

**ANÁLISIS DE LA LUZ A PARTIR DE SU INTERACCIÓN ELÉCTRICA: UNA  
PROPUESTA EXPERIMENTAL PARA GENERAR CONOCIMIENTOS SOBRE  
EL EFECTO FOTOELÉCTRICO.**

**LUISA YINETH GARCÍA MALDONADO**

**LA ACTIVIDAD EXPERIMENTAL PARA  
LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA**

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL**

**FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA**

**DEPARTAMENTO DE FÍSICA**

**BOGOTÁ D.C**

**2023**

**ANÁLISIS DE LA LUZ A PARTIR DE SU INTERACCIÓN ELÉCTRICA: UNA  
PROPUESTA EXPERIMENTAL PARA GENERAR CONOCIMIENTOS SOBRE  
EL EFECTO FOTOELÉCTRICO.**

**LUISA YINETH GARCÍA MALDONADO**

**TRABAJO DE GRADO PRESENTADO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE  
LICENCIADA EN FÍSICA**

**MARINA GARZÓN BARRIOS**

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL**

**FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA**

**DEPARTAMENTO DE FÍSICA**

**BOGOTÁ D.C**

**2023**

## **Agradecimientos**

*Agradezco a mi abuela que estuvo en todo mi recorrido pendiente de mí y que fue una gran luchadora y maestra de vida, la cual siempre la voy a admirar.*

*Agradezco enormemente todo el apoyo incondicional, esfuerzo y esas palabras que me decía mi madre para no dejarme vencer a este logro tan grande.*

*Agradezco a mi hermano que fue un apoyo durante este proceso que me ayudo y fortaleció los aprendizajes personales y profesionales.*

*Agradezco a Ronald, por acompañarme de manera incondicional desde el inicio, apoyándome en los momentos de adversidad, brindándome apoyo emocional para culminar esta meta.*

*Agradezco a todos los docentes que hicieron parte de este proceso para la orientación de aprendizajes que me permitieron formarme como docente.*

*Agradezco a la profesora asesora de trabajo de grado Marina Garzón Barrios que admiro por su trabajo, sus consejos que me permitieron desarrollar este trabajo con dedicación. Admiro de ella toda su paciencia para aguantarme en todos los procesos lecto escriturales.*

*Agradezco a todos mis compañeros que estuvieron durante este proceso que me ayudaron hacer aportes a este trabajo.*

## Tabla de contenido

<b>Introducción .....</b>	<b>7</b>
<b>Problemática.....</b>	<b>12</b>
<b>Pregunta Problema .....</b>	<b>14</b>
<b>Objetivo general .....</b>	<b>15</b>
<b>Objetivos específicos .....</b>	<b>15</b>
<b>Antecedentes .....</b>	<b>15</b>
<b>Capítulo 1: Los estudios experimentales de Edmond Becquerel y Heinrich Hertz para identificar las interacciones eléctricas de la luz y el efecto fotoeléctrico. ....</b>	<b>17</b>
<b>1.1 Edmond Becquerel y los efectos eléctricos que produce la luz sobre diferentes sustancias. ....</b>	<b>17</b>
<b>1.2 Hertz y el efecto de la luz ultravioleta.....</b>	<b>20</b>
<b>Capítulo 2: La importancia de la actividad experimental en el aula para desarrollo habilidades experimentales.....</b>	<b>24</b>
<b>2.1 Enfoque constructivista .....</b>	<b>29</b>
<b>2.2 Criterios de enseñanza y aprendizaje para el aula. ....</b>	<b>32</b>
<b>2.3 Los elementos metodológicos de enseñanza.....</b>	<b>32</b>
<b>Capítulo 3: Involucrando a los estudiantes en el estudio de los efectos de la luz sobre sustancias, sales y descargas eléctricas. ....</b>	<b>35</b>
<b>3.1 Actividades experimentales para la enseñanza del efecto fotoeléctrico.....</b>	<b>36</b>
<b>3.1.1 Las Fotorresistencias como sensor sensible a la luz.....</b>	<b>36</b>
<b>3.1.2 Sobre el efecto de la luz en sustancias fotosensibles.....</b>	<b>39</b>
<b>3.1.3 Producción de luz en electricidad con sustancias fotosensibles. ....</b>	<b>40</b>
<b>Capítulo 4: Análisis de la implementación .....</b>	<b>42</b>
<b>4.1 Caracterización de la población .....</b>	<b>42</b>
<b>4.2 Datos de análisis .....</b>	<b>44</b>
<b>4.3 Análisis y Resultados .....</b>	<b>46</b>
<b>Conclusiones.....</b>	<b>58</b>
<b>Bibliografía.....</b>	<b>60</b>

## Índice de figuras

<i>Figura 1. On an effect of ultra-violet light upon the electric discharge,1887, p. 65 .....</i>	<i>12</i>
<i>Figura 2 Becquerel Photovoltaic Effect in Binary Compounds,1960, p.1506.....</i>	<i>17</i>
<i>Figura 3: Corresponde de la organización del montaje para tomar valores de resistencia. Elaboración propia. ....</i>	<i>38</i>
<i>Figura 4: Partes de la fotorresistencia y representación simbólica. ....</i>	<i>38</i>
<i>Figura 5 Evidencias de los estudiantes. ....</i>	<i>48</i>
<i>Figura 6: Evidencias de los estudiantes de la gama de colores que se presentan.....</i>	<i>49</i>
<i>Figura 8:Organización de valores de corriente de menor a mayor por los estudiantes ....</i>	<i>50</i>
<i>Figura 9: Organización de valores de voltaje de menor a mayor por los estudiantes. ....</i>	<i>50</i>
<i>Figura 10: Muestra los efectos que se producen sobre el cloruro de hierro.....</i>	<i>53</i>
<i>Figura 11: Estas representan la toma de datos por parte de los estudiantes.....</i>	<i>56</i>

## Índice de tablas

<i>Tabla 1. On an effect of ultra-violet light upon the electric discharge,1887 p. 65 .....</i>	<i>13</i>
<i>Tabla 2. Reproducción de la tabla publicada por Edmond Becquerel Tomado de: Les recherches d'Edmond Becquerel sur la nature de la lumière entre 1839 et 1843, histoire d'une interaction réussie entre science et photographie p.58.....</i>	<i>20</i>
<i>. Tabla 3: Esta tabla representa los objetivos de aprendizaje en cada una de las guías propuestas.....</i>	<i>43</i>
<i>Tabla 4: La tabla muestra las acciones que hacen los estudiantes en cada una de las guías. ....</i>	<i>45</i>
<i>Tabla 5: La tabla muestra los objetivos de cada uno de las actividades y el objetivo general.....</i>	<i>46</i>

<i>Tabla 6 Muestra los montajes para la práctica experimental guía 1. ....</i>	<i>50</i>
<i>Tabla 7: Valores de corriente y voltaje tomadas por los estudiantes. ....</i>	<i>50</i>
<i>Tabla 8: Respuestas de los estudiantes de las preguntas principales.....</i>	<i>51</i>
<i>Tabla 9: Muestra los montajes propuestos para la práctica experimental de la guía 2.....</i>	<i>52</i>
<i>Tabla 10: Respuestas de los estudiantes de las preguntas principales.....</i>	<i>54</i>
<i>Tabla 11: Respuestas de los estudiantes de las preguntas secundarias .....</i>	<i>54</i>
<i>Tabla 12: Muestra los montajes propuestos para la práctica experimental de la guía 3....</i>	<i>55</i>
<i>Tabla 13: Muestra los valores de voltajes y corriente que realizaron los estudiantes .....</i>	<i>56</i>
<i>Tabla 14: Respuestas de los estudiantes a las preguntas principales.....</i>	<i>57</i>

## **Introducción**

El fenómeno que se estudia en el presente documento está relacionado con la interacción que tiene la luz con diferentes materiales (láminas de cobre, hierro y plata) y sustancias (cloruro de hierro, sulfato de cobre y sales) cuyo resultado es la producción de electricidad. En el artículo titulado “On an effect of ultra-violet light upon the electric discharge,(1887)”, Heinrich Hertz (1857-1894) estudió que se puede generar una diferencia de potencial y una intensidad de corriente cuando la descarga eléctrica es iluminada con luz ultravioleta, a este efecto lo denominó efecto fotoeléctrico.

El mismo efecto había sido observado y estudiado por Edmond Becquerel (1820-1891) en 1839, quien escribió un artículo titulado “Mémoire sur les effets électriques produits sous l'influence des rayons solaires” estos trabajos serán el centro de análisis de esta tesis.

Cuando hablamos de interacciones eléctricas de la luz se refiere a la evidencia de un comportamiento eléctrico que se manifiesta como una diferencia de potencial sobre ciertas sustancias o materiales que son sometidos a interactuar con diferentes frecuencias de luz, comportamiento que es diferenciable de los efectos magnéticos. Por ejemplo, de los rayos catódicos se reconocían desviaciones de la luz al interactuar con imanes, en cuanto a lo eléctrico se reconocía bien que la luz se puede producir a través de las descargas, pero no se sabía que la luz fuera capaz de generar electricidad.

En ese sentido se vuelve importante mostrar que no siempre se han reconocido las interacciones eléctricas de la luz, y además se evidencia que hay pocas experiencias en prácticas de laboratorio en las instituciones educativas ya que dentro de los estándares básicos de aprendizaje no se encuentran estos temas relacionados con las interacciones de

la luz y efecto fotoeléctrico. Teniendo en cuenta esto, es necesario pensar cómo se pueden generar actividades experimentales para la enseñanza y aprendizaje de las interacciones eléctricas de la luz para generar conocimiento del efecto fotoeléctrico. Porque hoy en día es común encontrar una serie de dispositivos que generan esas transformaciones de luz en electricidad como por ejemplo las celdas fotovoltaicas que hacen parte de la búsqueda de energías renovables, de forma que vale la pena que se aborden en el aula, puesto que las experiencias sobre el comportamiento eléctrico de la luz no es notable ya que se tienen explicaciones como por ejemplo que hay un flujo de electrones que pasa de un lugar a otro, sin embargo, de estas explicaciones no es tan claro como es que la luz genera ese flujo de electrones.

Por otro lado, se puede evidenciar el papel importante de la actividad experimental que es uno de los aspectos claves en el proceso de enseñanza y aprendizaje de las ciencias y, consecuentemente, a la investigación sobre este tema, de tal manera que los estudiantes desarrollen y potencialicen sus habilidades, destrezas, capacidades, talentos y curiosidades del mundo que los rodea, exaltando el análisis, la descripción, el razonar y el pensar de las actividades experimentales propuestas. A través de las cuales tengan la experiencia y generen hipótesis o argumentos de lo que ocurre dentro de estas. A partir de aquí ver cómo nos reta a ir más allá de las capacidades que se tiene para innovar y generar experiencias a través de experimentos.

Por ello, se presentarán los análisis cualitativos que realizan los estudiantes del IED Colegio Distrital Heladia Mejía con el fin de generar conocimientos sobre el efecto fotoeléctrico a partir de la implementación de actividades experimentales.



Este trabajo está guiado por la metodología de investigación de los estudios histórico crítico para la enseñanza de la física, la cual consiste en los análisis históricos que se realizan a los trabajos de los científicos de la época se puede encontrar una segunda postura a la manera de abordarlos, y es darle al efecto fotoeléctrico y las interacciones eléctricas de la luz un carácter crítico en toda su dimensión humana, incluyendo los contextos de producción en la cual se desarrolla.

De tal manera que en esta metodología se considerarán 3 fases importantes que son: el estudio histórico crítico en la primera fase, en la fase 2 diseño de actividades experimentales y la secuencia de enseñanza y para finalizar en la fase 3 son los análisis de datos de las actividades experimentales como la secuencia de enseñanza.

