



**DISPOSITIVO GENERADOR DE ENERGÍA ELÉCTRICA EFICIENTE
MEDIANTE PANELES SOLARES Y LUZ ARTIFICIAL**

NORBERTO GÁLVIZ

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MANIZALES

FACULTAD DE ESTUDIOS SOCIALES Y EMPRESARIALES

MAESTRÍA EN CREATIVIDAD E INNOVACIÓN EN LAS ORGANIZACIONES

MANIZALES

2022

**DISPOSITIVO GENERADOR DE ENERGÍA ELÉCTRICA EFICIENTE
MEDIANTE PANELES SOLARES Y LUZ ARTIFICIAL.**

AUTOR

Norberto Gálviz

**PROYECTO DE GRADO PARA OPTAR AL TÍTULO DE MAGISTER EN
CREATIVIDAD E INNOVACIÓN EN LAS ORGANIZACIONES.**

DIRECTOR

MSC. Jorge Iván Gómez Angarita

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MANIZALES

FACULTAD DE ESTUDIOS SOCIALES Y EMPRESARIALES

MAESTRÍA EN CREATIVIDAD E INNOVACIÓN EN LAS ORGANIZACIONES

MANIZALES

2022

DEDICATORIA

Realizar esta investigación conllevó largas horas, días, semanas y meses de dedicación.

Durante el tiempo invertido, mi esposa Diana Patricia, comprendió y toleró solidariamente, que durante este proceso, me encontrara cercanamente ausente, pero dedicado a obtener los mejores resultados posibles. Sin dicha comprensión, apoyo y compañía, el recorrido para lograr llegar a feliz puerto, hubiera sido aún difícil. No fueron menores la comprensión y tolerancia de mi amado hijo Simón. A ellos dos, mi mayor motivación, les otorgo los créditos que este trabajo pueda significar como camino para aquellos que, al conocerlo, puedan tomarlo como referencia para iniciar sus propias investigaciones o respaldarse en lo obtenido para llegar mucho más allá de lo logrado y que Dios así lo permita.

AGRADECIMIENTOS

Principalmente, Dios, a ti, gracias infinitas. La concepción de este trabajo, se dio por un diálogo inicial con el Msc, **JORGE IVÁN GÓMEZ ANGARITA** el director de la presente tesis, con quien se logró constituir un equipo de trabajo, donde su sabiduría y experticia como tecnócrata, brindaron claridad en el camino al momento de encontrarse con las dificultades propias de una investigación experimental de este tipo.

Gracias infinitas profesor Jorge Iván por todo lo que usted orientó para lograr obtener unos resultados que permitirán seguir allanando un camino en pos de la búsqueda de energía eléctrica a través de un método alternativo a los vigentes o en estudio actual.

Muchas, muchísimas gracias al Doctor **GERMÁN COLONIA ALCALDE**, Rector del Instituto de Educación Técnica Profesional -INTEP-, de Roldanillo, Valle del Cauca, quien contribuyó para que los tiempos demandados por la Maestría de Creatividad e Innovación en las Organizaciones, pudiera ser cumplido por el autor, quien hace parte del equipo de trabajo de esta gran institución de educación superior.

RESUMEN

El abordaje del desarrollo de un Dispositivo Generador de Energía Eléctrica Eficiente Mediante Paneles Solares y Luz Artificial, surgió de la necesidad de fabricar un equipo que pudiera crear energía eléctrica de una manera diferente a la que tradicionalmente se conoce, mediante el diseño y la construcción de un artefacto cuasi-experimental que lograra con eficiencia generar electricidad, mediante paneles solares y luz artificial.

Este proyecto se abordó desde el método hipotético-inductivo, es decir, bajo el concepto de ensayo y error; fue necesario incluir el uso de una técnica en creatividad, propicia para este proyecto, y la más indicada, fue la técnica SCAMPER: sustituir, combinar, adaptar, modificar, potenciar otros usos, eliminar, y reordenar” (Selva y Domínguez, 2018, p.380).

En esta investigación, la observación fue un instrumento indispensable que constituyó uno de los principales recursos durante el proceso y fue imprescindible en momentos como la evaluación de la intensidad lumínica, los grados de inclinación de las celdas fotovoltaicas o la distancia de éstas con respecto a la fuente de iluminación LED.

Por ser este un proyecto de tipo cuasiexperimental, no se arrojó una hipótesis con respecto a su eficiencia, sin realizar una adecuada exploración que permitiera formular una conclusión general y veraz.

Palabras clave: Creatividad, energía, paneles solares, diodos led, ladrón de julios, batería de iones de litio

ABSTRACT

The development of an efficient electric power generating device Using Solar Panels and Artificial Light, appears with the need to create a device that can generate electrical energy in a different way different from the traditional.

The main objective of this project is to design, build and check the efficiency of the experimental electric power generator device, where the energy transformation is through solar panels and whose source of generation is artificial light, in this way it is intended to minimize the impact negative environmental impact that other energy generators may cause on the planet.

This project was focused from the hypothetical-inductive method, under the concept of trial and mistakes; It was important to include the use of some techniques and instruments in creative development, such as the SCAMPER technique: substitute, combine, adapt, modify, enhance other uses, eliminate, and rearrange” (Selva and Domínguez, 2018, p.380).

In this research, observation is an indispensable instrument that will constitute one of the main resources during the process and will be essential in moments such as the evaluation of the light intensity, the degrees of inclination of the photovoltaic cells or the distance of these with respect to the LED light source. As this is an experimental project, it is daring to throw a hypothesis regarding its efficiency, without carrying out an adequate exploration that allows a general and truthful conclusion to be formulated.

Keywords: Creativity, Energy, Solar Panels, Led Diodes, Jules thief, Lithium ion battery.

