

LA CELDA SOLAR COMO MÓDULO DIDÁCTICO DE ENSEÑANZA DEL EFECTO FOTOELÉCTRICO

THE SOLAR CELL AS A DIDACTIC MODULE TO TEACH PHOTOELECTRIC EFFECT

César Díaz Pomar¹
cadiazp@estudiante.udistrital.edu.co

RESUMEN

La enseñanza de la física moderna en nuestro país ha estado vinculada sobre todo a niveles superiores, alejándose de la educación básica y media por considerar que sus principios y enunciados exigen un conocimiento previo por parte de los estudiantes que a este nivel no es posible abarcar. El efecto fotoeléctrico es ejemplo de ello. En la búsqueda de alternativas pedagógicas para enseñar este fenómeno en niveles básicos y medios, las celdas solares se constituyen en herramientas que, enmarcadas dentro de un proyecto de aula, posibilitan el acercamiento a los principios de este fenómeno físico desde una perspectiva ya no verbal y memorística, sino partiendo de la observación y manipulación directa y real de elementos que posibilitan la ejecución de dicho proceso.

Palabras Clave: Celda Solar; modulo didáctico; enseñanza de la física.

ABSTRACT

Teaching of modern physics in our country has been linked mainly to higher education levels, not in basic education or high school, it is because there is a believe about learning these principles require prior knowledge by students at this level, then it is not possible to teach them. The photoelectric effect is a case in point. In the search for alternative teaching methods to teach this phenomenon in high school, solar cells are a tool that is included in a project classroom, enabling closer to the beginning of this physics phenomenon from a perspective different to the verbal and memory, but based on the observation and direct manipulation with real elements that allow learning of concepts.

Keywords: Solar cell; didactic module; physics teaching.

Introducción

La enseñanza de la física a nivel básico y medio en Colombia posee algunos elementos que hacen posible un acercamiento a su caracterización.

Los informes de las prácticas académicas realizadas en nuestra carrera así como algunos trabajos de grado de estudiantes de la misma, indican que la Mecánica Clásica abarca gran parte de los contenidos estudiados en la asignatura de física en los colegios, dejando así muy poco espacio, casi nulo, a otros campos de la rama tales como la astronomía o la física moderna.

Precisamente, al analizar los estándares planteados por el Ministerio de Educación Nacional (MEN) para el área de física, confirmamos que aún cuando se proponen algunos acercamientos a conceptos propios de la física moderna la mayor parte del proceso está orientado a cubrir la Mecánica Clásica.

No quiero plantear de ninguna manera que la física moderna es mejor o más importante que la Mecánica Clásica -a la que en últimas todos le reconocemos su mérito- pero lo que me parece preocupante es que en nuestras aulas estemos aún “arraigados” a los siglos XVI, XVII, XVIII y IX –en los que sin duda se hicieron aportes gigantes a la física- y dejemos de lado las investigaciones más cercanas, es decir, aquellas que constituyen la denominada Física Moderna.

¹ Estudiante de Licenciatura en Física -Décimo semestre- Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Facultad de Ciencias y Educación. Bogotá Colombia

El agigantado avance de la ciencia y la tecnología se debe en gran medida a los descubrimientos hechos en investigaciones adelantadas a finales del siglo XIX y principios y mediados del XX, y la multiplicidad de artefactos, sistemas de comunicación e información que nos rodean basan su funcionamiento precisamente en principios físicos hallados en esta época, principios que constituyen lo que se ha llamado Física moderna. De allí la importancia de su enseñanza en la educación básica y media y de allí también la necesidad de incorporar a las prácticas académicas experiencias que contribuyan a adentrarse en los conceptos de esta rama de la física, en sus principios y leyes.

Precisamente uno de ellos es el denominado *efecto fotoeléctrico*, fenómeno sobre el que trabajaré en el presente artículo tratando de abordar una metodología de enseñanza del mismo para nivel básico y medio haciendo uso de herramientas didácticas y teorías pedagógicas que propicien un acercamiento más directo al mismo para lograr de esta manera un aprendizaje significativo de los principios que lo regulan.