### **Fase 1: Estudio histórico críticos**

La separación entre la actividad científica y los productos generados pone al individuo en una relación de exterioridad y de subordinación frente a lo que se reconoce como conocimiento científico. Al identificar los resultados con el conocimiento, considera que lo que se trata es de asimilarlos y de hacer uso de ellos (AYALA, 2006). En esta fase se busca demostrar como algunos científicos contribuyen de manera significativa con sus montajes experimentales y como se relacionan los fenómenos, de tal manera que se pueda identificar las interacciones eléctricas de la luz y el efecto foto eléctrico.

### **Fase 2: diseño de actividades unidad didáctica**

La secuencia de aprendizaje responde fundamentalmente a una serie de principios que se derivan de una estructura didáctica (actividades de apertura, desarrollo y cierre) y a una visión que emana de la nueva didáctica: generar procesos centrados en el aprendizaje,

trabajar por situaciones reales, reconocer la existencia de diversos procesos intelectuales y de la variada complejidad de estos (D'Hainaut, 1985).

De forma que se usará la metodología para planificar la secuencia de enseñanza la cual consiste en 4 etapas. En primera instancia en introducir y orientar los fenómenos, luego su respectivo desarrollo y análisis del fenómeno, después su generalización y finalmente la aplicación de manera que el estudiante se involucre en las actividades que le permitan analizar los fenómenos. Por consiguiente, en esta fase se realizará la construcción de secuencias de enseñanza y en conjunto el diseño de actividades experimentales para dar cuenta de las interacciones de la luz y sus transformaciones de modo que cumpla uno de los objetivos específicos.

Por lo tanto, se tiene en cuenta que luego de construir tanto la secuencia de enseñanza como las actividades experimentales se realiza la implementación y se evidencia que descripciones, explicaciones y justificaciones se tienen a la hora de realizar las experiencias en el aula.

### **Fase 3: Análisis de datos**

Se analiza de manera general la forma en que se contrastan los elementos del producto con la metodología, la coherencia entre las actividades elaboradas con los propósitos de la estructura didáctica, la forma en que sugieren organizar el trabajo en el aula y el papel que presenta el estudiante y docente, el uso que le asignan los docentes a la tecnología en la secuencia diseñada y el nivel de interpretación de los fenómenos que se utilizará en el producto elaborado.

En esta fase se realiza la recolección de datos como los son las descripciones y explicaciones que generan los estudiantes a través de las actividades experimentales que

evidencian el fenómeno. De forma que a todos los datos se elabora sus respectivos análisis para concluir como los estudiantes describen las interacciones de la luz y el efecto fotoeléctrico.

En este trabajo se presentan cuatro capítulos. En el primer capítulo, titulado *los estudios experimentales de Edmond Becquerel y Heinrich Hertz para identificar las interacciones eléctricas de la luz y el efecto fotoeléctrico*, se describen los efectos que se presentan en las sustancias y sales cuando diferentes frecuencias de luz inciden sobre éstas. También se presenta el trabajo de Hertz, que describe uno de sus principales experimentos resaltando que la luz ultravioleta es capaz de modificar la intensidad de la chispa generada por una batería que conduce electricidad.

En el segundo capítulo, titulado *la importancia de la actividad experimental en el aula para desarrollo de habilidades experimentales*, se muestra todo el impacto que tienen las actividades experimentales en el aula, se discute que es importante resaltar las habilidades que tienen o pueden desarrollar los estudiantes a partir de la construcción de montajes experimentales, de tal manera que las actividades que se presenten o se lleven al aula sean más enriquecedoras que una guía con los pasos a seguir, o una simple receta, y que las preguntas que acompañan estas actividades permitan la exploración y descripción de los fenómenos que se observan en las clases de física.

El tercer capítulo, titulado: *Involucrando a los estudiantes en el estudio de los efectos de la luz sobre sustancias (sales)*, se muestra el diseño de los experimentos basados en Becquerel y Hertz proponiendo alrededor de ellos las guías de trabajo que se abordan con estudiantes del grado octavo del IED Colegio Heladia Mejía.

Finalmente, el cuarto capítulo se presenta *el análisis y sistematización* de las descripciones que presentan los estudiantes a partir de actividades experimentales observadas en el aula.

### Problemática

Heinrich Hertz (1857-1894) en su artículo titulado “On an effect of ultra-violet light upon the electric discharge” describe que la luz tiene ciertas particularidades tanto eléctricas como magnéticas que son capaces de modificar la intensidad de chispas eléctricas. (Hertz, 1887)

De acuerdo con el montaje experimental que se muestra en la figura 1, Hertz produce dos chispas, el montaje tiene una (batería de la época) esta se encuentra conectada en sus dos extremos a las dos bobinas superior e inferior en la figura. La chispa **A**, en la parte superior, se genera con una bobina de inducción de Ruhmkorff que consiste en inducir determinada

cantidad de corriente de forma que las dos varitas queden cargadas eléctricamente de tal manera que al estar completamente cargadas de electricidad se genere una diferencia de potencial en una y otra varita y en medio de estas haya una descarga eléctrica, la chispa **B** más pequeña se produce con una bobina pequeña; entonces bajo la chipa **A** y **B**, en la placa **p**, se colocan diferentes materiales que son plata, vidrio y otros metales y se observa que inmediatamente se extingue la chispa, pero al remover tal material

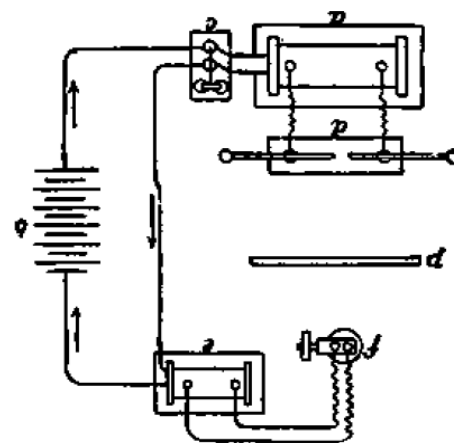


Figura 1. On an effect of ultra-violet light upon the electric discharge, 1887, p. 65

vuelve y reaparece, el efecto se acentúa a medida que la chispa **A** se acerca a la chispa **B**. Teniendo en cuenta lo anterior Hertz experimenta que la distancia entre las dos chispas cuando observa el fenómeno por primera vez era de 1 metro y medio, por lo que el efecto se observa fácilmente a esta distancia. Él pudo detectar indicios de esto, hasta una distancia de 3 metros entre las chispas.

Pero a tales distancias el fenómeno se manifiesta sólo en la mayor o menor regularidad del flujo de chispas en **B**; a distancias inferiores a un metro, su resistencia puede medirse por la diferencia entre la longitud máxima de la chispa antes y después de la interposición de la placa.

Por consiguiente, se hacen diferentes mediciones de distancia entre las chispas, esto implica que antes de colocar los diferentes tipos de materiales con distintas distancias entre las chispas se encuentra que la longitud de la chispa **B** va variando. Por el contrario, después de colocar los tipos de materiales bajo la chispa **A** y **B** con las mismas distancias entre las chispas se encuentra que la longitud de la chispa **B** se mantiene constante, tal como lo presenta en la Tabla 1. Una de las observaciones que encontró fue que cierta chispa se extendía por todos lados en línea recta y formaba rayos exactamente de acuerdo con las leyes de la propagación de la luz.

Distance between the Sparks in cm.	Length of Spark <i>Z</i> in mm. before and after inserting the Plate.		Difference.
∞	0·8	0·8	0
50	0·9	0·8	0·1
40	1·0	0·8	0·2
30	1·1	0·8	0·3
20	1·3	0·8	0·5
10	1·5	0·8	0·7
5	1·6	0·8	0·8
2	1·8	0·8	1·0

*Tabla 1. On an effect of ultra-violet light upon the electric discharge, 1887 p. 65*

De acuerdo con esta descripción, vemos que se tiene conocimiento de la interacción de la luz con la electricidad antes del efecto fotoeléctrico descrito por Einstein y que habitualmente es el que se aborda en los procesos de enseñanza. Es importante precisar que para problematizar ciertas interacciones de la luz se deben evidenciar sus efectos sobre los cambios de la intensidad del potencial eléctrico y la intensidad de la corriente que designan al efecto fotoeléctrico.

Al indagar con un grupo de cuatro estudiantes de la licenciatura en física de la Universidad Pedagógica Nacional de séptimo semestre en el espacio de práctica, se puede apreciar que pese a que ellos conocen esta generalidad del efecto fotoeléctrico no pueden hacer descripciones o explicaciones sobre el efecto, como por ejemplo que se genera una diferencia de potencial la cual implica que también se vean cambios en la intensidad de corriente en la interacción de la luz; por este motivo, se elige desarrollar una propuesta de enseñanza a través de la cual se pueda generar conocimiento sobre este efecto.

### **Pregunta Problema**

¿Cuáles son las descripciones de las interacciones eléctricas de la luz y del efecto fotoeléctrico que hacen los estudiantes cuando realizan actividades experimentales?

**La hipótesis de la investigación** es: A partir de actividades experimentales se puede identificar interacciones eléctricas de la luz, y describir efectos como el efecto fotoeléctrico en estudiantes de educación media

### **Objetivo general**

- Analizar los resultados de la implementación de una secuencia de enseñanza a través de las actividades experimentales mediante las cuales se construyen las interacciones eléctricas de la luz y del efecto fotoeléctrico en educación media.

### **Objetivos específicos**

- Identificar las interacciones eléctricas de la luz, y del efecto fotoeléctrico, por medio de los experimentos descritos por Heinrich Hertz en el artículo titulado “On an effect of ultra-violet light upon the electric discharge” de 1887, y por Edmond Becquerel en el artículo titulado Mémoire sur les effets électriques produits sous l'influence des rayons solaires de 1839.
- Diseñar actividades experimentales para construir las interacciones eléctricas de la luz y del efecto fotoeléctrico en educación media, en relación con los hallazgos encontrados en los artículos.
- Implementar actividades experimentales para construir las interacciones eléctricas de la luz y del efecto fotoeléctrico en educación media.

### **Antecedentes**

Para este trabajo es importante indagar algunas investigaciones que aportan a la construcción e identificación de las interacciones eléctricas de la luz y el efecto fotoeléctrico, en este sentido se utilizan en primera instancia los artículos originales de físicos como Edmond Becquerel y Heinrich Hertz.

Para comenzar, encontramos a Edmond Becquerel con su artículo titulado Mémoire sur les effets électriques produits sous l'influence des rayons solaires de 1839 dan cuenta de estudios detallados de los montajes experimentales que conducen a la

caracterización de los efectos eléctricos de la luz en relación con la cantidad de corriente para diferentes sustancias como bromo, cloro, nitrato de plata bajo diferentes frecuencias de luz visible y luz ultravioleta. Este artículo aporta para ejemplificar los experimentos que llevan a la identificación de los efectos eléctricos de la luz en relación con la cantidad de corriente para diferentes sustancias.

Asimismo, es importante mencionar a Heinrich Hertz con su artículo investigativo titulado “On an effect of ultra-violet light upon the electric discharge” de 1887, que da cuenta de la caracterización de algunos materiales semiconductores de electricidad como lo son el cobre, la plata, entre otros bajo la interacción de luz ultravioleta. Este artículo aporta para ejemplificar los experimentos que conducen a la caracterización de los efectos eléctricos de la luz en relación a descargas eléctricas bajo diferentes materiales conductores de electricidad.

Siguiendo con esta línea investigativa, en el artículo de Edmond Becquerel, de 1960 titulada: *Becquerel Photovoltaic Effect in Binary Compounds*, menciona algunos estudios experimentales de los compuestos binarios utilizados para el efecto fotovoltaico descrito por Becquerel, esto aporta a identificar qué sustancias son fotosensibles y nos lleva a la construcción de algunas actividades experimentales.