CONTENIDO

1	PRESENTACIÓN.....	12
2	ANTECEDENTES.....	16
2.1	REFERENTES NACIONALES E INTERNACIONALES DE INVESTIGACIÓN..	18
3	ÁREA PROBLEMÁTICA Y PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	28
4	JUSTIFICACIÓN	31
5	REFERENTE TEÓRICO.....	34
5.1	CREATIVIDAD.....	34
5.2	ENERGÍA.....	40
5.3	PANELES SOLARES	41
5.4	DIODOS LED: LUZ ARTIFICIAL.....	42
5.5	LADRÓN DE JULIOS	43
5.6	BATERÍA DE IONES DE LITIO.....	44
6	OBJETIVOS	49
6.1	GENERAL	49
6.2	ESPECÍFICOS	49
7	METODOLOGÍA	50
8	RESULTADOS.....	110
9	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	114
10	CONCLUSIONES	123
11	RECOMENDACIONES	125
12	REFERENCIAS.....	127

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Etapa de actividades y resultados	53
Tabla 2. Guía de observación.	56
Tabla 3 Resultados de las pruebas iniciales.....	83
Tabla 4 Valores con fuente regulada	97
Tabla 5 Valores obtenidos con la batería de litio	101
Tabla 6 Datos usando el módulo TB:IOTMCU, v1.0.	103
Tabla 7 Registro de datos	108
Tabla 8 Parámetros eléctricos con fuente regulada	115
Tabla 9 Parámetros eléctricos con batería de litio.....	115
Tabla 10 Parámetros eléctricos módulo inversor	116
Tabla 11 Parámetros eléctricos módulo y ladrón de julios.....	116

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Esquema del árbol del problema	39
Figura 2. Paneles solares	42
Figura 3. Diodos led	43
Figura 4. Ladrón de julios.	44
Figura 5. Batería de litio	45
Figura 6. Método SCAMPER aplicado al presente proyecto.....	52
Figura 7. Diagrama de bloques de funciones parciales.	58
Figura 8. Símbolo electrónico de batería.....	59
Figura 9. Esquema del ladrón de Julios.	60
Figura 10. Esquema panel de 20 leds.	61
Figura 11. Esquema del Panel Fotovoltaico (solar).....	62
Figura 12. Circuito cargador de batería.	62
Figura 13. Esquema general del generador	63
Figura 14. 13.09 Vdc. (Voltios directa corriente).....	65
Figura 15. 26.4 mA. (miliamperios).	65
Figura 16. Registro 6.53 Vdc	66
Figura 17 Registro 25 mA	66
Figura 18. Registro 6.46 Vdc	67
Figura 19. Registro 20.4 mA	67
Figura 20. Registro: 396 luxes - 6.93 Vdc.....	68
Figura 21. Registro: 412 luxes - 0.39 mA.	68
Figura 22. Registro: 366 luxes - 3.34 Vdc.....	69
Figura 23. Registro: 376 luxes- 0.30 mA	69
Figura 24. Registro: 402 luxes - 3.29 Vdc.....	70
Figura 25. Registro: 397 luxes - 0.40 mA	70
Figura 26. Registro: 109.9 luxes - 2.81	71
Figura 27. Registro: 110.1 luxes - 0.00	71
Figura 28. Registro: 109.0 luxes - 1.49 Vdc.....	72

Figura 29. Registro: 109.2 luxes - 0.01 mA	72
Figura 30. Registro: 109.4 luxes - 1.37 Vdc.....	73
Figura 31. Registro: 109.6 luxes - 0.00 Vdc.....	73
Figura 32. Estructura de pruebas en vista lateral.....	74
Figura 33. Estructura de pruebas en vista superior.....	74
Figura 34. Perspectiva frontal del panel generador.....	75
Figura 35. Perspectiva lateral del panel generador de electricidad de consumo.....	75
Figura 36. Módulo de diodos (luces led).....	76
Figura 37. Perspectiva superior del módulo generador	76
Figura 38 Perspectiva superior del módulo generador de electricidad.....	77
Figura 39 Registro: 1042 luxes.....	77
Figura 40 Registro: 7.15 Vdc	78
Figura 41 Registro: 0.21 mA	78
Figura 42 Registro: 1126 luxes.....	79
Figura 43 Registro: 6.81 V.	79
Figura 44 Registro: 0.19 mA	80
Figura 45 Registro: 937 luxes.....	80
Figura 46 Registro: 6.76 Vdc	81
Figura 47 Registro: 0.18 mA	81
Figura 48 Registro: 1612 luxes.....	82
Figura 49 Registro: 9.09 Vdc	82
Figura 50 Registro: 0.52 mA	82
Figura 51 Matrices espejo de los paneles solares	86
Figura 52 Cara posterior del espejo con perforaciones.....	87
Figura 53 Cara anterior (frontal) del espejo. con las perforaciones	87
Figura 54 Vista posterior de los paneles de luces led y solar	88
Figura 55 Panel de luces led visto por su parte frontal.....	88
Figura 56 Vista frontal de la celda fotovoltaica principal	89
Figura 57 Conjunto de paneles solares e iluminación led	89
Figura 58 Prueba del encendido y óptimo funcionamiento	90

Figura 59	Conjunto de guías.....	90
Figura 60	Módulos generadores sobre estructura de pruebas.....	91
Figura 61	Vista superior de módulos generadores de electricidad.....	91
Figura 62	Vista inferior de los módulos	92
Figura 63	Vista frontal de los módulos	92
Figura 64	Vista superior del prototipo ensamblado	93
Figura 65	Vista lateral de los módulos	94
Figura 66	Vista frontal de los módulos	94
Figura 67	Prototipo en etapa de pruebas en recinto oscuro.....	96
Figura 68	Vista superior del prototipo con datos del multímetro.....	96
Figura 69	Voltaje de los módulos generadores de la electricidad.....	98
Figura 70	Registro de los miliamperios-módulo principal.....	98
Figura 71	Vista frontal en caja de aislamiento.....	99
Figura 72	Prototipo encendido en caja de aislamiento.....	99
Figura 73	Conectores de alimentación eléctrica externa.....	100
Figura 74	Medición inicial de carga eléctrica.....	100
Figura 75	Datos voltaje de batería de litio.....	102
Figura 76	Datos amperaje del generador.....	102
Figura 77	Módulo cargador integrado al sistema	103
Figura 78	Módulo TP4056, conectado al sistema	104
Figura 79	Inducidos para construir el ladrón de julios.....	105
Figura 80	Ladrón de julios integrado al sistema.....	106
Figura 81	Datos con ladrón de julios integrado al sistema.....	107
Figura 82	Registro de miliAmperios	107

1 PRESENTACIÓN

«El principal problema con la energía solar en la superficie de la Tierra es que es tan intermitente, y aún no tenemos un almacenamiento decente». **Stewart Brand.**

En la medida que avanzan los desarrollos tecnológicos en el área de las comunicaciones y de todas aquellas tecnologías concebidas para ser adaptadas a la vida diaria; se ha visto la necesidad de generar mayores volúmenes de electricidad, sin importar muchas veces su fuente: plantas nucleares, centrales termoeléctricas y generadores diésel, y algunas más contaminantes como los acumuladores (baterías); la contaminación ambiental no es menor, razón por la cual se requieren otras fuentes productoras de energía eléctrica limpia, donde su eficiencia, costo de producción, sustentabilidad y portabilidad, garanticen un verdadero compromiso del hombre con el medio ambiente, sin dejar de satisfacer las necesidades de consumo que demanden las innovaciones y tecnologías que cada día le son más útiles.

