carros construidos por los estudiantes de 1002

1003		
GRUPO	TIPO DE CARRO	NOMBRE CARRO
1	Chiva	La chivita
2	Carrito Pockero	Quacks Smp
3	Twingo	Bocho
4	Hammer	Monster
5	Rayo MacQueen	Rayo MacQueen
6	Carro de F1	Optimus Prime
7	Mate cars	Mate
8	Casa Rodante	Matilda
9	Carrito de helados	Energía Frost
10	Batimóvil	Batimóvil

Tabla 4: Carros construidos por los estudiantes de 1003

Según lo registrado en el diario de campo (Anexo G), después de acompañar el proceso de construcción de los carritos y llevar a cabo las pruebas correspondientes, los estudiantes realizaron la presentación requerida al comenzar la implementación de la presente investigación. En la exposición, cada uno de ellos explicó conceptos clave, como el efecto fotoeléctrico, la transformación de la energía y temas relacionados, como la fricción. La fricción resultó ser uno de los principales desafíos durante las pruebas de los carritos, ya que las ruedas mostraban variaciones en su nivel de fricción, lo que afectaba la velocidad de desplazamiento de los mismos.

Fue interesante observar que, tal como se mencionó en el diario de campo, "cuando los estudiantes explicaban el efecto fotoeléctrico, a menudo utilizaban ejemplos basados en lo que habían experimentado en el simulador de la práctica experimental virtual" (Sesión 7). A partir de sus experiencias y comprensión adquirida a través del simulador virtual, lograron una comprensión más sólida del fenómeno. Observaron cómo las "pepitas" y "bolitas" generaban una corriente eléctrica y cómo la longitud de onda y la intensidad lumínica podían influir en su comportamiento. Al explicar los conceptos, algunos estudiantes incluso dibujaban estas "bolitas" en la pizarra y describían sus comportamientos y efectos.

Es relevante destacar que, según el Anexo G, "todos los estudiantes demostraron un dominio de los temas presentados" (sesión 14). Algunos estudiantes mencionaron que, aunque comprendieron parcialmente los conceptos y el efecto fotoeléctrico durante las clases teóricas, la comprensión mejoró significativamente al interactuar con el simulador y al observar los resultados prácticos al construir los carritos. Durante la preparación para la

presentación, realizaron una revisión bibliográfica de los conceptos, lo que les permitió asociar los conceptos de manera más intuitiva.

Basándonos en la experiencia adquirida, podemos concluir que se requiere más tiempo para la elaboración de proyectos, lo que permitirá un proceso más riguroso y, en consecuencia, mejores resultados en la comprensión del efecto fotoeléctrico y sus conceptos asociados.

8.1.3 Entrevistas semiestructuradas a estudiantes:

La realización de entrevistas semiestructurada con los estudiantes tuvo como objetivo principal obtener información más detallada de sus experiencias y opiniones en relación a la experiencia que vivida.

Este enfoque permite recopilar información valiosa sobre cómo se sintieron a lo largo de todo el proceso, lo que puede ser esencial para la evaluación y mejora de futuros programas o proyectos educativos. Por esto, se realizó la misma entrevista a dos estudiantes.

A continuación, se muestran las respuestas dadas a las preguntas que se ubican en la primera columna:

Pregunta	ES1	ES2
¿Cómo se sintió durante la experiencia?	Desde la primera clase sentí que muchas veces acá vemos los paneles, pero no se pone a pensar en el funcionamiento y me di cuenta de que si bien hay conceptos bastante difíciles de entender en realidad cuando uno le pone lógica y con tu explicación pude entender cómo funciona y cuál es la importancia de ellos.	Fue una experiencia chévere, pero a la vez difícil y frustrante al ver que no funcionaba el carrito.
¿Considera que aprendió algo?	Si, muchísimo	Si, de hecho, me encantó el tema.
¿Sientes que lograste relacionar lo que aprendimos durante el laboratorio y durante la clase conceptual con lo que sucedía con el carrito?	Sí, porque ya entonces uno empieza a saber el proceso de funcionamiento y ya uno puede lograr entender por qué no funciona y que problemas puede tener y por qué si funciona.	Más o menos
¿Te gustaría mejorar algo de la experiencia?	Si, más tiempo, yo creo que es un tema que en lo personal creo que es bastante interesante, pero siento que faltó más tiempo.	No, todo está bien.