Es importante reconocer que, en la Universidad Pedagógica Nacional se encontraron investigaciones relacionadas con el efecto fotoeléctrico centradas en otros puntos de vista como lo son la cuantización de energía, emisión y absorción de electrones, los cuales eventualmente están identificados en la teoría de Einstein, de forma que estos trabajos ya que se encuentran situados en aspectos como la cuántica y la relatividad, campos alejados de la intención de este trabajo que va dirigido a estudiantes de grado octavo.



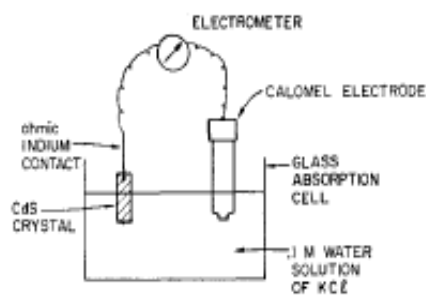
De acuerdo con esto, es importante señalar que estos aspectos tanto cuánticos como relativistas no van a hacer nuestros aspectos a tratar en esta investigación porque se pretende describir las interacciones eléctricas de la luz teniendo en cuenta su intensidad de corriente y su intensidad de potencial eléctrico presentes en el efecto fotoeléctrico.

## **Capítulo 1: Los estudios experimentales de Edmond Becquerel y Heinrich Hertz para identificar las interacciones eléctricas de la luz y el efecto fotoeléctrico.**

En este capítulo se describen los efectos propuestos por Becquerel que se presentan en algunas sales cuando diferentes frecuencias de luz inciden sobre éstas. También se presenta el trabajo de Hertz, que describe uno de sus principales experimentos resaltando que la luz ultravioleta es capaz de modificar la intensidad de la chispa generada por una batería que conduce electricidad.

### **1.1 Edmond Becquerel y los efectos eléctricos que produce la luz sobre diferentes sustancias.**

Becquerel realizó experimentos con el fin de observar efectos fotovoltaicos que se producían en las interfaces semiconductor- electrolito, utilizó muestras monocristalinas de sulfuro de Cadmio (Cds) y otros compuestos que ya había observado que eran fotosensibles. En sus primeras observaciones en 1839 en el texto titulado: Becquerel



*Figura 2 Becquerel Photovoltaic Effect in Binary Compounds, 1960, p.1506*

Photovoltaic Effect in Binary Compounds de (1960), utilizó un electrodo que consistía en una lámina de platino recubierto de una fina capa de cloruro de plata, que sumergía en una solución electrolítica y al iluminar el electrodo de cloruro de plata, se producía una corriente eléctrica. (Willians.R, 1960, p.1506)

Este científico demostró que la corriente no se debía a un efecto de calentamiento sino a la interacción química que se encuentra entre el semiconductor y el electrolito, por lo tanto, muchos de los experimentos que realizó los hizo con compuestos binarios tales como: sulfato de cobre, yoduro de sodio, sulfuro de cadmio, entre otros.

En la figura 2, se muestra un esquema de la disposición experimental, la cual está compuesta de una celda galvánica, un electrodo de mercurio, y el segundo electrodo es un monocristal de sulfuro de cadmio. El electrodo de mercurio está separado por la solución que rodea el cristal por un puente de sal de cloruro de potasio (KCl). El cristal se sumerge en la solución electrolítica de manera que la mitad inferior quede sumergida y la mitad superior permanezca seca. Se acerca una lámpara de tungsteno de forma que luz incida sobre la cara ancha del cristal.

Cuando se ilumina el cristal, se produce inmediatamente una corriente inducida de unos 0,6 voltios, bajo iluminación brillante se producen corrientes de unos 100 microamperios. Esta corriente es proporcional a la intensidad luminosa. Si la celda es iluminada por varias horas, se forma una capa de sólido amarillo pálido en la cara del cristal sobre la que se le incide luz, esto quiere decir que el sólido es azufre libre que se ha formado por la descomposición del cristal sulfuro de cadmio (Cds) causado por la influencia de la luz. (Willians.R, 1960, p.1506)

De este modo, la descomposición de los compuestos binarios bajo la influencia de la luz es el resultado de una reacción química que consume el material del electrodo. Fue llamada por Becquerel como efecto Becquerel.

Después de observar estas características realiza nuevos experimentos con diferentes sales y un galvanómetro para reconocer los efectos que producen las sustancias al ser iluminadas. Becquerel además utilizó percloruro de hierro con alcohol y percloruro de hierro con agua con el fin de introducirlo en un recipiente de vidrio y que las dos soluciones se encontraran separadas debido a sus diferencias de densidad, dentro del recipiente colocó láminas de platino que se encontraban conectadas al galvanómetro y procedió a observar los efectos que se producían cuando se ubicaba una pantalla negra que detenía el paso de luz y cuando no la ubicaba, de tal manera que la aguja del galvanómetro mostraba los grados de desviación, que nunca superan los 20°. (FATET.J, 2005.p. 55)

Becquerel concluyó que:

1. Las desviaciones eran directamente proporcionales a las intensidades de luz.
2. No se produce ningún efecto si no se encuentran los dos líquidos.
3. El grosor de las pantallas no afecta la disminución de intensidad de los efectos medidos. Esta disminución de intensidad es diferente para cada material, pero sigue siendo la misma para un material dado, independientemente de su grosor.

Por ello, Becquerel ordena de menor a mayor intensidad la disminución de intensidad de los filtros. Consiguiendo el siguiente orden: violeta, azul, verde, amarillo, rojo. como se muestra en la siguiente tabla 2.

Ecrans	Rayons colorés qui traversent les verres	Nombre de rayons chimiques qui traversent les écrans, en représentant par 100 le nombre des rayons incidents
Verre blanc	Blancs	60,5
Verre violet	Rouges, violets	41,4
Verre bleu	Rouges, verts, bleus	25,8
Verre vert	Verts	Insensible
Verre jaune	Rouges, orangés, jaunes, verts	0
Verre rouge	Rouge	0

*Tabla 2. Reproducción de la tabla publicada por Edmond Becquerel Tomado de: Les recherches d'Edmond Becquerel sur la nature de la lumière entre 1839 et 1843, histoire d'une interaction réussie entre science et photographie p.58*

En la primera columna se muestran los filtros que utiliza Becquerel ya anteriormente organizados, en la siguiente se muestran los rayos de colores que atraviesan el cristal con el fin de observar el número de rayos químicos que atraviesan los filtros, representando por 100 el número de rayos incidentes, que se muestran en la última columna.

Sus conclusiones encontradas después de publicar su tabla fueron que el filtro verde no era sensible y por tanto los rayos de colores de los filtros amarillo y rojo no presentan rayos incidentes.

Por otra parte, se presenta el trabajo de Hertz, que describe uno de sus principales experimentos resaltando que la luz ultravioleta es capaz de modificar la intensidad de la chispa generada por una batería que conduce electricidad.

## **1.2 Hertz y el efecto de la luz ultravioleta**

Hertz describe que la luz es capaz de modificar la intensidad de la chispa generada por una batería que conduce corriente hacia barras metálicas a partir de una bobina de

inducción. Esto le permitió concluir que la luz proveniente de la chispa era la causante de este extraño fenómeno.

Por lo tanto, para observar el fenómeno este no depende de ningún efecto perjudicial de la placa sobre la chispa b (ver figura 1). sino de su anulación de una cierta acción de la chispa a, que tiende a aumentar la distancia de chispa cuando la distancia entre las chispas a y b es grande, si ajustamos el micrómetro de chispa de manera que las chispas ya no pasen por b. y acercamos el medidor de chispa a, la corriente de chispas en b reaparece; esta es la acción. si ahora introducimos la placa, las chispas se extinguen; este es el cese de la acción. Así pues, esta placa no es más que un medio para mostrar de forma cómoda y clara la acción de la chispa A.

Por otra parte, Hertz examinó las chispas entre polos de cobre, latón, hierro, aluminio, estaño, zinc y plomo. si había alguna diferencia entre los metales con respecto a la sensibilidad de la chispa, parecía ser ligeramente a favor del hierro los polos deben estar limpios y lisos; si están sucios, o corroídos por el uso prolongado, el efecto no se produce.

Este efecto debe atribuirse al de la luz que se confirmaba por el hecho de que el mismo efecto puede ser producido por un número de fuentes de luz comunes. Es cierto que la potencia de la luz, en el sentido ordinario de la palabra, no constituye una medida de su actividad tal como se considera aquí, y para el propósito de nuestros experimentos la luz débilmente visible de la chispa de la bobina de inducción sigue siendo la fuente de luz más potente.

Según los resultados de los experimentos realizados por Hertz, la luz ultravioleta tiene la propiedad de aumentar la distancia de chispa de la descarga de una bobina de inducción, y

de otras descargas. Las condiciones en las que ejerce su efecto sobre dichas descargas son ciertamente muy complicadas, y es deseable que la acción se estudie en condiciones más simples, y especialmente sin utilizar una bobina de inducción.

Como se describe, Hertz evidenciaba que a partir de una chispa eléctrica y de los tubos de rayos catódicos que la luz ultravioleta caracterizaba los efectos que se producían por las chispas ya que a partir de estas se podían generar ondas eléctricas y mediante los tubos de rayos catódicos se podía influir que los rayos incidían sobre la placa metálica, está se encuentra ubicada dentro del tubo generando una diferencia de potencial y una intensidad de corriente la cual se ve reflejada sobre el efecto fotoeléctrico.

Ahora bien, después de que Hertz ha analizado el efecto de la luz ultravioleta en la chispa, describe otro fenómeno que también se presenta cuando la chispa se produce en otros gases que no sean el aire; y también cuando las dos chispas se producen en dos gases diferentes.

Estos dos apartados son importantes para desarrollar experimentos en el aula. Por ello esta propuesta experimental está inspirada en algunos de los experimentos y montajes de Edmond Becquerel ya que es interesante relacionar las sales con diferentes frecuencias de luz para observar la interacción cuando se produce electricidad.

Por tanto, es de resaltar que todos estos experimentos dan un avance importante al efecto fotoeléctrico desde Edmond Becquerel y Heinrich Hertz para reconocer los efectos de la luz sobre sustancias y sobre descargas eléctricas con el fin de dirigir la propuesta a un ámbito escolar.

Finalmente es importante mencionar que tanto el trabajo de Becquerel como el de Hertz son trabajos que nos llevan a construir y desarrollar actividades en el aula para describir,

observar, relacionar y argumentar los procesos de enseñanza y aprendizaje que se hacen importante la construcción de actividades experimentales y la importancia de estas mismas en el aula.

## **Capítulo 2: La importancia de la actividad experimental en el aula para desarrollo habilidades experimentales.**

En este capítulo se resalta la relación entre las actividades experimentales y la perspectiva fenomenológica. Esta “consiste en hablar del fenómeno a estudiar y por tanto señalar la manera en la que los estudiantes tiene una estructura mental que está conformada por la interpretación, pensamiento, entendimiento, actuación y construcción de fenómenos” (Ayala, M, Sandoval, S, Malagón F,2013,p.5), esta enunciación, tiene en consideración la actividad experimental porque que se presenta para el desarrollo del conocimiento científico y escolar, lo ideal aquí es que la articulación con las actividades experimentales, se pueda considerar como una herramienta que le permita al estudiante identificar fenómenos, (que se entienden como la manifestación de conjuntos de eventos en la naturaleza) producir efectos y comprender los estudios al respecto.