La concepción del uso de paneles fotovoltaicos en presencia de la luz solar, ha sido una solución a los problemas energéticos sobre todo en lugares apartados de la geografía, donde es prácticamente imposible el acceso al servicio; se puede afirmar que esta forma de obtener electricidad aún se encuentra en etapas incipientes de desarrollo, pues aún no se han podido superar escollos como la puesta del sol o la eficacia de la incidencia de su radiación lumínica, dependiendo altamente de la calidad de las baterías para almacenar la electricidad producida, lo que aumenta significativamente los costos de su uso.

El propósito de este proyecto es construir de manera experimental, un dispositivo generador de energía eléctrica que permita demostrar la eficiencia de las celdas solares cuando se encuentren sometidas a intensidad luminosa artificial, aprovechando la cualidad fotovoltaica de los paneles, de manera que estos funcionen en un ambiente diferente: totalmente encerrados, aislados de la luz solar.

Al lograrse este funcionamiento, con una adecuada eficiencia, se beneficiará a muchas personas, brindándoles una fuente de electricidad a un costo muy económico, siempre y

cuando los componentes del generador no se desgasten; se podrá obtener electricidad de manera libre y constante, además, al lograr que los cuadros solares funcionen de una manera diferente para la que fueron concebidos; se podrá desplegar un abanico muy variado de usos para este generador eléctrico. Se estima, un funcionamiento durante las 24 horas del día, en cualquier región geográfica.

La versatilidad para el transporte y la adaptación en múltiples usos de acuerdo a las necesidades del usuario, podrían hacer del dispositivo generador, un equipo diferencial entre los que producen electricidad, por sus características de independencia lumínica y disponibilidad, sin necesidad de conexión a otro sistema alimentador.

Varios de los componentes principales para el desarrollo del prototipo, son paneles solares. La luz artificial que se utilizará para excitar la reacción electrónica de los paneles, será provista por diodos led, los cuales según Bolaños (2009) son dispositivos semiconductores que pueden generar luz, al conducir energía eléctrica a través de ellos.

Este generador eléctrico será un sistema conformado principalmente por paneles solares de entre 1 y 12 voltios, diodos led de entre 1.7 y 3.4 voltios, y otros elementos o componentes electrónicos que complementan activamente el dispositivo.

En la Maestría de Creatividad e Innovación en las Organizaciones de la Universidad Autónoma de Manizales, el autor retoma una antigua idea propia, sobre la posibilidad de construir un prototipo cuya principal fuente energética fueran paneles solares, alimentados no por radiación solar como comúnmente operan, sino por luz artificial, generada por las mismas celdas fotovoltaicas. Este proyecto enmarca en sí mismo, la esencia que personifica a la creatividad y a la innovación contempladas en el aula y enmarcadas en antiguos conocimientos de quienes pretendieron generar nuevas iniciativas, esta propuesta en sí, pretende representar en sus atributos físicos a la disrupción, al pensamiento lateral e imaginativo que puede dar nuevas respuestas al conocido sistema racional y lógico, con la rebeldía de quienes se atreven a buscar alternativas para resolver un problema.

La pertinencia del proyecto con el concepto de creatividad, la cual, según (Chacón, 2005, p.3.) “Las orientaciones que enmarcan la creatividad, la definen principalmente en tres líneas de trabajo. Primero, como un proceso, luego como un producto, enfatizando en la persona creativa, y tercero, como una combinación de factores.”, está relacionada con la concepción de la misma, donde aspectos como la imaginación, el ingenio o la novedad están inmersos en él. No podría pensarse en el desarrollo de esta idea si no fuera porque existen éstos y otros componentes relacionados con ella, siendo tales factores determinantes para su materialización. Pero la creatividad, desde otro tipo de concepción -según E. Bono-, relacionada con las diferentes manifestaciones artísticas, es algo maravilloso, místico donde se espera inspiración. Sin embargo, cuando se aprecia desde otras perspectivas, más de carácter técnico y de desarrollo, su concepción cambia radicalmente.

“Para poder hacer pleno uso de la creatividad es preciso extirparle ese halo místico y considerarla como un modo de emplear la mente y manejar información. Tal es la función del pensamiento lateral” (De Bono, 2000, p. 8). Es en este tipo de pensamiento donde se incuban y llevan a cabo ideas como la propuesta de este generador eléctrico. El pensamiento lateral es disruptivo, sigue su instinto basado en la creencia que, por ese otro camino, es por el que se presenta; a veces irregular, sombrío y empinado, también se puede llegar donde la mente lo concibe, y el pensamiento vertical quizás lo vea como imposible o imprudente.

Y si de innovación se trata, se puede apreciar la amplia cabida que en este proyecto, tiene la definición encontrada en el Manual de Oslo (OCDE, 2005) citado por Robayo (2016), el cual la define como “la introducción de un nuevo, o significativamente mejorado, producto (bien o servicio), de un proceso, de un nuevo método organizativo o de comercialización, en las prácticas internas de la empresa, la organización del lugar del trabajo o las relaciones exteriores.” (p. 127).

En consecuencia con esta definición, el dispositivo generador de energía eléctrica eficiente mediante paneles solares y luz artificial, se convierte en un producto compuesto por piezas que aunque inicialmente su función es absolutamente otra, (en el caso de los paneles solares

que toman la radiación del sol y la convierten en energía eléctrica), varían su principio operativo al ser usados con una luz artificial, independiente de la luz solar; con la efectividad de funcionar tanto en el día como en la más absoluta oscuridad nocturna. Los diodos led son componentes que están concebidos para generar iluminación artificial; en esta oportunidad el uso que se les dará será generar luz que sólo estará disponible para activar la reacción fotovoltaica de los cuadros solares en medio de una absoluta oscuridad.