El efecto fotoeléctrico

En 1905, Albert Einstein publicó un trabajo llamado "*sobre un punto de vista heurístico concerniente a la producción y transformación de luz*", más conocido como el trabajo sobre el efecto fotoeléctrico. Allí sentaba las bases para la explicación del fenómeno en el cual como consecuencia de hacer incidir un rayo de luz de alta frecuencia, como la ultravioleta, sobre una placa metálica, se produce una emisión de electrones.

Antecedentes

No obstante, el problema había sido tratado previamente. En 1887, Hertz y más tarde Hallwachs, realizaron la siguiente experiencia: colocaron una placa de zinc en un electroscopio al que iluminaban con la luz procedente de la chispa que saltaba en un arco voltaico, tal como se muestra en la figura 1.

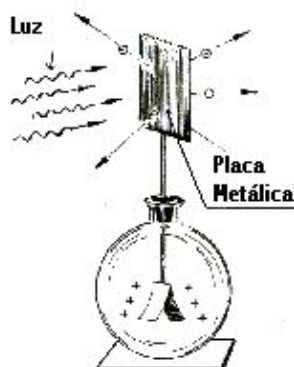


Figura 1. Experimento de Hertz-Hallwachs

Las siguientes fueron las observaciones realizadas:

- Si el electroscopio y la lámina de zinc estaban cargados negativamente, se descargaban al iluminarlos (se juntaban las láminas del electroscopio).
- Si el electroscopio y la lámina de zinc estaban cargados positivamente no se descargaban al iluminarlo.
- Si el electroscopio estaba cargado negativamente y se interpone un cristal entre el arco y la lámina de zinc, no se produce descarga aunque aumentaba la intensidad de la luz.

Basado en los estudios de Max Planck sobre el quantum, Einstein sugirió una salida: si consideramos al *quantum* de luz como una partícula de luz –fotón- es posible diseñar un

modelo matemático en el que la energía del fotón al incidir la luz sea como la de una partícula que choca con el electrón sacándolo del átomo y proporcionándole energía cinética.

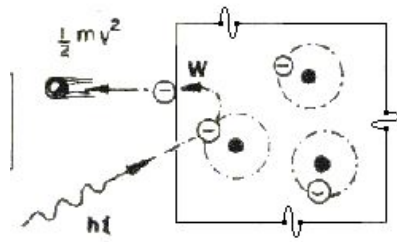


Figura 2. Energía del fotón según Einstein

Es decir que la energía no se transmite repartida en toda la onda (como se suponía en la teoría clásica), sino agrupada en unos paquetes de energía –fotones (partícula sin masa en reposo, pero con una cantidad de movimiento y energía)- que al moverse son guiados por una onda. En determinadas experiencias sólo se detecta las características de la onda y no de sus fotones. Cuando la luz llega a la superficie del metal la energía no se reparte equitativamente entre los átomos que componen las primeras capas en las que el haz puede penetrar. Por el contrario, sólo algunos átomos son impactados por el fotón que lleva la energía y si esa energía es suficiente para extraerlos de la atracción de los núcleos, los arranca del metal.

Aunque inicialmente parezca complejo, este efecto se puede mostrar a los estudiantes con un dispositivo muy sencillo, basado en los principios experimentales que se usaron en la época de planteamiento de este fenómeno físico y que para su funcionamiento aplica precisamente los resultados obtenidos.

La celda solar

A pesar de que el fenómeno fotovoltaico fue descubierto en 1839 por el francés Henri Becquerel las primeras celdas solares de selenio fueron desarrolladas hasta 1880. Fue en 1950 que se desarrollaron las celdas de silicio monocristalino que actualmente dominan la industria fotovoltaica.