La importancia de la actividad experimental con los procesos de enseñanza y aprendizaje radican en la relación de construcción de fenomenologías y los procesos de contextualización. (Ayala, M, Sandoval, S, Malagón F,2013, p.5), esto es tan importante ya que cumple con la relación del estudio de los fenómenos y cómo estos llegan a contextualizar los procesos de conocimiento en el desarrollo de las actividades.

Ahora, cabe mencionar que el papel más importante de la actividad es el estudio del fenómeno. Por tanto, “las descripciones e interpretaciones que demanda la comprensión de una fenomenología, exigen la organización de una serie de experiencias y observaciones intencionadas, esto es una descripción detallada del fenómeno(Ayala, M, Sandoval, S, Malagón F,2013, p.5),Cabe resaltar que lo anterior representa la explicación de fenómenos con el fin que los estudiantes realicen unas observaciones y descripciones minuciosas de lo



que se le presenta en las actividades experimentales a partir de la observación y con el fin de identificar, argumentar y comprender el fenómeno, ya que el texto "*La actividad experimental en el aula*" (Ayala, M, Sandoval, S, Malagón F,2013) muestra la relación entre una perspectiva fenomenológicas y reflexiones epistemológicas.

Autores como Olga Castiblanco (2021) en su texto: las tipologías de la experimentación para la didáctica de la física, explica cuáles son los tipos de experimentos y de qué forma se pueden llevar al aula con el fin de generar conocimiento científico en los estudiantes. En esta propuesta se abordan diferentes tipos de experimentación, por ejemplo, el experimento discrepante, el experimento casero y el experimento ilustrativo y con base a ello sería interesante realizar varios de estos experimentos en el aula de clase.

El experimento discrepante consiste en llevar una ruta de aprendizaje que tiene como propósito generar un conflicto mental que ocurre cuando las ideas e interpretaciones de los estudiantes no concuerdan, esto conlleva que los estudiantes busquen sus propias respuestas a las preguntas que se realizan en el aula.

Ahora bien, el experimento casero es uno de los más importantes de esta propuesta ya que consiste en: proporcionar a los estudiantes montajes experimentales para dar solución a prácticas de laboratorio sofisticadas, esto quiere decir, que para la elaboración de los montajes experimentales se utilizan materiales de bajo costo con la intención de permitirle a los estudiantes estudiar el fenómeno y facilitar sus explicaciones.

Asimismo, también se aborda el experimento ilustrativo el cual consiste en: presentar cada experimento en el aula de clase con el propósito de generar participación en los estudiantes presentando un aumento notoriamente al generar preguntas sobre cómo funciona el montaje y como podrían hacerle modificaciones con el fin de encontrar más

argumentos para describir el fenómeno

De este modo, la autora no hace énfasis en un tipo particular de experimento porque considera que todos estos experimentos pueden aportarle al estudiante como un apoyo en la interacción en el aula, siendo diferente a la forma tradicional, esto quiere decir, que no se aplican clases magistrales para describir un fenómeno con el propósito de que el estudiante se sienta participe y no presionado a repetir un discurso científico.

Desde el quehacer del maestro en ciencias, es necesario pensar en qué estrategias sirven para mejorar y dar soluciones para que los estudiantes avancen en la construcción de su conocimiento, por ello es sustancial reconocer que “la didáctica va más allá del mero diseño de recursos de apoyo para el aula, si no que esto tiene que ver con la integración de conocimientos ofrecidos en otras disciplinas.” (Castiblanco, 2021, p.13) Es posible notar que lo mismo ocurre con la actividad experimental, que hace del montaje no sólo un recurso de apoyo para el desarrollo de temáticas en el aula, si no que va más allá siendo un generador de interrogantes para los estudiantes, y al proponer situaciones que son cercanas a lo que los estudiantes se preguntan, es posible hacer modificaciones y que, a partir de ello, los estudiantes argumenten sus ideas.

Teniendo en cuenta los interrogantes que proponen los estudiantes, cabe resaltar el papel que tiene el profesor para que sea capaz de plantear alternativas diferentes a lo convencional en los trabajos de laboratorio, por lo tanto, el rol que tienen los estudiantes se resalta con el objetivo de que encuentren un nuevo sentido a los ejercicios de enseñanza aprendizaje y al uso de la experimentación. (Castiblanco, 2021, p.14)

De modo que, “las actividades experimentales constituyen uno de los aspectos claves en el proceso de enseñanza y aprendizaje de las ciencias”, como señalan (Carrascosa, Pérez,

Vilches, & Valdés, 2006, p. 157) Estas actividades permiten que el estudiante con cada experiencia sea participe e indague más a fondo en los fenómenos físicos que evidencia, familiarizando su entorno con la actividad científica.

Teniendo en cuenta las actividades experimentales, se pudo realizar las prácticas de laboratorio como un eje fundamental de la investigación, ya que estas pretenden aproximar un trabajo puramente experimental y relacionarlo con los aspectos importantes de la actividad científica como son la observación, las reflexiones, descripciones y argumentos. Esta acción es una práctica enriquecedora ya que debe estar presente en los intentos de transformar la enseñanza de las ciencias, esta permite transformar la experiencia, las habilidades experimentales y además la elaboración de explicaciones teóricas. De hecho, la orientación propuesta cuestiona la idea de “práctica de laboratorio” como actividad autónoma, puesto que la investigación científica abarca mucho más que el trabajo experimental y éste no tiene sentido tomado aisladamente con respecto al trabajo teórico.

Ahora bien, si se hace un análisis crítico de las actividades experimentales estas no deben ser presentadas a los estudiantes como una guía con los pasos a seguir, como una simple “receta” de la cual se pueden sacar resultados, cálculos y planteamientos; porque al seguir los pasos los estudiantes no indagan más allá de lo que se pregunta en la guía, no hacen una explicación a los fenómenos, ni argumentan sus ideas, es cierto que, como ya señalaba Bunge 1972 “los diseños experimentales son deudores del cuerpo de conocimientos”. (p.162) Es decir, la realización de diseños experimentales exige resolver problemas prácticos en un proceso complejo con muchas de las características del trabajo tecnológico, por tanto, es importante insistir en que los estudiantes participen en la elaboración de diseños experimentales para crear habilidades como: el reconocimiento y

uso de los equipos de laboratorio, generar, argumentar preguntas e ideas de los diseños experimentales y la posibilidad de rediseñar las actividades. Sin embargo, es importante resaltar que el papel de la tecnología no ha sido de gran importancia en las prácticas experimentales y excluyen así la vivencia de las relaciones ciencia-tecnología y cualquier reflexión que surja de estas prácticas; ya que se presentan como simples “recetas” que el estudiante debe desarrollar, las actividades experimentales no se van a desarrollar de manera concreta ya que haciendo un contraste con la pandemia estas, no permite evidenciar las habilidades anteriormente mencionadas.

Teniendo en cuenta lo anterior, las actividades experimentales son muy importantes para el desarrollo de conocimiento científico y escolar, pues, a través de ellas se puede producir, desarrollar y explicar ciertos fenómenos con el fin de que los estudiantes amplíen sus conocimientos y construyan ciertas habilidades.

Por consiguiente, se le permite al estudiante estar motivado, que su nivel de atención sea mayor, que generen gran cantidad de preguntas para que su aprendizaje sea más interactivo. ya que, a partir de los experimentos se acerca a los estudiantes a los fenómenos físicos y se los relaciona con su entorno cotidiano.

En esta investigación, los estudiantes elaboraron sus propios montajes y de acuerdo con la propuesta a partir de los análisis de la luz y las interacciones eléctricas pueden reconocer el efecto fotoeléctrico este consiste en interactuar diferentes frecuencias de luz sobre materiales y sales, sin acudir a trabajos como el de Einstein y Lenard que describen el efecto fotoeléctrico a través de la emisión y absorción de electrones y fotones, ya que los estudiantes no perciben esta relación, es de resaltar que el experimento ilustrativo puede ayudar y fortalecer el nivel de participación de los estudiantes, pues, al generar preguntas sobre cómo

funciona el montaje, qué modificaciones podrían hacer a este, y a partir de allí ver cómo los estudiantes se cuestionan directamente con la actividad experimental buscando evidencia de alguna idea que organizaron en su pensamiento.

Ahora bien, los elementos que se resaltan tienen fuertes implicaciones para la enseñanza de las ciencias y para la formulación de propuestas y actividades donde los estudiantes y los profesores están comprometidos con la comprensión de los fenómenos que estudian, en este caso es el efecto fotoeléctrico.

## **2.1 Enfoque constructivista**

Para poder lograr lo anterior es importante reconocer el enfoque constructivista ya que este resalta y posibilita un ámbito de las competencias, que se refiere a la combinación de destrezas, conocimientos, aptitudes y actitudes para el análisis de los procesos de enseñanza y aprendizaje en el aula. Esto nos lleva a recoger aspectos de los cuales derivan las clasificaciones del constructivismo como lo son: 1. El constructivismo cognitivo que hunde las raíces en la psicología y la epistemología genética de Piaget, 2. Un constructivismo de orientación socio cultural inspirado en las ideas y planteamientos de Vygotsky y por último 3. El constructivismo vinculado al construccionismo social de Bergel y Luckmann, Esto con el fin de comprender el constructivismo, por ello es posible pensar sobre un paralelo entre lo exógeno y lo endógeno. (Serrano J, Pons R, 2011, p.3). Donde lo exógeno consiste en que el individuo construye estructuras mentales que es el reflejo del mundo real y lo endógeno define al individuo que construye y desarrolla su conocimiento, en gran parte, el conocimiento es un proceso de construcción del individuo y no se despliega de conocimientos innatos ni de una copia de conocimientos existentes en el mundo.

Por tanto, el sujeto es activo y además interactúa con el entorno el cual va modificando su conocimiento de acuerdo con un conjunto de restricciones tanto internas como externas. Pero, de acuerdo con Jean Piaget (1896-1980) el proceso de construcción de conocimiento es un proceso individual que tiene lugar en la mente de las personas, que es donde se encuentran almacenadas sus representaciones del mundo, donde entonces el aprendizaje es un proceso interno que relaciona la nueva información con las representaciones establecidas. (Serrano J, Pons R, 2011, p.6).

Relacionar los procesos de conocimiento con las etapas de desarrollo es importante, ya que a lo largo de la vida se debe alcanzar las 4 etapas de desarrollo cognitivo, primero la etapa sensorio motriz, la segunda la preoperacional, la tercera la etapa de operaciones concretas y la cuarta etapa de operaciones formales, dentro de estas etapas se pueden considerar diferentes procesos de conocimiento. Lo cual aporta a analizar los procesos abstractos e hipotéticos que se presentan, las habilidades cognitivas avanzadas les permiten a los estudiantes formar una comprensión más profunda de la propia identidad y la moral.

En consecuencia, con lo anterior, los elementos implicados en el proceso de construcción de conocimiento son: el sujeto que construye el conocimiento, los instrumentos utilizados en la actividad y un conjunto de normas de comportamiento que regulan las relaciones sociales de una comunidad y la actividad conjunta entre el sujeto y la comunidad.

Por consiguiente, se puede plantear que el conocimiento no es el resultado de la mera copia de la realidad preexistente, sino un proceso dinámico e interactivo a través del cual la información externa es interpretada y reinterpretada por la mente, por ende, en este proceso la mente va construyendo progresivamente los modelos explicativos que van desde lo más simple a lo más complejo.