Nikola Tesla, es el genio sin precedentes en materia de tecnologías, principalmente las que están relacionadas con la electricidad; se le considera el padre de la actual energía eléctrica; olvidado por muchos en el presente y vilipendiado por otros tantos en su tiempo; generó envidias y mucho miedo con el impacto económico que podrían llegar a tener sus ideas; uno de sus conflictos más trascendentales y famoso, fue el que sostuvo con Thomas Alva Edison en la llamada “guerra de las energías”, donde Edison defendía las cualidades de su energía continua y Tesla manifestaba que el presente y futuro serían de la energía alterna.

En estas posturas, Tesla sigue demostrando que tenía razón. Entre muchas de sus ideas, Tesla deseaba: “desarrollar un transmisor de gran potencia, perfeccionar los medios para individualizar y aislar la potencia transmitida y determinar las leyes de propagación de las corrientes sobre la tierra y la atmosfera” (Muñoz, s.f). A este proyecto, a través del cual se podría enviar energía eléctrica gratis alrededor del mundo, a muy bajo costo, sin la necesidad de cables, se le llamó: “La Torre de Wardencllyffe”.

2 ANTECEDENTES

Dentro de las energías sustentables, la generada por el sol “puede ser la mejor opción para el futuro de la humanidad, porque es el recurso más abundante de energía renovable” (Salamanca, 2017, p. 264).

La energía sustentable transformada de diferentes maneras, de acuerdo a las necesidades de los usuarios, se constituye en una de las alternativas energéticas más viables, con futuro y con un potencial que aún no alcanzamos a visualizar, por ello en la actualidad, sólo existen los paneles solares como herramienta para transformar la luz solar en energía eléctrica. Dichos elementos también son llamados “celdas fotovoltaicas, estos dispositivos formados por metales sensibles a la luz desprenden electrones cuando los rayos de luz inciden sobre ellos, generando energía eléctrica” (Arencibia, 2016, p. 2).

De la anterior descripción existen grandes ventajas que se citan a continuación y que corresponden al principio de paneles solares excitados sólo por la luz natural:

La energía solar es completamente gratuita y renovable y una vez cubiertos los costos iniciales de los paneles solares, no necesitará gastar un centavo en la electricidad que producen. Además, se reduce la huella de carbono, ya que es totalmente verde y renovable.

“Los usuarios de energía solar ahorran, anualmente, hasta 75 millones de barriles de petróleo y 35 millones de toneladas de dióxido de carbono”. Ramírez et al. (2021). Además, se puede aprovechar una gran cantidad de energía del sol: en solo una hora, la Tierra recibe más energía de la que consumiría en todo un año (aproximadamente 120 teravatios).

Los paneles solares contienen células solares, también conocidas como células fotovoltaicas, hechas de semiconductores (como el silicio) que convierten la luz solar en electricidad. Cuando la luz incide en las células, los electrones se separan de sus átomos y fluyen a través de la célula, generando electricidad.

Hoy en día, las células solares contenidas en instalaciones domésticas pueden convertir alrededor del 20% de la luz solar que reciben en electricidad, mientras que algunos sistemas comerciales pueden alcanzar el 40% de la denominada eficiencia solar. Sin embargo, la tecnología avanza rápidamente y se espera que la eficiencia solar crezca en consecuencia, mientras que los precios bajan.

Los paneles fotovoltaicos (fotovoltaicos solares) convierten la luz solar en electricidad, mientras que los paneles solares térmicos calientan el agua al absorber el calor del sol y se pueden utilizar para calentar casas o piscinas.

El costo de instalación de paneles solares no debe sobreestimarse, porque aunque los precios son altos, el período de recuperación es bastante corto debido a los ahorros en las facturas de electricidad y las ayudas gubernamentales. Las casas equipadas con paneles solares se venden más rápido y a un precio más alto que las que no los tienen. Una vez instalado, casi no se requiere mantenimiento del panel solar. Solo tendrás que asegurarte de que estén limpias y no tengan sombra de nada. Un techo inclinado requerirá menos limpieza, ya que la lluvia ayuda a eliminar la suciedad. Además, los paneles solares tienen una vida útil muy larga. Tienen una garantía estándar de 25 años, pero pueden durar hasta 30-40 años.

Los paneles solares no necesitan luz solar directa para funcionar.

Aunque se alcanza la máxima eficiencia cuando brilla el sol, la electricidad se sigue produciendo en los días nublados y durante el invierno. Por otro lado, no se puede producir electricidad por la noche, pero un sistema de almacenamiento puede solucionar este problema. El costo del sistema de almacenamiento de baterías solares se puede pagar vendiendo el exceso de energía a la red nacional y con el beneficio de hacerlo 100% independiente de la energía. Aún debe considerar que los paneles solares producen electricidad gratis durante el día, que es cuando es más caro y, por lo tanto, más valioso.

Los paneles solares no funcionan mejor en climas más cálidos. Esto se debe a que las células solares aprovechan la luz solar y no el calor, y su eficiencia disminuye con las altas temperaturas.

Los paneles solares se pueden utilizar en cualquier tipo de edificio, carretera, puente e incluso naves espaciales y satélites. La energía solar se

Los automóviles y barcos de próxima generación se están actualizando a la energía solar. Las áreas grandes y vacías se utilizan cada vez más para albergar granjas solares. El más grande se encuentra en el desierto de Mojave en California y genera el 90% de la energía solar producida comercialmente en el mundo.

Aunque los paneles solares alcanzan la máxima eficiencia cuando brilla el sol, la electricidad se sigue produciendo en los días nublados y durante el invierno; pero como punto en contra de este tipo de tecnología, se encuentra que no se puede producir electricidad por la noche, aunque algún tipo de sistema de almacenamiento puede solucionar este inconveniente, problemática que desea abordar este proyecto; por lo tanto se citan a continuación algunos antecedentes que brindan información de dispositivos, con la capacidad de generar electricidad, por el principio de paneles solares excitados sólo por la luz artificial (generación a partir de otro dispositivo lumínico artificial).