¿Te gustaría seguir teniendo este tipo de experiencias?	Sí, me parece muy importante tanto por lo que nos rodea en el colegio como también por los conceptos que aprendemos que nos pueden ayudar en un futuro.	Si
---	---	----

Tabla 5: Tabulación de las entrevistas

A partir de las respuestas obtenidas en las entrevistas, se pudo observar un genuino interés por parte de los estudiantes en este tipo de experiencias que les brindan la oportunidad de construir conocimiento. Sin embargo, una de las estudiantes mencionó que experimentó cierta frustración al darse cuenta de que el carrito no funcionaba como esperaba. En este caso, la dificultad radicaba en el hecho de que las ruedas no eran adecuadas para el tamaño del carrito construido, y la estructura del mismo resultó ser demasiado pesada, lo que afectaba su movilidad. No obstante, después de realizar las adaptaciones necesarias, se lograron mejorar las condiciones de funcionamiento del carrito.

Un aspecto relevante que surge de las entrevistas es la necesidad de más tiempo. Una de las estudiantes mencionó que se requeriría un mayor tiempo para el desarrollo de la implementación. Por lo tanto, se considera que, en futuras oportunidades, es importante ajustar los plazos para permitir un desarrollo más completo de la experiencia.

9. REFLEXIÓN SOBRE LOS ALCANCES PEDAGÓGICOS Y DIDÁCTICOS.

Dado el objetivo principal de este trabajo de grado, desarrollamos e implementamos una unidad didáctica centrada en el efecto fotoeléctrico en el Colegio Ramón B. Jimeno, cuya infraestructura eléctrica funciona con paneles solares, como mencionamos en capítulos previos. Durante la creación de esta unidad, tuvimos en cuenta las diferentes características y estilos de aprendizaje observados en los estudiantes durante la fase de observación, y que constituyen elementos fundamentales de la caracterización e identificación de los alcances de la propuesta de unidad didáctica, cuyo propósito fundamental fue aportar a la mejora del proceso de enseñanza y aprendizaje. A partir del diseño e implementación de esta unidad didáctica, surgieron reflexiones que consideramos esenciales.

Es importante destacar la pertinencia de esta unidad didáctica en este contexto específico. Como mencionaron los estudiantes en el Anexo G (sesión 4), su curiosidad por los paneles solares surgió durante un descanso, y al relacionar lo

aprendido en clase con su funcionamiento, demostraron asombro. Esto nos hace reflexionar sobre nuestra labor como docentes y la importancia de mediar adecuadamente para enseñar temas complejos que se ajusten a las necesidades de aprendizaje de los estudiantes.

En relación a la problemática de la enseñanza de la física, nuestra investigación ha demostrado que la experiencia didáctica actual contribuye significativamente a su resolución. Es posible enseñar conceptos de física moderna, incluso los considerados complejos, si se emplean las mediaciones adecuadas y se conectan de manera efectiva con la vida cotidiana de los estudiantes, lo que confirma que se puede enseñar este campo de conocimiento a los estudiantes de educación básica y media, sin que ello implique que no se pueda profundizar.

En cuanto a las reflexiones derivadas de la documentación sistemática, es importante resaltar los hallazgos de la práctica experimental virtual. Algunos estudiantes enfrentaron dificultades en el análisis de observaciones, limitando el alcance del análisis al centrarse en descripciones paso a paso. Para abordar este problema, debemos considerar factores como el entorno de clase y las motivaciones personales y contextuales que influyen en el comportamiento de los estudiantes. La mayoría de ellos logró llegar a las conclusiones esperadas y comprender las relaciones conceptuales, lo cual guarda relación con la lectura realizada por la maestra en formación de las necesidades de desarrollo conceptual en las sesiones destinadas para ello, en esencia, la fase inicial de observación con fines de caracterización brinda los elementos no solo de contexto sino de las adecuaciones a la propuesta de unidad didáctica, que se implementó.