Finalmente, se puede enfatizar la relación con los procesos de enseñanza y aprendizaje en el aula a partir del constructivismo, por tanto, los procesos de construcción de conocimiento se dividen en dos grandes apartados que son: la construcción de significados y atribución de sentido a los aprendizajes escolares y los que vinculan con la revisión, modificación y construcción de esquemas de conocimiento. (Serrano J, Pons R, 2011, p.13-14)

El primer apartado, la construcción de significados y atribución de sentido a los aprendizajes escolares: se constituye en la influencia de las experiencias educativas sobre el desarrollo del estudiante que depende de su nivel de desarrollo socio- cognitivo, cualidades, intereses y motivaciones que participan de estas experiencias, la importancia de los aprendizajes escolares están atribuidas al grado de significatividad de los estudiantes, es decir, como valoran y dan sentido a los contenidos y la construcción de significados y atribución de sentidos es un proceso que depende de las interacciones entre el profesor, los estudiantes, los contenidos, metas y logros que se deben alcanzar, también requiere una intensa actividad constructiva por parte del estudiante ya que debe realizar tanto procesos cognitivos, como afectivos y emocionales.

El segundo apartado, vinculación con la revisión, modificación y construcción de esquemas de conocimiento: está basado en la finalidad de la educación escolar que es dotar a los estudiantes de instrumentos para que sean capaces de realizar aprendizajes significativos teniendo en cuenta la estructura mental que tiene cada uno de ellos que se concibe como un conjunto de esquemas.

## **2.2 Criterios de enseñanza y aprendizaje para el aula.**

Al momento de enseñar, se hace necesario que los estudiantes se involucren en las actividades y participen en ellas de manera activa, a través de preguntas y argumentos con los que sean capaces de defender sus propias explicaciones sobre los fenómenos que puedan evidenciar, además, los estudiantes deben ser capaces de vincular las explicaciones dadas, para este caso del efecto fotoeléctrico, con algunos efectos particulares de su entorno como por ejemplo: los efectos de los paneles solares, fotoceldas, cámaras de bronceado y bloqueadores y adaptarlos a cada contexto, de esta manera, ellos puedan reconocer que algunos aparatos o instrumentos que se utilizan en la actualidad hacen uso del efecto fotoeléctrico, como se mencionan anteriormente. A través de los diálogos, las explicaciones y el análisis de las sesiones, se espera que los estudiantes, sean capaces de reflexionar de manera constante sobre los efectos estudiados aún fuera del aula.

## **2.3 Los elementos metodológicos de enseñanza**

Cabe aclarar que estos elementos metodológicos son propios, ya que a través de la literatura pude relacionar que elementos de enseñanza aportan a los planteamientos de las situaciones que se presentan en el aula, y además que hacen que los estudiantes generen conocimiento sobre el efecto fotoeléctrico.

- 1.** Se deben proponer situaciones que estén dentro de la construcción de conocimiento de los estudiantes, eventos en los cuales el estudiante sea capaz de involucrarse y a través de esto, analizar los resultados.
- 2.** Hacer que los estudiantes hagan representaciones gráficas o esquemas y con esto, aportar a la generación de preguntas que orienten el porqué del efecto.



3. Hacer que los estudiantes estudien la física mediante otros elementos: diseñando o analizando montajes experimentales, usando instrumentos de laboratorio, por lo tanto, teniendo en cuenta el texto “*el experimento en el aula*”(2013) es importante resaltar los elementos que conforman el desarrollo conceptual de la fenomenología, la cual consiste en una muestra de sucesión de las diferentes formas o fenómenos de la conciencia por ello, partiendo desde ella los estudiantes tienen una estructura mental que está conformada por la interpretación, pensamiento, entendimiento, actuación y construcción de fenómenos.
4. Guiar al estudiante en la búsqueda de conocimiento teórico que le permita dar explicaciones respecto a los experimentos.
5. Propiciar las discusiones entre las ideas de los estudiantes y dar soluciones a las preguntas y con esto, aportar en la construcción de conocimiento.

De acuerdo con las actividades experimentales, los criterios y los elementos metodológicos anteriormente mencionados son los que aportan para el desarrollo de cada una de las actividades que realizan dentro del aula.

Por ello, es tan importante tener en cuenta de qué manera se va a evaluar los procesos de aprendizaje que tiene cada uno de los estudiantes, ya que deben lograr reconocer efectos, en el reconocimiento del efecto fotoeléctrico los estudiantes deben identificar sustancias fotosensibles, esto quiere decir, que la luz puede interactuar con la materia y modificar la característica conductiva de las sustancias, que puedan identificar las corrientes eléctricas a través de la luz, pueden identificar en qué consiste el efecto fotoeléctrico, que consiste en la interacción de la luz con la materia para producir electricidad, pueden reconocer qué

diferentes frecuencias de luz producen diferentes cantidades de voltaje y lo tanto reconocer que el espectro electromagnético puede producir diferentes efectos.

Todo esto con la intención de presentar la propuesta experimental para el aula con el fin de involucrar a los estudiantes con el estudio de este efecto.

### **Capítulo 3: Involucrando a los estudiantes en el estudio de los efectos de la luz sobre sustancias, sales y descargas eléctricas.**

Esta propuesta experimental está diseñada y desarrollada con estudiantes del IED Colegio Heladia Mejía con fin de reconocer, identificar, describir y caracterizar los efectos que se producen en los experimentos.

Los experimentos y montajes de Edmond Becquerel son el foco del diseño de esta propuesta, ya que es interesante relacionar las sales con diferentes frecuencias de luz para observar la interacción cuando se produce electricidad.

Por tanto, es de resaltar que todos estos experimentos dan un avance importante al efecto fotoeléctrico desde Edmond Becquerel y Heinrich Hertz para reconocer los efectos de la luz sobre sustancias y sobre descargas eléctricas. Y además de reconocer cómo medir voltajes y corrientes, identificando que diferentes frecuencias de luz producen diferentes cantidades de voltaje y por lo tanto reconocer que el espectro electromagnético puede producir diferentes efectos.

Esta propuesta experimental se realizó desde la perspectiva fenomenológica, los cuales los estudiantes realizan nuevas experiencias hacia el estudio de los fenómenos y en este caso el estudio de los efectos que se presentan en las actividades experimentales.

Por tanto, los estudiantes participen de manera activa de las actividades experimentales propuestas generando preguntas, argumento y posibles hipótesis de estas, además de responder a las preguntas principales y secundarias construyendo su propio conocimiento científico del efecto.

En algunas de las guías se encuentran videos relacionados a explicaciones o aplicaciones del efecto fotoeléctrico, teniendo en cuenta que la finalidad de estos es introducir a los

estudiantes a nuevos conocimientos y además encontrar una relación con aplicaciones o componentes electrónicos como lo son los paneles solares, las fotorresistencias y demás componentes que se encuentran en su entorno.

Cabe resaltar que estos videos también se encuentran en controversia con la explicación que se da en la clase, no es la relacionada con el análisis de las interacciones eléctricas, si no con explicaciones de emisión y absorción de electrones en diferentes láminas de metales.

Las preguntas principales y secundarias se desarrollan durante las actividades experimentales.

### 3.1 Actividades experimentales para la enseñanza del efecto fotoeléctrico.

#### 3.1.1 Las Fotorresistencias como sensor sensible a la luz

<b>Preguntas Principales</b>	<p>¿Qué sucede cuando interactúa la fotorresistencia con diferentes frecuencias de luz?</p> <p>¿En la interacción entre la fotorresistencia y las diferentes frecuencias de luz se pueden producir electricidad? ¿cuáles son sus valores?</p>
<b>Objetivo</b>	<p>Reconocer el funcionamiento de una fotorresistencia como sensor sensible a la luz.</p> <p>Diferenciar que no todas las frecuencias de luz presentan una misma corriente y voltaje sobre la fotorresistencia.</p>
<b>Videos</b>	<p><a href="https://www.youtube.com/watch?v=8IQJY-UDDc&amp;t=106s">https://www.youtube.com/watch?v=8IQJY-UDDc&amp;t=106s</a></p> <p><a href="https://www.youtube.com/watch?v=1vWbqf7cHLg&amp;t=257s">https://www.youtube.com/watch?v=1vWbqf7cHLg&amp;t=257s</a></p>

### **Pregunta secundaria**

- ❖ ¿Por qué varían los voltajes y las corrientes con diferentes frecuencias de luz?
- ❖ ¿Por qué varían las resistencias con diferentes frecuencias de luz?

### **Descripción**

El estudiante manifiesta sus ideas a partir de: la interacción con diferentes frecuencias de luz sobre la fotorresistencia con el fin de observar el funcionamiento como sensor sensible a la luz.

### **Trabajo práctico y/o experimental**

#### **Materiales**

- 2 cables caimán de cualquier color
- 5 bombillos de diferente color
- roseta con cable de conexión
- Una fotorresistencia
- Multímetro

#### **Procedimiento**

Toman la fotorresistencia y se une un cable caimán en cada una de las terminales, luego de estas terminales se une el multímetro se inicia la toma de datos, estas se anotan en la hoja que tiene las tablas de voltaje y corriente que se le entrega a cada estudiante.

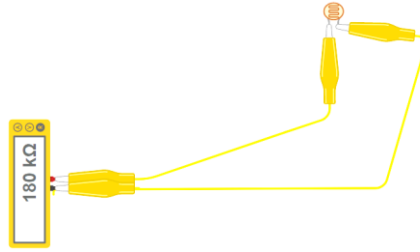


Figura 3: Corresponde de la organización del montaje para tomar valores de resistencia. Elaboración propia.



Figura 4: Partes de la fotorresistencia y representación simbólica.

### Comunicación y socialización de ideas científicas

El estudiante toma nota de los voltajes y las corrientes en cada una de las tablas, responde a las preguntas principales y secundarias, organiza las diferentes frecuencias de luz en función de los valores de voltajes y las corrientes y realiza una descripción de lo observado.

Tabla 1

Observaciones	Luz amarilla	Luz verde	Luz roja	Luz azul	Luz ultravioleta
Voltaje					

Tabla 2

Observaciones	Luz amarilla	Luz verde	Luz roja	Luz azul	Luz ultravioleta
Corriente					

### 3.1.2 Sobre el efecto de la luz en sustancias fotosensibles

<b>Pregunta principal</b>	¿Puede modificar la luz el comportamiento de la materia?
<b>Objetivo</b>	Reconocer cuales son las sustancias fotosensibles.

#### Preguntas secundarias

- ❖ ¿Por qué se considera el cloruro de hierro una sustancia fotosensible?
- ❖ ¿Qué sucede cuando las diferentes frecuencias de luz interactúan con las sustancias fotosensibles?

#### Descripción

El estudiante participa activamente y reconoce la relación de la luz con las sustancias fotosensibles.

#### Trabajo práctico y/o experimental

##### Materiales

- Cloruro de hierro en polvo
- 5 bombillos de diferente color
- Guantes
- Balanza digital
- Cuchara de plástico

#### Procedimiento

Se toma el cloruro de hierro en polvo se lleva a la balanza una cucharada la cual debe pesar 5 g y finalmente se le acerca las diferentes frecuencias de luz para observar los efectos.

### **Comunicación y socialización de ideas científicas**

El estudiante realiza una descripción de lo observado en el montaje experimental y responde a las preguntas principales y secundarias.

#### **3.1.3 Producción de luz en electricidad con sustancias fotosensibles.**

<b>Preguntas principales</b>	<p>¿Qué sucede cuando interactúan las sales con diferentes frecuencias de luz?</p> <p>¿En la interacción entre algunas sales con diferentes frecuencias de luz se pueden producir los mismos valores de electricidad?</p>
<b>Objetivo</b>	<p>Reconocer que al hacer interactuar algunas sales con diferentes frecuencias de luz se produce electricidad.</p> <p>Comparar los voltajes y las corrientes generadas en la interacción entre algunas sales con diferentes frecuencias de luz.</p>

#### **Preguntas secundarias**

- ❖ ¿Qué pasaría si el cristal de sulfato de cobre se sumerge todo a la solución de agua con sal?
- ❖ ¿Por qué varían los voltajes y las corrientes con diferentes frecuencias de luz?
- ❖ ¿Por qué el sulfato de cobre son sustancias fotosensibles?