2.1 REFERENTES NACIONALES E INTERNACIONALES DE INVESTIGACIÓN

A nivel internacional existe un referente teórico de investigación que se aproxima al proyecto, pero su consecución no es con paneles solares, sino con imanes, es una tesis de maestría en investigación, realizada en México por Fonseca Ruiz (2017) *denominada* “¿Energía libre? motor magnético impulsado por imanes permanentes”, cuyo objetivo en el momento, era demostrar que un motor no puede ser impulsado utilizando únicamente la energía magnética de imanes permanentes, recomendando así el uso de un dispositivo complementario al sistema, cuya finalidad fuera lograr transformar la energía mecánica que

tenía de salida para convertirla en energía eléctrica, además de colocarle un sistema para hacer que el torque negativo que se genere al final del ciclo disminuya, sin afectar la intensidad del torque positivo; de esta manera se optimizaría el giro del motor, haciendo que éste pueda alcanzar más ciclos con la misma energía de arranque generando eficiencia en el sistema. La investigación de Fonseca es muy interesante a la hora de considerar el desarrollo de este proyecto. Los resultados de sus experimentos demostraron que este tipo de motores, por el momento, no eran viables y se convierten en datos que refutan múltiples fuentes de información, principalmente las generadas por las plataformas para subir y compartir vídeos creados por usuarios, la gran mayoría adoleciendo de teoría científica y técnica; estos medios hacen creer a los incautos que esta clase de aparatos son reales. Al iniciar la concepción de este proyecto, se realiza con la convicción que la idea tiene argumentos sólidos y que en teoría, debería de funcionar, no obstante, el aporte de Fonseca invita a la medida y a contemplar también la posibilidad que los resultados no sean los esperados.

Como conclusión, el autor refiere que no se logró conseguir un giro completo del rotor utilizando únicamente la energía de los imanes; variando la cantidad de imanes y posición de los rotores logró disminuir la fuerza de torque negativo que impedía al sistema completar el ciclo, pero a su vez también disminuía el torque positivo, en conclusión, la energía que se le da al sistema se pierde sin obtener energía de los imanes.

Fonseca Ortega (2017) presenta un trabajo de grado para obtener el título de ingeniero electrónico en la universidad San Francisco de Quito, la cual hace referencia a la “Implementación de un circuito de cosecha y almacenamiento de energía eléctrica producida por celdas microbianas”, Este proyecto trata del diseño e implementación de un circuito de cosecha, almacenamiento y control de energía producida por las celdas de combustible microbiano. El circuito de cosecha es un circuito de tipo “Joule Thief” en el cual el voltaje es elevado mientras que el circuito de almacenamiento consiste en super capacitores. Finalmente, el circuito de control de la energía es el encargado de entregar la corriente estabilizada al dispositivo final (teléfono inteligente, iPod, etc). El circuito ha sido diseñado y testado usando una pequeña celda de una sola cámara (300 ml) en las que

se obtuvieron las curvas de polarización y potencia, así como las curvas de estabilización; de estos resultados se trabajó en un número de celdas pequeñas para realizar un arreglo para obtener la carga de un iPhone y un iPod y tiene como conclusión final que el circuito “Joule Thief” no es lo más recomendable, por lo que lo ideal sería realizar un circuito “Boost Converter” con un circuito de conmutación que no afecte al desempeño del sistema. También se puede mandar a hacer el circuito con componentes integrados que consuman menos energía y sean más eficaces. Se debe también de mejorar el circuito de control de carga ya que éste también nos genera pérdidas debido a los puentes divisores de tensión y el transistor que se utiliza en el circuito comparador. Esto incluye realizar un estudio del sistema de administración de carga interno que utilizan los celulares para desarrollar de mejor manera el sistema de control de carga. Este trabajo abre las puertas para aplicaciones más avanzadas, como plantas de tratamiento de aguas residuales, donde la electricidad puede ser extraída durante este proceso.

Fonseca (2017) no recomienda el uso del “Joule Thief” (Ladrón de Julios); a pesar de ello lo utiliza en su circuito de cosecha y almacenamiento de energía eléctrica, buscando potenciar los bajos voltajes transformándolos en niveles mayores para poder aprovecharlos adecuadamente; a diferencia del uso que hace Fonseca en su proyecto, el “Generador de Energía Eléctrica Eficiente Mediante Paneles Solares y Luz Artificial” retoma el principio del ladrón de Julios sólo cuando los niveles de descarga de la batería de Litio lo ameriten. Se aclara que al igual que Fonseca en su investigación, el proyecto del generador de electricidad a través de paneles solares y luz artificial, busca encontrar una nueva forma de obtener esta energía.

vila, Gutiérrez, Tapia y Araoz (2020) realizaron en México una investigación denominada “Modelado de un motor Stirling de pistón libre de 1kW: Oportunidad para la producción de electricidad sostenible”, Como parte de las muchas alternativas para el desarrollo de nuevos métodos para la transformación de energía sostenible, el motor Stirling se distingue por las características de un motor de combustión externa, con muchas ventajas. Estos motores se pueden activar con calor, lo que representa una opción adicional para el uso de energía renovable. El motor de pistón libre Stirling (FPSE) es especial debido a la eliminación de

todos los mecanismos de desgaste de un motor cinemático típico de Stirling. Un dispositivo de almacenamiento mecánico lineal reemplaza el dispositivo de manivela del cinemático, lo que hace posible una larga vida útil, una mayor eficiencia y un mantenimiento nulo. Este documento presenta un modelo teórico de un motor Stirling de pistón libre (MSPL) basado en un análisis dinámico y térmico. Como el núcleo del estudio, el “análisis de primer orden” de la máquina térmica se implementa tomando algunas suposiciones ideales; una técnica de computación evolutiva se presenta como una solución factible para encontrar parámetros de diseño correctos y funcionales. Para la parte dinámica, el modelo matemático se obtiene a través de balances de energía, y luego se implementa un estudio de estabilidad para asegurar las oscilaciones de la máquina. Los resultados incluyen varios casos, que ofrecen parámetros como el área del cilindro y la varilla, la temperatura del enfriador, la temperatura del calentador, la masa del pistón y del desplazador, la rigidez del pistón y del desplazador, el ángulo de fase, la frecuencia y la potencia. Es fundamental tener en cuenta la sensibilidad del sistema y, por lo tanto, es esencial aplicar un análisis de estabilidad para comprender completamente el comportamiento de esta máquina térmica. Los resultados se comparan en términos de error calculado considerando el análisis de primer orden y el estudio de estabilidad desarrollado con el análisis de Schmidt. Ávila, Gutiérrez, Tapia y Araoz (2020) en su experimento con el motor Stirling, logran encender un diodo led con el apoyo de un Ladrón de Julios al motor. Este resultado ratifica la inclusión del ladrón de julios como un componente fundamental, al proyecto “Dispositivo Generador de Energía Eléctrica Eficiente Mediante Paneles Solares y Luz Artificial”.