La producción eléctrica está basada en el fenómeno denominado "efecto fotovoltaico", que básicamente consiste en convertir la luz solar en energía eléctrica por medio de unos dispositivos semiconductores denominados células fotovoltaicas.

Estas células están elaboradas a base de silicio puro con adición de impurezas de ciertos elementos químicos (boro y fósforo), y son capaces de generar cada de ellas una corriente de 2 a 4 Amperios, a un voltaje de 0,46 a 0,48 Voltios, utilizando como fuente de energía la radiación luminosa. Las células se montan en serie sobre paneles o módulos solares para conseguir un voltaje adecuado. Parte de la radiación incidente se pierde por reflexión (rebota) y otra parte por transmisión (atraviesa la célula).

El resto es capaz de hacer saltar electrones de una capa a la otra creando una corriente proporcional a la radiación incidente. Generalmente, una célula fotovoltaica tiene un grosor que varía entre los 0,25 y los 0,35 mm y una forma generalmente cuadrada, con una superficie aproximadamente igual a 100 mm².

Los materiales para la fabricación de las células solares son:

- Silicio Monocristalino
- Silicio Poli-cristalino
- Silicio Amorfo
- Otros materiales: Arseniuro de galio, diseleniuro de indio y cobre, telurio de cadmio.

Proyecto de aula

Ahora bien, lo importante ahora es describir como trabajaríamos con la celda solar al interior del aula para lograr que de su uso y con base en su funcionamiento sea posible ocuparse del efecto fotoeléctrico como tema de interés en la clase de física.

Para ello partiremos de varios principios del constructivismo radical (V. Glaserfeld) para tratar de hacer de la celda solar un modulo didáctico que interiorizada en un proyecto de aula haga posible la consolidación de un modelo alternativo, práctico, sencillo e interactivo de enseñanza-aprendizaje del efecto fotoeléctrico, sus principios y resultados.

Para ello debemos partir de unos enunciados pedagógicos que guiarán el trabajo al interior del aula:

1. La experiencia parte de una propuesta del maestro. Pero no es una propuesta cualquiera, aleatoria sino sustentada por el conocimiento que el maestro tiene de sus estudiantes y que le ayuda a estar al tanto de sus temas de interés.
2. El desarrollo de la actividad está sustentada sobre la base de preguntas muy concretas toda vez que se tiene un propósito bien definido, cual es adentrarse en la conceptualización del efecto fotoeléctrico por medio del funcionamiento de la celda solar. Así, podríamos sugerir los siguientes cuestionamientos, fundamentales para comprender el mecanismo utilizado:
 - a. Al ser dispuesta la celda a radiación solar ¿Que se observó?
 - b. ¿Qué hace posible la conversión de energía solar en energía eléctrica?
 - c. ¿Qué cree que contiene la celda solar en su interior?
 - d. ¿Cómo denominaría el efecto observado?
 - e. ¿En qué otras situaciones se aplica este fenómeno?
3. Los interrogantes son capturados por el Maestro y son propuestos como temas de discusión y análisis de posibles soluciones de manera **colectiva**. Para ello, es indispensable que los estudiantes formen pequeños grupos de debate alrededor del fenómeno observado y una vez llegado a acuerdos, estos serán expuestos a todo el grupo. Allí se tratará de construir discusiones de tesis y antítesis que son fundamentales pues es precisamente en este espacio en donde se cimentarán los elementos conceptuales, sintácticos y pragmáticos del fenómeno observado.
4. En el desarrollo de las discusiones el papel del maestro es casi nulo, y se reduce a tratar de aclarar situaciones *sin solucionar el problema central*; es decir, de lo que se trata es de ser un acompañante más en la búsqueda de una solución.
5. La actividad puede extenderse hasta proponer por parte del maestro la construcción de una celda solar "casera" con materiales de fácil adquisición, que no es una actividad "imposible" sino por el contrario sencilla (ver por ejemplo <http://www.cienciafacil.com/celdasol.html>) y sumamente eficaz para lograr que el aprendizaje tenga verdadero sentido, pues posibilita la adecuación de conceptos teóricos hallados colectivamente sobre la base de discusiones a la construcción de herramientas que funcionan con base a estos conceptos.