## **Descripción**

El estudiante participa activamente y construye el montaje experimental con el fin de comparar los voltajes y las corrientes producidas sobre cristales de sulfato de cobre que interactúan con diferentes frecuencias de luz.

## **Trabajo práctico y/o experimental**

### **Materiales**

- Sal de Cristales de sulfato de cobre
- Agua
- Sal de cloruro de sodio (sal de cocina)
- 5 bombillos pequeños de diferente color
- Multímetro

### **Procedimiento**

Se toma el cristal de sulfato de cobre y se sumerge dentro del agua con sal de manera que la mitad inferior quede sumergida y la mitad superior permanezca seca, luego de ella se le acerca las diferentes frecuencias de luz y se mide con el multímetro el voltaje y la corriente.

### **Comunicación y socialización de ideas científicas**

El estudiante toma nota de los voltajes y las corrientes en cada una de las tablas, responde la pregunta principal y secundarias y realiza una descripción detallada de lo observado.

**Tabla 1** Voltaje

Observaciones	Luz amarilla	Luz blanca	Luz roja	Luz azul	Luz ultravioleta
Sulfato de cobre					

**Tabla 2** Corriente

Observaciones	Luz amarilla	Luz blanca	Luz roja	Luz azul	Luz ultravioleta
Sulfato de cobre					

## Capítulo 4: Análisis de la implementación

### 4.1 Caracterización de la población

La implementación de esta propuesta experimental titulada: Una propuesta experimental para la enseñanza del efecto fotoeléctrico, se llevó a cabo en el IED Colegio Heladia Mejía de Bogotá, participaron estudiantes del grado octavo, curso 801, cuyo rango de edades varían entre 13 y 15 años. En este salón se conformaron 9 grupos de trabajo.

Para el análisis de resultados, se procedió a seleccionar a 2 grupos de trabajo teniendo en cuenta los siguientes criterios: Primero los contenidos entregados con la organización correspondiente, segundo las descripciones realizadas y la construcción de conocimiento del efecto, tercero la relación del efecto con su entorno y cuarto su participación en las actividades experimentales.

Cada grupo entregó distintas evidencias de los desarrollos de las actividades experimentales propuestas en cada guía, en representaciones como dibujos y descripciones de los efectos observados.

En el siguiente apartado se presentará de forma descriptiva los datos seleccionados para el análisis y los cuales fueron desarrollados por los grupos de estudiantes durante cada una de las actividades experimentales propuestas

<b>Guías</b>	<b>Descripciones de las guías</b>
<b>Guía 1: Las Fotorresistencias como sensor sensible a la luz.</b>	El estudiante manifiesta sus ideas a partir de: la interacción con diferentes frecuencias de luz sobre la fotorresistencia con el fin de observar el funcionamiento como sensor sensible a la luz.
<b>Guía 2: Sobre el efecto de la luz en sustancias fotosensibles.</b>	El estudiante toma nota de los voltajes y las corrientes en cada una de las tablas, responde la pregunta principal y secundarias y realiza una descripción detallada de lo observado.
<b>Guía 3: Producción de luz en electricidad con sustancias fotosensibles.</b>	El estudiante participa activamente y construye el montaje experimental con el fin de comparar los voltajes y las corrientes producidas sobre cristales de sulfato de cobre que interactúan con diferentes frecuencias de luz.

Tabla 3: Esta tabla representa los objetivos de aprendizaje en cada una de las guías propuestas

Así pues, para este análisis se toman las respuestas dadas por los estudiantes a lo largo del desarrollo de las guías. (ver tabla 3) para indagar las interpretaciones y descripciones que poseen los estudiantes en las situaciones que se presentan.

En cada sesión de clase se observó las descripciones que hacen los estudiantes identificando los objetivos y las relaciones que tiene cada una de las guías, esto implica que en cada una de estas actividades se evidencie un proceso de conocimiento científico escolar.

En el siguiente apartado, se presentarán de forma descriptiva los datos seleccionados para el análisis y los cuales fueron desarrollados por los grupos de estudiantes durante la práctica de cada una de las actividades propuestas.

#### 4.2 Datos de análisis

A continuación, se presenta una tabla que resume las acciones de los estudiantes durante el desarrollo de la propuesta en cada una de las actividades con el fin de tener claridad de los datos usados para su interpretación y posterior análisis.

<b>Guías</b>	<b>Actividades</b>	<b>Acciones de los estudiantes</b>
<b>Guía 1</b>	Videos: Introducción a los efectos que se pueden producir a partir del efecto fotoeléctrico.	Los estudiantes identifican posibles componentes de su entorno y responden preguntas relacionadas con los videos.
	Preguntas principales, preguntas secundarias y posibles hipótesis.	Los estudiantes responden a las preguntas a partir de los conocimientos anteriores.
	Cuadro de voltajes y corrientes con descripciones del efecto. Respuesta a la pregunta principal.	Los estudiantes analizan e interpretan los efectos observados en el experimento demostrativo y las organizan los valores de voltaje y corriente de menor a mayor.
<b>Guía 2</b>	Preguntas principales, preguntas secundarias y posibles hipótesis.	Los estudiantes responden a las preguntas a partir de los conocimientos anteriores.

Montaje y realización del experimento.	Los estudiantes observan la construcción del montaje realizando por la docente
Descripciones del efecto en el montaje experimental. Respuesta a la pregunta principal.	Los estudiantes analizan e interpretan los efectos observados en el experimento y identifican las sustancias.
<b>Guía 3</b> Preguntas principales, preguntas secundarias y posibles hipótesis.	Los estudiantes responden a las preguntas a partir de los conocimientos anteriores.
Montaje y realización del experimento.	Los estudiantes construyen sus montajes experimentales teniendo en cuenta las indicaciones dadas por el docente.
Cuadro de voltajes y corrientes con descripciones del efecto. Respuesta a la pregunta principal.	Los estudiantes analizan e interpretan los efectos observados en el experimento y toman nota de los valores de voltaje y corriente para identificar los diferentes valores que se producen en el sulfato de cobre.

*Tabla 4: La tabla muestra las acciones que hacen los estudiantes en cada una de las guías.*

Con esta relación de la tabla 4 se va evaluando las posturas, interpretaciones, descripciones y análisis que realizan los estudiantes a lo largo de cada una de las guías y así determinar que aprendizajes obtienen en el proceso.

### 4.3 Análisis y Resultados

Con el fin de tener claridad de los criterios bajo los cuales está sujeto el análisis, a continuación, se muestra la tabla 5 con cada uno de los objetivos planteados durante el diseño de la propuesta.

<b>Objetivo General:</b> Analizar las descripciones el efecto fotoeléctrico por medio de las interacciones eléctricas de la luz a través de actividades experimentales.	
<b>Guías</b>	<b>Objetivo</b>
<b>Guía 1</b>	Reconocer el funcionamiento de una fotorresistencia como sensor sensible a la luz. Diferenciar que no todas las frecuencias de luz presentan una misma corriente y voltaje sobre la fotorresistencia.
<b>Guía 2</b>	Reconocer cuales son las sustancias fotosensibles.
<b>Guía 3</b>	Reconocer que al hacer interactuar algunas sales con diferentes frecuencias de luz se produce electricidad. Comparar los voltajes y las corrientes generadas en la interacción entre algunas sales con diferentes frecuencias de luz.

*Tabla5: La tabla muestra los objetivos de cada uno de las actividades y el objetivo general*

Ahora bien, en la guía 1, se presenta el objetivo que se muestra en la tabla 5. Estos objetivos intentaban argumentar las relaciones que tiene la luz con las fotorresistencias y además encontrar las relaciones de luz en electricidad a través de voltajes y corrientes, donde los estudiantes hicieron las siguientes afirmaciones: “cuando se coloca diferentes frecuencias de luz sobre la fotorresistencia varia su resistencia, y se puede comparar con cada uno de los colores de los bombillos”.

Por lo tanto, se describe el propósito que tiene cada una de las guías desarrolladas dentro del aula con sus diferentes actividades propuestas en el aula.

La guía 1 pretendía trabajar los componentes electrónicos para la explicación del fenómeno de estudio, al trabajar con las fotorresistencias y diferentes frecuencias de luz, por lo tanto, las preguntas secundarias propuestas como introducción y contextualización pretendían indagar acerca de los conocimientos que traen los estudiantes con relación a este efecto.

Después, la guía 2 pretendía reconocer las sustancias que son fotosensibles con diferentes frecuencias de luz, con esto también se proponen preguntas secundarias dirigidas a conocer como los estudiantes relacionan las sustancias con diferentes frecuencias de luz y además hacer relaciones en su entorno con algunos componentes o sustancias que son fotosensibles, esto con el fin de conocer las descripciones y relaciones que los estudiantes hacen para la explicación de los efectos.

Finalmente, la guía 3 pretendía reconocer las sales (sulfato de cobre, cloruro de sodio) cuando interactúan con diferentes frecuencias de luz y comparar sus voltajes y corrientes, se proponen preguntas secundarias que tenían como fin las descripciones que los estudiantes hacen sobre el efecto fotoeléctrico.

Durante el video de la guía 1: que es una “fotorresistencia” sus partes y características, se pudo determinar que los estudiantes no conocen la fotorresistencia, ni cómo usarlas y tampoco saben qué hace parte del efecto fotoeléctrico, por tanto, fue la introducción de conocer diferentes conceptos que aborda el efecto fotoeléctrico.

Por lo tanto, de este video, resulta importante para el reconocimiento del efecto fotoeléctrico a través de componentes electrónicos y sus usos.

De este modo se presenta otro video titulado: Una Resistencia Sensible a la Luz. fotorresistencia (LDR), con este video se pudo determinar que los estudiantes presentan ideas en las que relacionan más componentes y elementos de su entorno como los son los paneles solares, las cámaras de bronceado y los protectores solares que hacen parte del efecto fotoeléctrico, es decir, que los estudiantes asocian más componentes y elementos que están en su entorno y hacen parte de este efecto.

Es posible decir, que los estudiantes identifican las partes de su fotorresistencia, diferencian voltaje de corriente y además comparan valores de voltajes y corriente, de la cual realizan una organización de menor a mayor en función de los valores tomados de voltaje y corriente. Se muestran las siguientes evidencias donde los estudiantes muestran la organización.

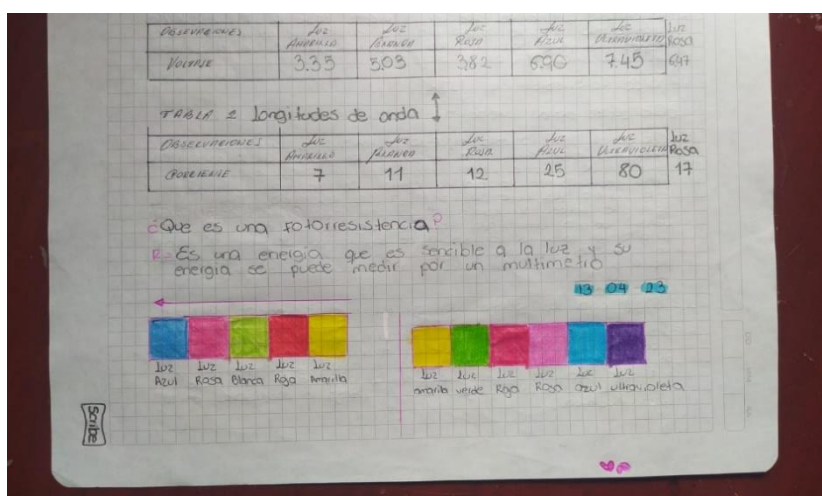


Figura 5 Evidencias de los estudiantes.