Al igual que en la búsqueda de Ávila, Gutiérrez, Tapia y Araoz, la investigación “Dispositivo Generador de Energía Eléctrica Eficiente Mediante Paneles Solares y Luz Artificial”, procura la obtención de energía limpia y renovable. Estas fuentes de energía generalmente no son atractivas porque extraer electricidad de ellas es difícil y poco provechoso -al menos por el momento-. Pero el hecho que -actualmente- existan tantas dificultades para obtener esta energía, cuando se trata de hacerlo por métodos alternativos y novedosos, no significa que no se pueda; por el contrario, esfuerzos como los que realizan estos investigadores a través del motor Stirling con el Ladrón de julios, motiva a muchos

otros que buscan lograr el mismo objetivo pero por caminos diferentes, como lo es el caso de esta investigación.

El medio BBC NEWS MUNDO (2019), hace referencia a las investigaciones realizadas por dos equipos de científicos que, de manera separada, busca cada uno lograr obtener electricidad a través de paneles fotovoltaicos con luz ambiental (artificial), el primero: “Aquí es donde entran las celdas solares orgánicas de uso interior, desarrolladas conjuntamente por científicos de la Academia de Ciencias de China y de la Universidad de Linköping, Suecia”. Y, el segundo: a través de un radiador de aluminio para extraer electricidad de la oscuridad nocturna: “Este dispositivo puede generar electricidad de noche, cuando las células solares no funcionan”, comentó el investigador y primer autor del estudio Aaswath Raman, quien enfatiza en que «Además de la iluminación, creemos que esta podría ser una aproximación para generar energía en lugares remotos, y en cualquier lugar donde haga falta obtener electricidad durante la noche». ABC Ciencia (2019).

En similar línea de investigación (aprovechamiento de la luz artificial para generar electricidad), están trabajando investigadores japoneses de la universidad de Kyushu en Japón, según advierte Xataca (2019); en su investigación han logrado desarrollar una nueva tecnología “Organic Photovoltaics (OPVs) que promete revolucionar el sector de la captación energética dentro del hogar y en general en entornos cerrados en los que no llega la luz del sol, pero sí existe luz artificial” (Rodríguez, 2019).

Científicos de la universidad de Stanford, combinando tecnologías existentes y nuevas, han logrado aprovechar el enfriamiento radiactivo como fuente, para la generación termoeléctrica, evidentemente utilizando paneles que pueden producir 2,2 watios por metro cuadrado, lo que multiplica otros resultados previos por 120 sin utilizar una fuente de energía externa” Yanes (2020).

Con respecto a referentes teóricos de investigación a nivel nacional, se encuentra un trabajo de investigación desarrollado en Bogotá y que fue realizado para optar el título de

Magister en física, Murillo (2017) presenta la “Caracterización experimental de transductores energéticos como inducción al uso racional de la energía” donde el objetivo principal de esta práctica era medir la cantidad de energía eléctrica que puede producir el Motor de Stirling acoplado a un generador eléctrico; para dicho fin se utilizó un motor eléctrico de corriente continua, al cual se acoplo al motor de Stirling, usando una polea de diámetro similar al del volante del motor; al entrar en funcionamiento, el motor de Stirling, hace girar la polea dando al motor eléctrico movimiento que se transforma en energía eléctrica; el proyecto de investigación expone que se caracterizaron dos transductores energéticos con la finalidad de conocer sus alcances y limitaciones en el uso racional de la energía; el primer transductor con el que se trabajó fue el motor de Stirling, al que inicialmente se le midió la energía que se le suministra para su funcionamiento, posteriormente se evaluó la energía mecánica que se puede obtener de éste, para ello se usó el programa de laboratorio TRACKER, que permitió encontrar las gráficas de velocidad, posición y aceleración de diferentes masas, que fueron conectadas al motor por medio de un mecanismo de poleas; una vez que se obtuvo la energía mecánica que es capaz de brindar el motor, se midió la energía eléctrica que éste puede ofrecer, para ello fue necesario acoplar un motor eléctrico y elaborar un circuito conocido con el nombre de “ladron de Julios” que permitió extraer la energía utilizable para encender un LED.

Una vez que se realizó el montaje anterior, se calculó la eficiencia del motor, tanto en energía eléctrica como en energía mecánica; posteriormente se realizó un protocolo de laboratorio, para aprovechar de forma óptima los beneficios que puede ofrecer el motor de Stirling en un contexto académico con finalidad en la enseñanza; el segundo transductor que se caracterizó, fue el PEMPower 1- Eco, el cual consta de una celda solar, un electrolizador y finalmente la llamada celda de combustible; cada una de éstas es capaz de convertir energía solar y energía química, en energía eléctrica; en el laboratorio se inició con la caracterización voltaje- corriente de la celda solar; posteriormente se realizó la caracterización corriente – voltaje del electrolizador con la finalidad de producir hidrógeno y poder comprobar así la primera ley de Faraday. Por último, se realizó la caracterización corriente – voltaje para la celda de combustible, calculando la eficiencia de ésta a partir de

la primera ley de Faraday. Siguiendo la secuencia realizada en el motor de Stirling, se diseñó material didáctico con propósito ilustrativo, importante para el proceso de aprendizaje de estudiantes en las ciencias básicas, a nivel de ingeniería y del departamento de física, de manera que ellos puedan encontrar el máximo provecho de estos equipos en el laboratorio y poder así cuantificar la energía.

Como conclusión la autora afirma con respecto a la caracterización de los dispositivos del motor de Stirling, que el aparato caracterizado en el laboratorio no es de fácil manejo y se dificulta a veces dar inicio de movimiento, debido a que no tiene un sistema de refrigeración por agua, sino únicamente por aire con lo que se puede evidenciar una baja eficiencia; para el caso del electrolizador, su eficiencia es buena según los resultados experimentales, sin embargo es de baja potencia, lo que implica que no es competitiva con otras formas de generación de energía.

