



Método y metodología en la enseñanza de la investigación científica de la energía solar

Jaime Vega Pérez
Sección de posgrado de ESIME Ticomán-IPN
jvegap@ipn.mx

Jaime Vega García
UPIITA-IPN
faramir666@hotmail.com

Nayeli Vega García
CIC-IPN
nvegag0126@gmail.com

Eje temático 2. Ciencia, tecnología y sociedad y su vínculo con los procesos educativos.

Resumen

Se reporta una propuesta metodológica para la enseñanza-aprendizaje de la investigación científica sobre la energía solar, indicando su aplicación como fuente de energía alterna para reducir contaminación ambiental. El proyecto se desarrolló con alumnos de maestría, a quienes se les dio el proceso para identificar criterios de diseño, que le permitieran comprender la relación ciencia-tecnología con la sociedad, dándose algunas reflexiones para que el estudiante adquiriera habilidades formativas para vincular conocimientos científicos y tecnológicos sobre las celdas solares y como atender una demanda social para dar sustentabilidad y resolver un problema actual. Esto motivó al estudiante y durante el desarrollo adquirieron competencias sobre técnicas de investigación bibliográfica, diseño, trabajo de laboratorio y mediciones experimentales, observándose su motivación por la investigación.

Palabras clave: educación por competencia, energía solar, sustentabilidad.

Con frecuencia se confunde los conceptos de método y metodología así como tecnología y ciencia, creemos necesario identificarlos brevemente. El método es el conjunto de pasos ordenador de un proceso que se recomienda seguir para explicar un fenómeno, evento, lograr un objetivo o desarrollar un bien. La metodología es la ciencia que estudia los métodos desarrollados para explicar un mismo fenómeno, durante el desarrollo de un proyecto a este concepto se le llama estudio del arte. La ciencia es la generación de conocimiento nuevo adquirido a través de la experimentación o demostración lógica o matemática que tendrá validez universal, para explicar un fenómeno. La técnica es la aplicación de los conocimientos científicos para obtener un bien o servicio para el bien social (Frade, 2008).

En la actualidad a la mayoría de los alumnos no les atrae estudiar física, electricidad, electrónica, les parece complicada por el manejo de las matemáticas (Díaz-Barriga & Hernández, 2002), esto se incrementa si el alumno no le gusta estudiar ingeniería o una especialidad del área físico matemáticas porque no visualizan su aplicación real, por lo que consideramos que con el desarrollo de proyectos se motiva que los estudiantes investiguen, construyan, midan variable y den conclusiones. Por esta razón, el presente artículo pretende dar a conocer los avances que se

han logrado con alumnos becario al trabajar por medio de proyectos de investigación. El manejo de proyecto le proporciona al alumno un mayor interés a la materia y le genera un aprendizaje, más sólido ya que, él contribuirá a construir su propio conocimiento haciéndolo independiente en la evaluación de problemáticas y en la toma de decisiones por la solución más eficaz, adquiriendo bases para formarse como futuros científicos.

Método

Durante el desarrollo de un proyecto de investigación científica, es necesario seguir el proceso establecido en el método científico (figura 1), cuyos fundamentos y conceptos inicialmente propuestos y analizados por Galileo, Bacon, Descarte entre otros continúan siendo vigentes, en el sentido de que para lograr el objetivo es necesario seguir un proceso ordenado de trabajo, que implica la identificación del problema que se desea explicar o resolver, la propuesta de una hipótesis para explicar el fenómeno, la comprobación experimental para verificar la certidumbre de la hipótesis, la formulación de una teoría, y si esta tiene validez universal entonces se convertirá en una ley científica.



Fig. 1. Representación a bloques del método científico

Metodología

Se elaboró el diseño construcción y prueba de un sistema electrónico para obtener la curva característica corriente voltaje de una celda solar fotovoltaica, es un proyecto autorizado por la Secretaria de Investigación y Posgrado de IPN, en este proyecto están participando alumnos de maestría, el objetivo de la participación de dichos alumnos es para encaminarlos hacia la investigación científica, mediante la participación directa en el proyecto de investigación. Durante el desarrollo del proyecto científico se propuso la siguiente metodología, identificación del problema científico, investigación bibliográfica para identificar el estado del arte en el tema, propuesta del sistema eléctrico, diseño del sistema eléctrico, construcción del sistema eléctrico y mediciones eléctricas del sistema desarrollado, análisis de resultados y conclusiones.