En la fase que implicó el desarrollo y socialización del proyecto final, los estudiantes lograron poner de manifiesto desde el discurso, explicaciones no solo adecuadas desde el punto de vista conceptual, sino que a su vez analizaron de manera profunda el funcionamiento en sí mismo de sus proyectos. Sin lugar a dudas, esto evidencia el efecto positivo de la implementación de la propuesta de unidad didáctica.

De otra parte, las entrevistas semiestructuradas permitieron obtener una visión completa de sus opiniones sobre estos enfoques pedagógicos alternativos y de su relevancia en los procesos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias en general y en particular en la Física. Hacer de la enseñanza de la física un campo de investigación, no solo aporta a los maestros en formación, sino que también a los diferentes escenarios que nos abren sus puertas tanto para el desarrollo de la práctica educativa como para la implementación de los trabajos de grado de corte investigativo.

En resumen, estas experiencias son fundamentales, ya que permiten a los estudiantes construir conocimientos a partir de vivencias que revitalizan el proceso

de aprendizaje. Al observar fenómenos en su vida cotidiana y relacionarlos con lo aprendido, logran una comprensión más profunda de los temas que se deseen abordar.

Finalmente, el desarrollo en el marco de la modalidad de trabajo de grado, experiencia didáctica, contribuye tanto a las poblaciones objeto de implementación como a la consolidación en la formación de licenciados en física.

10. REFERENTES BIBLIOGRÁFICOS

- A, R.-M. M., & Cervantes-Cota, J. L. (2006). El efecto fotoeléctrico. *Revista Científica Multidisciplinaria de Prospectiva*, 303-311.
- Arencibia-Carballo, G. (2016). La importancia del uso de paneles solares en la generación de energía eléctrica. *Revista Electrónica de Veterinaria*, 1-4.
- Arias, G. D., & Puentes., E. T. (2017). Unidades didácticas. Herramientas de la enseñanza. *NORIA investigación educativa*, 41-47.
- Arruda, J. R. (2003). Un modelo didáctico para enseñanza aprendizaje de la física. . *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 86-104.
- Bruner, J. ((1960)). *Bruner, J. El proceso de la educación*.
- Buitrago, A. M. (2019). ¿ Es tiempo de enseñar física moderna en los colegios? *El Mundo*.
- Carvajal, M. (1990). La didáctica en la Educación. *Fundación Academia de Dibujo Profesional*, 1-12.
- Cassini, A., Levinas, L., & Pringe, H. (2013). Einstein y el efecto Compton. *Scientiae Studia*, 185-209.
- Dalmiro, B., Rodríguez, D., & Castañeda, F. (2006). Propiedades de la luz. *Góndola, enseñanza y aprendizaje de las ciencias*, 71-78.
- De la Torre, S. (1993). Didáctica y currículo bases y componentes del proceso formativo. En *Didáctica y currículo bases y componentes del proceso formativo* (págs. 1-297). Dykinson.
- De Las Rivas, J. A. (2000). La luz y el aparato fotosintético. En J. A. De Las Rivas, *Fundamentos de Fisiología Vegetal* (págs. 131-153).
- Dewey, J. (1995). *Democracia y educación: una introducción a la filosofía de la educación*. Ediciones Morata.
- Einstein, A. (1905). Sobre un punto de vista heurístico concerniente a la producción y transformación de la luz. *Annalen der Physik*, 132-148.
- Gamboa, M. E., & Bouver., V. C. (2012). Modelo para el diseño de unidades didácticas contextualizadas. *Opuntia Brava*, 55-68.
- García, S. (2000). Intervención psicopedagógica en lostrastornos del desarrollo. *Psicothema*, 511–512.
- Gardner, H. (1995). *Inteligencias Múltiples. La Teoría en la Práctica*. Barcelona: Paidós.
- Gómez, D. H., & Puentes, E. T. ((2017)). Unidades didácticas. Herramientas de la enseñanza. *NORIA investigación educativa*, 41 - 47.