Con el fin de profundizar en el tema y visualizar la importancia de las energías renovables y por consiguiente la creación del prototipo cuasi-experimental y el desarrollo de este proyecto, se presentan otros trabajos de investigación realizados para proporcionar información que permitan el desarrollo de la misma.

Romero y Bolaños (2016) elaboraron en Bogotá, el proyecto de grado denominado “Sistema de suministro energético de respaldo basado en energías renovables y en sistemas de automatización comerciales para viviendas estándar”, con el cual pretendían diseñar e implementar un sistema de suministro energético de respaldo basado en energías renovables el cual, de soporte a una vivienda estándar de acuerdo al establecimiento de circuitos prioritarios junto con sistema de automatización, dedicado al monitoreo del consumo energético. La línea de investigación por la cual guiaron el proyecto fue Energía renovable y Proyección Social y consistió en diseñar e implementar un sistema de suministro energético de respaldo basado en energías renovables y en sistemas de automatización comerciales; el cual provee de energía eléctrica a una vivienda estándar de acuerdo al establecimiento de circuitos prioritarios. Para el cual fue necesario conocer y evaluar la zona en la cual se desarrolló el proyecto pues permitió tener claro el tipo de

suministro alternativo que era más apropiado de implementar, se estaría hablando de sistemas eólicos, solares, bioenergía, energía geotérmica, etc. Para el caso particular se implementó un sistema de energía solar fotovoltaico. En casos residenciales es más común usar el suministro energético por medio solar por diversas razones, precio, espacio, recolección de energía, facilidad de manejo etc. es por eso que la iniciativa de desarrollo se inclinó más por esa opción.

El resultado que obtuvieron los autores del proyecto, es que al empezar el sistema eléctrico y electrónico se debe tener muy en cuenta tanto las tensiones de corriente y el voltaje a trabajar como el ambiente del lugar en el cual se va a realizar la instalación, en el sistema implementado se usó un cable reencauchado blindado de calibre 12, puesto que gracias a la humedad y altas temperaturas un cable reencauchado normal presentaría fallas de transmisión de corriente, además de presentar fallas físicas dentro del mismo y que en la implementación del sistema es necesario tener en cuenta que cada etapa de un sistema eléctrico debe tener un sistema de protección por breaker y fusible, en este caso se utilizaron en la etapa de conexión del panel solar, en la salida del inversor que como se sabe es el encargado de convertir la corriente DC en AC en este caso manejando 110V, el inversor nos proporciona dos salidas de 110V las cuales fueron distribuidas en el sistema de bombas de las piscina de la finca y en la línea de alimentación de la casa.

Los autores concluyeron que, para cumplir con los objetivos propuestos en el proyecto, es de vital importancia el diseño y dimensionamiento del sistema fotovoltaico, el cual, bajo los parámetros correctos conseguirá que la potencia y el porcentaje de protección sean óptimos y asegurar un funcionamiento correcto y eficaz de las diferentes cargas, sin que se tenga un exceso de voltaje; lo cual a futuro de seguro generara el buen funcionamiento del sistema fotovoltaico. Es claro que para el tipo de proyectos cuyo funcionamiento depende de las emisiones solares, el clima y el lugar donde se realiza el proyecto, son de vital importancia por ende se debe hacer hincapié en la escogencia de los dispositivos tanto principales, como lo son los paneles solares, como los secundarios entre los cuales se cuentan los cables, juntas, herramientas entre otros. Una vez que se tienen los estudios completos y se conocen las necesidades que se deben suplir, lo siguiente es solo individualizar cada uno de

los componentes del sistema para conseguir que su uso sea el más adecuado posible y cumpla con los requerimientos de los dispositivos enlazados con el sistema de energía solar en este caso particular, se refiere a los electrodomésticos que se encuentran en la vivienda estándar, la red eléctrica del hogar y por último una motobomba que fue un equipo adicional el cual tuvo que adecuarse para que funcionara con la energía provista por el sistema de suministro energético de respaldo basado en energías renovables.

Mejía y Montesino (2017) realizaron un trabajo de grado en Corozal Sucre, denominado “Uso de paneles solares como energía renovable para el abastecimiento de energía eléctrica”. Dicha investigación tuvo como objetivo principal es analizar el uso de paneles solares como energía renovable para el abastecimiento de energía eléctrica en Colombia a partir de los avances tecnológicos que en la actualidad se han desarrollado a nivel mundial, los autores concluyen que la energía renovable es una alternativa no convencional que a través de la aplicación de políticas públicas, programas o proyectos puede convertirse en una opción hacia un desarrollo sostenible para el país, es por esto que Colombia no se encuentra entre los países que ha tenido avances significativos en esta materia, donde los pasos que ha dado han sido mínimos, y sólo en los últimos años es que se ha vuelto viable en los salones del congreso las políticas enfocadas al medio ambiente y al desarrollo sostenible con el uso de fuentes renovables. Colombia está enfocado en la exportación de hidrocarburos, estos a su vez son los que representan un aporte significativo dentro del producto interno bruto, sin embargo, los productos terminados son los que compran a otros países y exporta materias primas, aspecto que poco a poco va reduciendo la capacidad instalada del país en cuanto a desarrollo sostenible. Para terminar, recomiendan el uso de nuevos mecanismos a través de políticas públicas en el país, donde se pueda educar y mejorar la conciencia ambiental en cuanto al uso cotidiano para el mejoramiento de la calidad de vida; identificando que la implementación de curso online gratis en Colombia, acompañados de capitales semillas para el uso de paneles solares es un excelente mecanismo de gestión pública. También se recomienda el uso de paneles solares como estrategia innovadora desde lo tecnológico, social y cultural, esto logrará impulsar una optimización, mejoramiento y desarrollo al país.