Asimismo, los estudiantes asocian y relacionan las “gammas de colores” como lo que se conoce espectro de luz visible, esto quiere decir que los estudiantes a lo largo de la guía 1 se pudo analizar los voltajes y describir que luz genera más que la otra.



*Figura 6: Evidencias de los estudiantes de la gama de colores que se presentan.*

De acuerdo con estas figuras se presenta la relación de las practicas experimentales con las guías con el fin de articular las situaciones que se presentan por los tipos de experimentos.

Como se mostró en el capítulo 2, las practicas experimentales que seguían a este momento se compuso de dos experimentos, el experimento ilustrativo y el experimento casero, ya que en la guía 1 y 2 se maneja este experimento ilustrativo el cual hace que los estudiantes participen activamente y generen más hipótesis de lo que puede ocurrir en el efecto, y en la guía 3 se maneja como experimento casero el cual hace que los estudiantes pueden generar habilidades experimentales y de pensamiento a través del montaje experimental.

De este modo en la guía 3, se encontró con dos situaciones, en primer lugar, la construcción del montaje experimental y, en segundo lugar, la realización de los experimentos en el montaje. A continuación, se muestra los montajes propuestos en la guía 1:

---

**Montaje 1**

---

**Montaje 2**

---

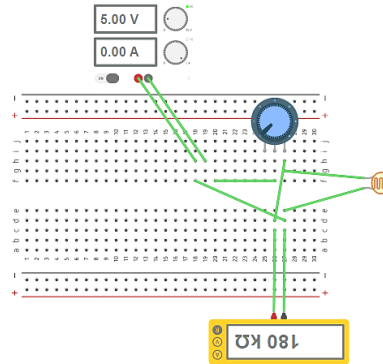
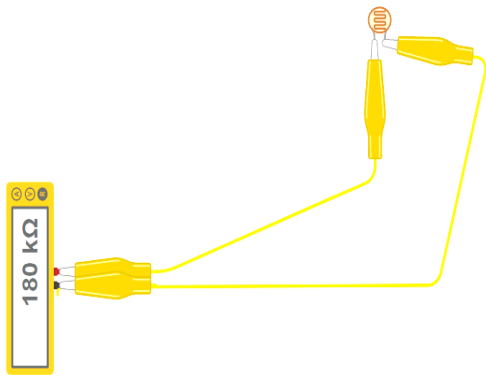


Tabla 5 Muestra los montajes para la práctica experimental guía 1.

Los montajes presentados anteriormente son realizados por el docente a cargo con el fin de realizar un experimento demostrativo con esto los estudiantes tomaban los datos que arrojaba en multímetro en cada una de las tablas realizadas. A continuación, se muestran las tablas realizadas.

Observaciones	Luz amarilla	Luz verde	Luz roja	Luz rosa	Luz azul	Luz ultravioleta
Voltaje	3.35	5.03	3.82	6.47	6.90	7.45
Observaciones	Luz amarilla	Luz verde	Luz roja	Luz rosa	Luz azul	Luz ultravioleta
Corriente	7.05	11.08	12.05	17.02	25.05	30.07

Tabla 6: Valores de corriente y voltaje tomadas por los estudiantes.

Con estos valores los estudiantes organizaron de menor a mayor cada uno de los voltajes y las corrientes con el fin de aproximarlos a el espectro de luz visible. A continuación, se presentan la organización que hace el estudiante con los valores de voltaje y corriente.



Figura 7: Organización de valores de corriente de menor a mayor por los estudiantes



Figura 8: Organización de valores de voltaje de menor a mayor por los estudiantes.

A continuación, se muestra las siguientes tablas con las respuestas de las preguntas principales que dieron cada grupo de estudiantes seleccionados. Recopilar esta información, constituye un factor importante para entender las descripciones e interpretaciones de los estudiantes al transitar por todo el proceso de enseñanza.

<b>Preguntas Principales</b>	<b>Respuestas de los estudiantes</b>
<b>¿Qué sucede cuando interactúa la fotorresistencia con diferentes frecuencias de luz?</b>	Grupo 1: Cuando la fotorresistencia no está expuesto a radiación luminosa, los electrones están firmemente unidos en los átomos que lo conforman, pero cuando sobre él inciden radiaciones luminosas, esta energía libera electrones con lo cual el material se hace más conductor, y de esta manera disminuye su resistencia. Grupo 2: las fotorresistencias (LDR) solamente reducen su resistencia con diferentes frecuencias de luz situada dentro de una determinada banda de longitudes de onda.
<b>¿En la interacción entre la fotorresistencia y las diferentes frecuencias de luz se pueden producir electricidad? ¿cuáles son sus valores?</b>	Grupo 1: El voltaje aumenta en cada una de las diferentes frecuencias de luz y entre más cercano este el bombillo aumenta su voltaje sobre la fotorresistencia. Grupo 2: En la fotorresistencia cuando interactúan con las diferentes frecuencias de luz generan diferentes valores de corriente y voltaje. Los cuales se ven representados en las tablas 7 y 8.

*Tabla 7: Respuestas de los estudiantes de las preguntas principales*

En términos generales, a través de las preguntas principales propuestas, los estudiantes asocian las fotorresistencias como sensor sensible a la luz, también que cada frecuencia de luz puede generar un valor de voltaje y corriente diferente y además asociarlo a bandas de longitudes de onda, ya que las fotorresistencias están compuestas de elementos químicos como es el sulfuro de cadmio que cuando interactúa con la luz genera valores de voltaje y corriente.

En la segunda guía, su finalidad es reconocer sustancias fotosensibles a través de diferentes frecuencias de luz. Para este montaje se manejó el experimento ilustrativo, ya que la seguridad de los estudiantes prima sobre cualquier cosa.

De este modo, se presentan los montajes que realizó ella con el fin de realizar un experimento ilustrativo con esto los estudiantes hacen una descripción detallada del montaje y de los efectos que se producen.

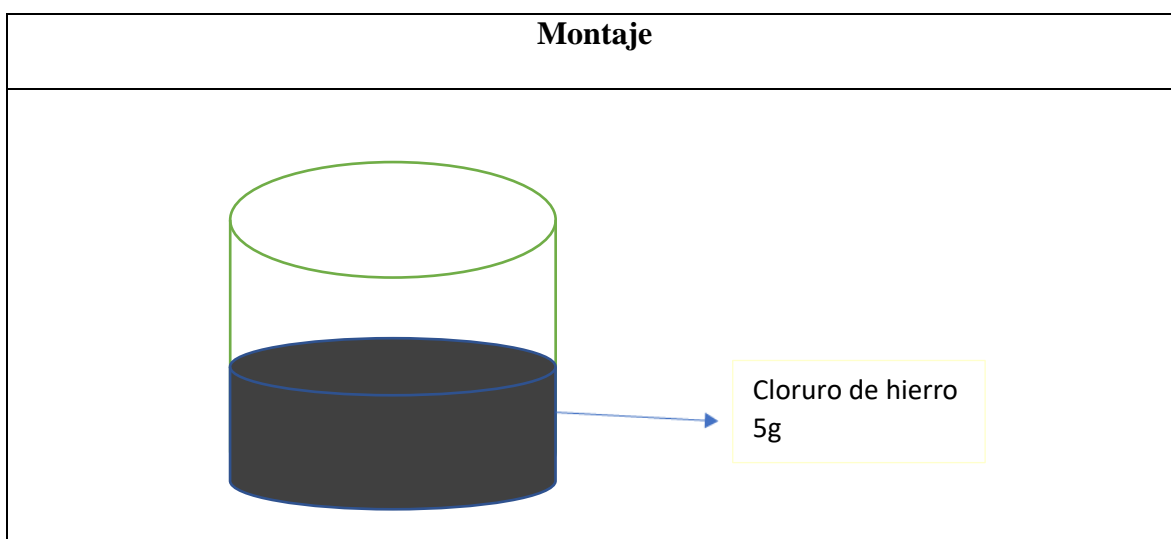


Tabla 8: Muestra los montajes propuestos para la práctica experimental de la guía 2.

En este experimento se observó una participación notoria de los estudiantes y un impacto cuando se maneja sustancias fotosensibles que interactúan con diferentes frecuencias de luz.

De modo que una de las descripciones importantes que realizan los estudiantes es “el cloruro de hierro al interactuar con algunas luces no cambia su color” esto lleva a ellos puedan reconocer que no todas las frecuencias de luz afectan a las sustancias fotosensibles.

Esto quiere decir, que teniendo en cuenta estas afirmaciones los estudiantes reconocen las sustancias fotosensibles, identifican cuales frecuencias de luz interactúan con estas sustancias.

A continuación, se muestra la figura 9 de los efectos que se producen con el cloruro de hierro cuando interactúa con diferentes frecuencias de luz. En primera instancia, el cloruro interactuó con luz roja, verde, amarilla, azul y ultravioleta, sin embargo, solo se observó el cambio de color sobre la sustancia cuando se le acerca la luz ultravioleta, porque esta sustancia presenta mayor interacción eléctrica.

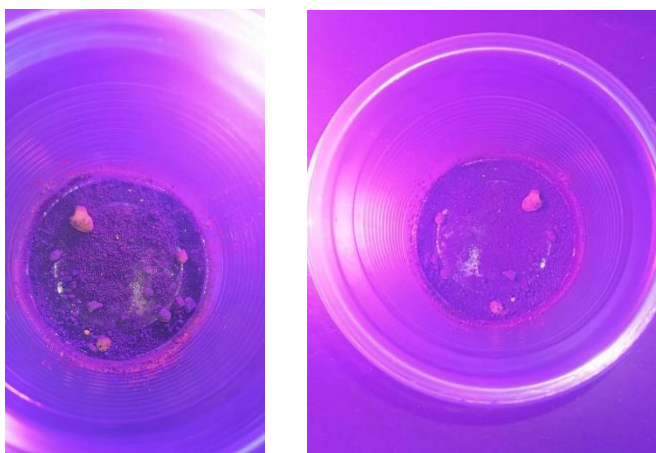


Figura 9: Muestra los efectos que se producen sobre el cloruro de hierro

Después de analizar las descripciones realizadas por los estudiantes, deben dar solución tanto a las preguntas secundarias como las principales dando cuenta que los dos grupos seleccionados no cuentan con los mismos conocimientos anteriores. A continuación, se presenta las respuestas de los estudiantes de las pregunta principal y secundarias.

Preguntas principales	Respuestas de los estudiantes
¿Puede modificar la luz el comportamiento de la materia?	Grupo 2: Las sustancias que están constituidas por sulfuro de cadmio son sensibles a todas las frecuencias de luz y las que están constituidas con sulfuro de plomo

---

solamente son sensibles a las luces infrarrojas.

---

*Tabla 9: Respuestas de los estudiantes de las preguntas principales.*

<b>Preguntas secundarias</b>	<b>Respuestas de los estudiantes</b>
<b>¿Por qué se considera el cloruro de hierro una sustancia fotosensible?</b>	Grupo 2: Se considera porque puede generar valores de voltaje y corriente los cuales pueden determinar que a través de la luz se puede producir electricidad.
<b>¿Qué sucede cuando las diferentes frecuencias de luz interactúan con las sustancias fotosensibles?</b>	Grupo 2: Las sustancias fotosensibles cuando interactúan con las diferentes frecuencias de luz pueden generar voltajes y corrientes, las cuales determinan que son sustancias fotosensibles.

---

*Tabla 10: Respuestas de los estudiantes de las preguntas secundarias.*

Teniendo en cuenta la tabla 10 y 11 se puede apreciar que los estudiantes pueden reconocer las sustancias fotosensibles, asociar las diferentes frecuencias de luz con la interacción de estas sustancias, por tanto, es de resaltar que el proceso de conocimiento es exitoso a través de las actividades experimentales. Porque a través de los montajes que se realizaron en el aula se logró identificar que los estudiantes cuando interactúan con diferentes frecuencias de luz sobre la sustancia pueden producir cambio de voltaje y corriente, los cuales permiten reconocer las sustancias fotosensibles.