Analizando brevemente la figura 2. una investigación científica inicia identificando el fenómeno, problema a explicar o aparato tecnológico por desarrollar tendiente a cubrir una necesidad social, se continua con la investigación bibliográfica localizando trabajos afines actuales a fin de a fin de que la hipótesis propuestas no haya sido explicada o resuelta, el diseño eléctrico, electrónico o mecánico del prototipo a desarrollar, continuando con el trabajo experimental y ejecución de mediciones de variables en laboratorio para comprobar la hipótesis propuesta. Si las mediciones no corresponden al diseño teórico es necesario revisar la construcción o rediseñar nuevamente, cuando el análisis de resultados es congruente con el diseño y experimentación entonces se pueden emitir conclusiones respecto a la innovación de conocimientos en el tema seleccionado, dado que el conocimiento debe ser universal cuando los resultados son sesteros entonces es necesario publicarlos en revistas especializadas internacionales contrastándolo con resultados

similares en caso de haberlos o defendiendo a través de fundamentos experimentales la veracidad de los nuevos conocimientos ganados durante la elaboración del proyecto científico

Desarrollo del proyecto

Debido la complejidad del proyecto fue necesario distribuirlo en todos los participantes, correspondiendo al director del proyecto la identificación del tema, hipótesis y diseño, para un alumno la investigación bibliográfica, y construcción del sistema electrónico, y para el otro alumno, elaboración de diagramas eléctricos, mediciones así como otro profesor participante correspondió la captura y formato de artículos para congresos.



Fig. 2. Diagrama a bloque del método propuesto para el desarrollo de un proyecto de investigación

Estado del arte sobre celdas fotovoltaicas

El proyecto inicia con la investigación bibliográfica sobre los avances del tema, y a partir de ello hacer una propuesta nueva que contribuya al conocimiento. La celda solar fotovoltaica (CF) es un elemento electrónico que transforma la luz visible en energía eléctrica de corriente continua, su potencia es proporcional al área de iluminación, a la intensidad de luz incidente y a su eficiencia de conversión, pero es afectada por el incremento de temperatura (Vega-Pérez & Ponomaryov, Maximum power detection electronic circuit for photovoltaic module, 2001), este elemento se auto regula eléctricamente presentando una condición de circuito corto donde su voltaje (V_{cc}) es cero pero su corriente es máxima y otra de circuito abierto donde su corriente (I_{ca}) es cero pero el voltaje es máximo; su curva característica (Fig.1) corriente voltaje (I-V) varía en forma exponencial para la corriente y logarítmica para el voltaje, presentando un punto sobre la curva donde la potencia es máxima (P_m), este punto es variable por efecto de temperatura y de la insolación y es un dato de importancia para el diseño de los sistemas fotovoltaicos (SF). Las CF se conectan 36 en serie par integrar un modulo fotovoltaico (MF) diseñado para acoplarse hacia

una batería automotriz (Vega-Pérez, Ponomaryov, & Nino-de-Rivera, Electronic system for power optimization of photovoltaic generator, 2003). Un sistema fotovoltaico lo integran la batería automotriz, el MF y el aparato eléctrico o electrónico que se desea operar. En México existen alrededor de 50000 pequeñas comunidades rurales de 10 a 25 familias que carecen de energía eléctrica comercial y es en donde este proyecto tiene aplicación porque ofrece el diseño de una fuente alterna de energía eléctrica (Vega-Pérez, Ponomaryov, & Nino-de-Rivera, Electronic system for power optimization of photovoltaic generator, 2003).

La celda fotovoltaica (FV) es un dispositivo electrónico que transforma la luz visible en energía eléctrica de corriente continua, su potencia es proporcional al área de iluminación, a la intensidad de luz incidente y a su eficiencia de conversión, pero es afectada por el incremento de temperatura.

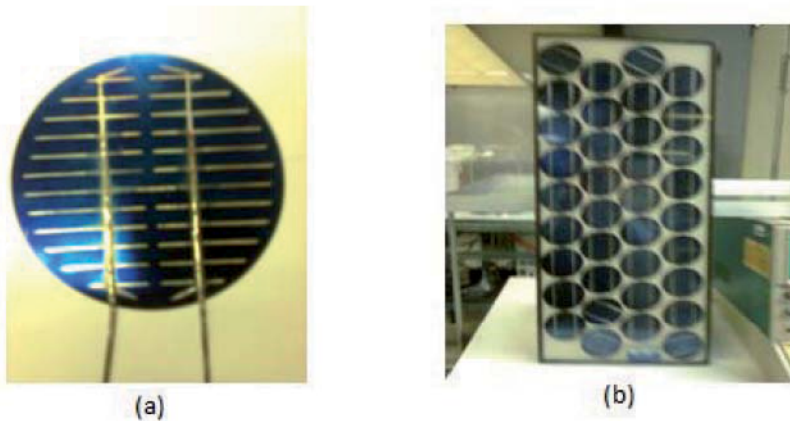


Fig.3. (a) Fotografía de una celda solar (b) Fotografía de un módulo fotovoltaico

El modulo FV está compuesto por 36 celdas conectadas eléctricamente en serie, su voltaje de salida es del orden de 19V y su corriente de salida es de 1 a 3 Amperios, la potencia de salida es de 17 a 90W dependiendo del fabricante (Jonassen & Rohrer-Murphy, 1999). La celda o el modulo FV tienen una condición eléctrica donde su potencia de salida es máxima determinado por el producto de una corriente I_m y un voltaje V_m . El modulo está diseñado para acoplarse eléctricamente a una batería automotriz, pero sus características eléctricas son determinadas a 25 °C y a 1000W/m² de potencia solar incidente.