De esta manera queda planteada la posibilidad de hacer de la celda solar un proyecto de aula en el que por medio de construcciones propias los estudiantes sean quienes conceptualicen la observación del fenómeno físico trabajado. No obstante, hay que añadir a estos elementos, una serie de características que se deberán tener en cuenta para lograr que la actividad verdaderamente construya aprendizaje con sentido o significativo. A continuación enunciaré las más importantes:

1. La actividad requiere de una serie de interacciones que la hagan posible. Por ejemplo, los estudiantes deben saber que es posible que ellos opinen sin ningún tipo de restricciones ni contrapisas. Que sepan que es posible equivocarse; es más, es indispensable que se equivoquen pues de lo contrario no habría ningún constructo ni discusión, sino simplemente el cumplimiento de instrucciones.
2. Las preguntas deben ser realmente motivantes, interesantes tanto para el maestro como para los estudiantes.
3. Es necesario tener claras las metas a las que se quieren llegar con la actividad, que no deben reducirse únicamente a la enunciación de los principios del efecto fotoeléctrico -que es solo la meta inicial- sino tratar de hacer de la actividad una experiencia para encontrar más relaciones, más variables que hagan posible la construcción de dispositivos análogos o similares.
4. El papel del maestro es fundamental y debe estar muy bien orientado. Como protagonista de la motivación y organización de las dinámicas de los grupos de trabajo, así como validador de propuestas, candidatos, dinámicas de argumentación y contraargumentación, elaboración de montajes y organización del trabajo, será quien posibilitará la invención de relaciones, la identificación de correlaciones y la construcción de modelos o patrones por parte de los estudiantes. Así, la pregunta incitante, el planteamiento de situaciones extremas son aspectos determinantes para lograr el dinamismo que requiere la práctica.

Conclusiones

Con base a los planteamientos realizados es posible concluir que:

- El efecto fotoeléctrico es posible trabajarlo en educación básica y media siempre y cuando se asuma una posición diferente en cuanto al modo de hacerlo. El verbalismo y el aprendizaje por memoria deberá ser sustituido por la utilización de elementos didácticos y pedagógicos que configuren otra visión del fenómeno y de sus aplicaciones
- La celda solar se constituye en una herramienta didáctica muy eficaz para realizar el acercamiento y la conceptualización del efecto fotoeléctrico en niveles básico y medio, pues al ser una aplicación real y directa de este fenómeno posibilita un aprendizaje con significado; lo importante es implementarla dentro de un proyecto de aula altamente participativo y deliberante en donde colectivamente y por cuenta de los mismos estudiantes se construyan consensos en cuanto al funcionamiento de la misma acercándose a los fundamentos teóricos que la regulan
- Los proyectos de aula son una opción pedagógica altamente valorativa en la enseñanza de las ciencias pues constituyen nuevas maneras de asumir el proceso de aprendizaje con significados toda vez que asumen al estudiante como parte integrante de su mismo proceso formándolo en el análisis, la reflexión y la deducción y no simplemente en la instrucción.

Referencias

- [1] Carmen Esteves Estolaza: *Modelos teóricos y prácticos para la enseñanza de la Física Moderna y Contemporánea*. Pontificia Universidad Católica del Perú. 2004.
- [2] Dino segura. Fabio Omar Arcos, Rosa Pedreros: *El constructivismo radical como alternativa para fundamentar prácticas con sentido en la enseñanza de las ciencias*. Popayán. INTINERANTES N° 3. 2005.
- [3] Asthriessiav Rocuts: *Conversión fotovoltaica de la energía solar: Principio fundamentales, caracterización de celdas y paneles solares, dimensionamiento de sistemas*. Universidad Distrital. 1999