En primera instancia, la profesora tutor del colegio, está presente durante todas las actividades propuestas por tanto deja tarea con el fin de que los estudiantes reconozcan todas las funciones del multímetro y el uso de este.

Por lo tanto, cuando se entrega en multímetro al estudiante para medir el voltaje y la corriente, se evidencia que saben donde se mide tanto voltaje como corriente.

Finalmente se analiza la guía 3, la cual esta implica otro tipo de experimento que es el casero, ya que el estudiante construye el montaje experimental, toma datos y responde preguntas principales y secundarias con el fin de reconocer y comparar las sales cuando interactúan con diferentes frecuencias de luz.

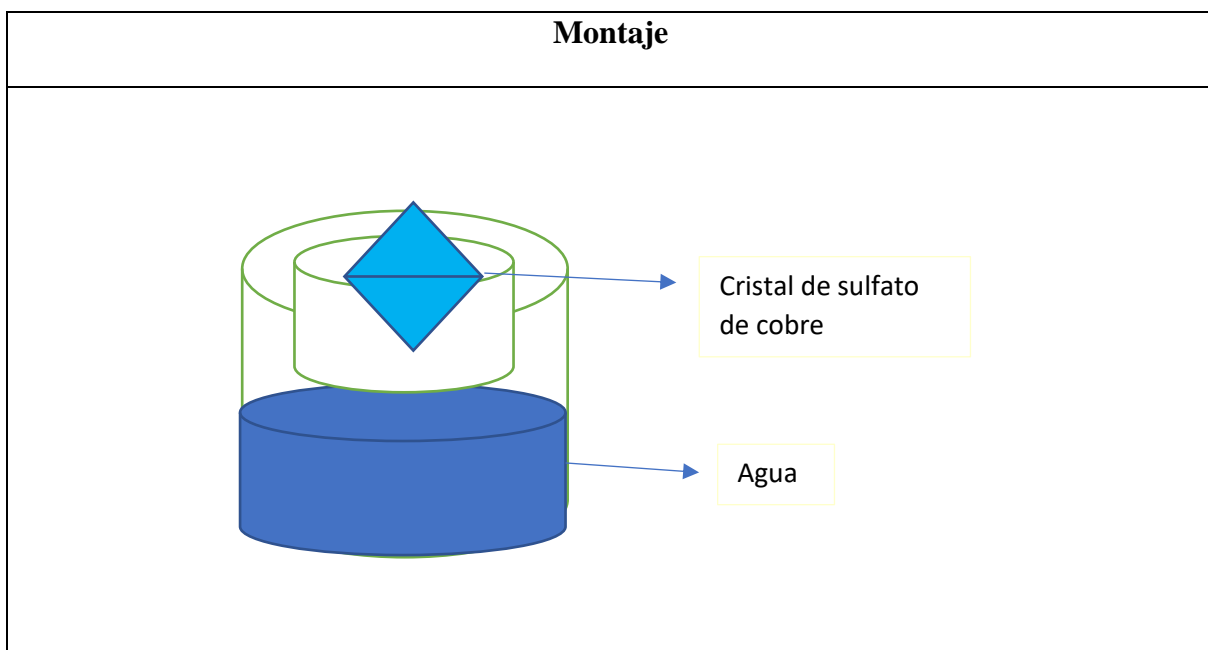


Tabla 11: Muestra los montajes propuestos para la práctica experimental de la guía 3.

Luego que los estudiantes realizan el montaje, tomaban nota de los valores de corriente y voltaje para luego responder las preguntas principales y secundarias.

A continuación, se muestra las tablas de corriente y voltaje realizados por los estudiantes con el fin de mostrar las descripciones que realizan los estudiantes.

VOLTAJES						
Observaciones	Luz amarilla	Luz verde	Luz roja	Luz rosa	Luz azul	Luz ultravioleta
Sulfato de cobre	50	117	60	69	87	56
CORRIENTES						
Observaciones	Luz amarilla	Luz verde	Luz roja	Luz rosa	Luz azul	Luz ultravioleta
Sulfato de cobre	7.7	5.7	13.3	24.6	47.7	33.2

*Tabla 12: Muestra los valores de voltajes y corriente que realizaron los estudiantes*

Estas tablas fueron tomadas con los siguientes montajes realizados por los estudiantes teniendo en cuenta las indicaciones que se daban en el aula. Las siguientes imágenes representan esos valores.



*Figura 10: Estas representan la toma de datos por parte de los estudiantes.*

Luego de tomar datos los estudiantes realizan preguntas como “¿Por qué no se generan los mismos valores de corriente y de voltaje como se observaba en la fotorresistencia?” y además ya pensaban en hacer una nueva organización de menor a mayor para realizar una comparación con lo que ocurría con el primer experimento.

Estas asociaciones y determinaciones que tienen los estudiantes permiten aprovechar todo el conocimiento anterior y la relación que tiene el objetivo de la guía, por lo tanto se



evidenciaba que al llevar al aula actividades experimentales para generar conocimiento se reconoce el proceso que transita el estudiante. A lo largo de las actividades propuestas en las guías se logra evidenciar el tránsito y apropiación de nuevos conocimientos por parte de los estudiantes, esto se hace visible debido a que, al comienzo de las intervenciones, los estudiantes no podían distinguir las interacciones del efecto fotoeléctrico y durante el desarrollo de esta los estudiantes generan una postura más objetiva de ello.

Finalmente, luego de transitar por diversas actividades, los estudiantes responden las preguntas principales con el fin de proporcionar los procesos de aprendizaje que tiene cada estudiante.

<b>Preguntas Principales</b>	<b>Respuestas de los estudiantes</b>
<b>¿Qué sucede cuando interactúan las sales con diferentes frecuencias de luz?</b>	Grupo 1: Pueden cambiar sus voltajes por completo. Grupo 2: Cuando las diferentes frecuencias de luz interactúan generan cambios en el voltaje y corriente.
<b>¿En la interacción entre algunas sales con diferentes frecuencias de luz se pueden producir los mismos valores de electricidad?</b>	Grupo 1: No, ya que tiene diferentes frecuencias Grupo 2: No se pueden producir los mismos valores de electricidad porque cada frecuencia de luz tiene un voltaje y corriente específico.

*Tabla 13: Respuestas de los estudiantes a las preguntas principales.*

En la tabla 14 se muestra las respuestas dadas por los grupos seleccionados dentro del aula, los cuales presentan un acopio de los nuevos conceptos relacionados con el efecto fotoeléctrico; logrando evidenciar la diferencia entre voltaje, frecuencia y corriente, además de reconocer las características propias de las sustancias fotosensibles; como por ejemplo el cambio de voltaje y corriente para cada una de las frecuencias de luz.

## **Conclusiones**

Durante el desarrollo de la investigación, se logró que el efecto fotoeléctrico puede ser trabajado a nivel escolar cuando los estudiantes lograron reconocer efectos, en este reconocimiento del efecto fotoeléctrico los estudiantes están identificando sustancias fotosensibles, esto quiere decir que la luz puede interactuar con la materia y modificar la característica conductiva de la sustancia.

De este modo, los estudiantes identifican que se producen corrientes eléctricas a través de la luz, identifican en qué consiste el efecto fotoeléctrico, este es la interacción de la luz con la materia para producir electricidad, reconocen que diferentes frecuencias de luz producen distintas cantidades de voltaje y por lo tanto reconocen que el espectro electromagnético puede producir diferentes efectos.

Todo esto es a nivel del reconocimiento con el que el estudiante pudo hacer descripciones en relación con los fenómenos que observó, además cuando se les preguntó directamente a los estudiantes ¿qué es el efecto fotoeléctrico? o cuándo aparece el efecto fotoeléctrico, no lo podían enunciar, sin embargo durante las actividades experimentales empezaron a relacionar con efectos que reconocen de su entorno como por ejemplo: los efectos que tienen que ver con las fotoceldas, los efectos que tienen que ver con el uso de bloqueadores solares ,etc.

Teniendo en cuenta lo anterior, se puede decir que las actividades experimentales son una herramienta para generar conocimiento del efecto fotoeléctrico dentro del ámbito escolar, esta presenta un gran alcance para evidenciar los procesos de aprendizaje de los estudiantes.

A partir de las respuestas dadas por los estudiantes, sus ideas y un análisis de este proceso tanto experimental como escrito, es posible decir que la propuesta permitió:

1. Conocer los conocimientos previos de los estudiantes con relación a las interacciones de la luz y el efecto fotoeléctrico, además de evidenciar que no todos los estudiantes conocían este efecto.
2. Generar que los estudiantes hagan relaciones entre las interacciones de la luz (voltajes y corrientes) y las diferentes frecuencias de luz.
3. Identificar y caracterizar las sustancias fotosensibles a través de actividades experimentales que sirve como herramienta para el proceso de enseñanza y aprendizaje.
4. Evidenciar que a través de experimentos con materiales de bajo costo se puede llegar a las aulas de clase para estudiar efectos que no se encuentran dentro del plan de estudios.
5. A lo largo de las actividades experimentales se observó que estudiantes generaban habilidades experimentales como es el uso de multímetros, probetas y conexión de bombillos, lo cual esto permitió ampliar su conocimiento sobre ciertos elementos.

Dentro de la intervención en el aula, a pesar de que se desarrollaron las mismas actividades para los nueve grupos de trabajo se evidencia que solo uno de los dos grupos de análisis logró un mejor acopio de conocimientos, esto pone en evidencia que las actividades desarrolladas en el aula se deben diseñar de una manera flexible para abarcar los diferentes grupos de trabajo que se pueden encontrar en el aula.

Asimismo, los trabajos de Hertz y Becquerel permitieron construir las actividades experimentales y además reconocer los montajes que desarrollaban con el fin de identificar las sustancias fotosensibles, los voltajes y corrientes que caracterizan al efecto fotoeléctrico.

### **Bibliografía**

Ayala, M. M. (2006). *Los análisis histórico-críticos y la recontextualización de saberes científicos. Construyendo un nuevo espacio de posibilidades*. Bogota: Grupo Física y Cultura.

Becquerel , E. (1839). *Mémoire sur les effets électriques produits sous l'influence des rayons solaires*. Francia: Gallica .

Bunge , M. (1972). *La investigación científica* . España: Ariel.

Carrascosa, J., Perez, d., Vilches, A., & Valdez, P. (2006). PAPEL DE LA ACTIVIDAD EXPERIMENTAL EN LA EDUCACIÓN CIENTÍFICA. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*,, 3.

Castiblanco, O. L. (2021). *Tipologías de la experimentación para la didáctica de la física*. Brasil.

D'Hainaut, L. (1985). *análisis y construcción de curriculums, programas de educación, objetivos operativos y situaciones didácticas*. España .

Fatet, J. (2005). *Les recherches d'Edmond Becquerel sur la nature de la*. Francia .

Hertz, H. (1887). *Theory Electromagnetic waves Hertz*.

Malagón Sánchez, J. F., Sandoval Osorio, S., & Ayala Manrique, M. M. (2013). *La actividad experimental : CONSTRUCCIÓN DE FENOMENOLOGÍAS Y PROCESOS DE FORMALIZACIÓN*. Bogotá: Praxis Filosófica,.

Neida , J. (1994). Didáctica de las ciencias experimentales. *Alambique*.

Serrano , J., & Pons , R. (2011). El Constructivismo hoy:. 3-14.

Willians , R. (1960 ). Becquerel Photovoltaic Effect in Binary Compounds. 1505-1514.