Un sistema fotovoltaico (SFV) está constituido básicamente por 4 partes fundamentales a) El módulo fotovoltaico, b) el aparato eléctrico o electro mecánico que se desea activar y c) la batería automotriz y d) el sistema electrónico de control

Laboratorio, instrumentos y materiales

Durante el desarrollo se requirió instrumentación electrónica tales como osciloscopio para visualización de figuras de las formas de onda del circuito electrónico, multímetro para medición de corriente voltaje y resistencia, caudal, fuentes de suministrador potencia una mesa de graficado "XY". Una celda solar y un simulador solares mismos que fueron facilitados por el CINVESTAV-IPN, se utilizaron diversos dispositivos electrónicos y eléctricos del circuito electrónico. El trabajo experimental fue dividido entre los participantes del proyecto y para los alumnos, uno de

ellos inicio con el diseño del circuito impreso por computadora mediante un software y el ensamblado de los dispositivos (Fig. 5). Posteriormente utilizando el mapa en laboratorio se utiliza una placa fenólica y mediante un proceso de luz ultravioleta se graba el diagrama previamente diseñado y finalmente utilizado ácido sulfúrico se obtiene la placa fenólica.



Fig. 5 Diseño electrónico, construcción del circuito y pruebas de laboratorio.

La participación de la alumna becaria (Fig.5) fue muy importante en el trabajo de laboratorio, a quien le correspondió la prueba de circuitos eléctricos y electrónicos, y después efectuó las mediciones eléctricas de variables así como de formas de onda de los diferentes circuitos electrónicos, en la Fig.6 se muestra haciendo mediciones eléctricas del sistema electrónico desarrollado.

Resultados experimentales

La veracidad de la hipótesis propuesta se logra en laboratorio mediante la prueba del prototipo desarrollado y que trabaja correctamente de acuerdo los criterios técnicos de diseño propuestos, así como las mediciones eléctricas en este tema de la corriente, voltaje y curva de la celda solar, los resultados obtenidos se muestran en la Fig. 6 indicando que la hipótesis fue correcta.

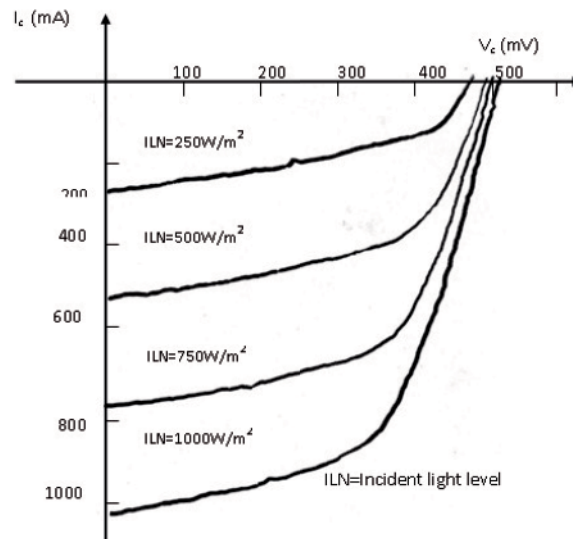


Fig. 6. Medición eléctrica de la curva corriente voltaje de la celda utilizando el sistema electrónico desarrollado.



Conclusiones

Con base a los resultados experimentales se comprobó la veracidad de la hipótesis propuesta, se resolvió un problema tecnológico que contribuye en el diseño de fuentes alternativas de energía y que aplicable a la sociedad. Los alumnos participantes ganaron experiencia profesional quedando motivados en la investigación científica porque pudieron identificar un problema tecnológico, proponer una respuesta y desarrollarlo construyendo su propio conocimiento.

Referencias

- Díaz-Barriga, F., & Hernández, G. (2002). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo, una interpretación constructivista*. México: Mc. Graw Hill.
- Frade, L. (2008). *Desarrollo de competencias en educación desde preescolar hasta bachillerato*. México: Inteligencia Educativa.
- Jonassen, D., & Rohrer-Murphy, L. (1999). Activity theory as a framework for designing constructivist learning environments. *Educational Technology: Research and Development* , 47(1).
- Vega-Pérez, J., & Ponomaryov, V. (2001). Maximum power detection electronic circuit for photovoltaic module. *International journal telecommunications and radio engineering*, 56(1), 126-134.
- Vega-Pérez, J., Ponomaryov, V., & Nino-de-Rivera, L. (2003). Electronic system for power optimization of photovoltaic generator. *International journal of electromagnetic waves and electronic systems* , 42(7-8), 12-15.

Agradecimientos

Los autores agradecen los apoyos recibidos por el Instituto Politécnico Nacional a través del proyecto de investigación registrado en SIP-IPN con número de registro 20110451.