- Grajales Echeverry, H. (2017). *La enseñanza de la Física Moderna en la educación básica: una aproximación desde el principio de incertidumbre*. Universidad Pedagógica Nacional .
- Graus, M. E., & Bouver, V. C. (2012). Modelo para el diseño de unidades didácticas contextualizadas. . *Opuntia Brava*, 55-68.
- H., O. J. (2018). *La sistematización de experiencias: práctica y teoría para otros mundos posibles*. Bogotá, Colombia: CINDE.
- Héctor, P., & Solbes, J. (2006). Una propuesta sobre enseñanza de la relatividad en el bachillerato como motivación para el aprendizaje de la física. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, Vol. 24 (n.º 2), 269-283.
- Henry, G. E. (2017). La enseñanza de la Física Moderna en la educación básica: una aproximación desde el principio de incertidumbre. *Repositorio Universidad Pedagógica*.
- Herbart, J. F. (1935). *Pedagogía general derivada del fin de la educación*. Madrid, España: Espasa- Calpe.
- J, F., Palacios, P., & León, P. C. (2000). *Didáctica de las ciencias experimentales*. Editorial Marfil .
- Jimeno, C. R. (2020). *Manual de convivencia* . Bogotá D.C.
- Leonardo, Alejandro, C., & Marcelo, L. (2008). La explicación de Einstein del efecto fotoeléctrico: un análisis histórico-epistemológico. *Revista latinoamericana de filosofía*, 5-38.
- Locke, E. A. (1975). Personnel attitudes and motivation. *Annual review of psychology*, 457- 480.
- M, F., Gil, Y., Moriel, A., & J., R. (s.f.). La Luz. *Links of Science for Kids*.
- Manrique, A. M., & Henao., A. M. (2013). El material didáctico para la construcción de aprendizajes significativos. *Revista Colombiana de Ciencias Sociales*, 101-108.
- Mesa, J. D., Mejía, A. E., & Isaza., R. A. (2009). Descripción y análisis del efecto fotovoltaico en la región. *Scientia et technica*.
- Omar, A., Monica, G., José, J., & Rosalba, M. (2017). La Didáctica: Epistemología y Definición en la Facultad de Ciencias Administrativas y Económicas de la Universidad Técnica del Norte del Ecuador. *Formación Universitaria*, Vol. 10(3), 81-92.
- Peña, J. Z. (2016). Contexto en la enseñanza de las ciencias: análisis al contexto en la enseñanza de la física. *Góndola, Enseñ Aprend Cienc*, 11(2), 193-211.
- Pérez Gómez, A. (27 de Septiembre al 2 de Octubre. 1982). Investigación en el aula y paradigma ecológico. *I Simposio Internacional de Didáctica General y Didácticas Especiales*. Murcia, España.
- Ramal, Z. J. (1999). Por Una Concepción Moderna De La Enseñanza De La Física. *Enseñanza De Las Ciencias*, 131-135.

- Rodríguez Torres, J. (2010). De las programaciones didácticas a la unidad didáctica: incorporación de competencias básicas y la concreción de tareas. *Revista Docencia e Investigación*.
- Ron, J. S. (1988). Usos Y Abusos De La Historia De La Física En La Enseñanza. *Enseñanza De Las Ciencias*, 179-188.
- Ruiz, G. (2013). La teoría de la Experiencia. *Foro de Educación* (págs. 103-124). España: FahrenHouse Cabrerizos.
- SHULMAN, L. (1987). Knowledge and teaching: foundations of the new reform. . *Harvard Educational Review*, 1-22.
- Tembladera, C., Mercedes, C., Poma, G., & Alina, H. (2013). La indagación científica para la enseñanza de las ciencias. *Revistas - Universidad Nacional del Centro de Perú*, 99-104.
- Wheaton, B. R. (1978). Philipp Lenard and the photoelectric effect, 1889-1911. En *Historical Studies in the Physical Sciences* (págs. 299-322).

Nota:

Si desea ver los anexos del presente trabajo de grado dirijase al siguiente link:

<https://drive.google.com/drive/folders/1hxJSIVGxt64CAqUyBbcwpa2dYUQDv31y?usp=sharing>