Caldas, Gutiérrez y Peña (2017) desarrollaron en Villavicencio una investigación denominada “diseño e implementación de un sistema solar fotovoltaico para la generación de energía eléctrica con potencia activa de 1 kw”, cuyo objetivo principal era implementar un sistema Solar fotovoltaico para la generación de energía eléctrica con potencia de 1 KW. La metodología utilizada por los autores fue la elaboración de una matriz de valoración de impactos puesto que esta metodología cuantitativa permite acentuar trazos característicos deseables y necesarios, ya que es una metodología bidimensional que relaciona el medio con los impactos ambientales. Los resultado que obtuvieron con la instalación del sistema solar fotovoltaico, es que se logra de manera eficiente contribuir en el desarrollo del laboratorio de ingeniería civil de la universidad cooperativa sede Villavicencio, brindando la implementación de sistemas de producción de energías limpias a través del uso de los paneles solares, contribuyendo así con el medio ambiente y el desarrollo de la universidad mediante el ahorro de energía eléctrica, reduciendo costos y siendo un ejemplo a seguir para los estudiantes a implementar nuevas tecnologías tercermundistas. Los autores concluyen que realizado los cálculos se pudo establecer que los equipos utilizados (paneles, batería, inversor, temporizador y controlador) son los adecuados para el suministro de energía requeridos para las instalaciones del laboratorio de la Universidad Cooperativa de Colombia sede Villavicencio y que el sistema implementado, permite la generación de energía eléctrica de manera no convencional con la implementación Energía solar Fotovoltaico.

3 **ÁREA PROBLEMÁTICA Y PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN**

La forma de producir energía eléctrica, ha generado en la mayoría de los casos, un impacto negativo en el medio ambiente, ya sea por fallas humanas o técnicas como es el caso del accidente nuclear producido en Chernóbil el 26 de abril de 1986 conocida como “la catástrofe tecnológica más importante y de mayor alcance de la historia de la humanidad” (Greenpeace, 2006, p. 4), donde muchas personas sufrieron las consecuencias y en la actualidad, después de 30 años del suceso, se sigue observando el deterioro en la salud de aquellos que estuvieron expuestos a las radiaciones y donde los sobrevivientes aún recuerdan con tristeza y dolor, la forma en que tuvieron que abandonar su ciudad, como lo narra (Alexiévich, 2015, p. 323 citado por Agüero 2017) “Todos tenemos los mismos recuerdos, compartimos la misma suerte. En cambio, en todas partes, en cualquier otro lugar, somos unos extraños. Unos apestados. Ya nos hemos acostumbrado a que nos llamen «gente de Chernóbil», «evacuados de Chernóbil»”. La fisión nuclear, mientras no se pierda el control, es una manera muy limpia para producir electricidad, pero si llegara a ocurrir el desastre, entonces las afectaciones serían incalculables.

En esa búsqueda incesante y permanente, el hombre ha hallado formas diferentes de energía que le han permitido sobrevivir individual y colectivamente para conformar una sociedad. Pero esas maneras de multiplicar sus fuerzas, además de haberle servido para evolucionar como especie y transformar todo lo que tiene a su alcance, también le ha significado cambios que terminaron convertidos en la degradación del medio ambiente, guerras, holocaustos, enfermedades y desesperanza, con un futuro incierto por el impacto que algunas de las energías, principalmente aquellas de origen fósil (el carbón, el gas natural y el petróleo), han producido a través de siglos de uso indiscriminado, según el Ministerio de Salud de Colombia (2017):

La contaminación del aire por uso de combustibles sólidos y fósiles en Colombia, causó 3 muertes por cada 100.000 habitantes en niños y niñas menores de 5 años de acuerdo a los datos reportados por el Estudio de Carga Global de la Enfermedad para 2013. Las infecciones respiratorias bajas son una de las principales causas de

mortalidad en el país en menores de 5 años y se estima que un 7,48% del total de muertes se pueden atribuir al uso de combustibles sólidos. Así mismo, la contaminación del aire por uso de combustibles sólidos y fósiles, también tiene un alto impacto sobre la discapacidad temprana en toda la población, en particular en población adulta; la fracción atribuible por el uso de combustibles sólidos es de un 18,3% para la Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica (EPOC), de un 7,9% para Cáncer de pulmón, 7,48% para infecciones respiratorias bajas (IRAB), 7,21% para enfermedad cerebrovascular y 5,51% para enfermedad coronaria. (p.10).

La información anterior, invita a conocer la dramática realidad que está aniquilando paulatinamente a la raza humana, empezando por su población más vulnerable, los niños. Si no se protegen los niños y se siguen exponiendo a un medio contaminado o se les impide vivir en un entorno saludable y necesario para su desarrollo, entonces ¿qué será de la humanidad en el futuro?

Ahora, cuando estamos iniciando la tercera década del siglo XXI, son diversas las investigaciones que pugnan por la generación de energías alternativas, económicas, amigables y sustentables con el medio ambiente. Dentro de esta búsqueda, se concita un particular interés en lograr desarrollar tecnologías, que sean generadores de energía eléctrica a un bajo costo, de manera eficiente y que sea asequible a zonas donde ésta no llega.

Además, entre las mayores dificultades en su uso, con la mayoría de artefactos electrónicos, es que dependen de una constante fuente de suministro eléctrico para poder funcionar y esa fuente, generalmente, son baterías desechables o recargables, y cuando no, se requiere una alimentación directa a la red eléctrica domiciliaria. Cuando se agotan las baterías desechables o la recarga, el sistema deja de funcionar hasta que la carga de energía sea suplida nuevamente, dejando sin energía equipos como los computadores, celulares, sistemas portables de comunicación; creando dificultades para la vida cotidiana de las personas, la economía, el desarrollo y la propia evolución de los sistemas afectados, que si

bien son a nivel individual, suelen ocasionar pérdidas cuantificables y significativas en el desempeño laboral y en la comunicación digital.

(Espiner, 2018) refiere que “Aunque alrededor de 176 países tienen ahora una política de energía limpia, el mundo todavía depende en gran medida del petróleo, el gas y el carbón”. Esto conlleva a la necesidad de crear un artefacto que supla de manera renovable la demanda de energía, sin seguir provocando el deterioro medioambiental por el uso de combustibles fósiles.

A medida que la población mundial se expanda y aumente, la necesidad energética también lo hará, “se cree que para 2040 la demanda aumentará más en India, China y África” (Espiner, 2018), la idea es innovar con las energías renovables, buscar que se extienda la capacidad de dichas energías, en especial, para que aquellos países en desarrollo, pues según las Naciones Unidas en la Convención Marco sobre el Cambio Climático (2015) afirma lo siguiente:

El cambio climático representa una amenaza apremiante y con efectos potencialmente irreversibles para las sociedades humanas y el planeta y, por lo tanto, exige la cooperación más amplia posible de todos los países y su participación en una respuesta internacional efectiva y apropiada, con miras a acelerar la reducción de las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero.

Para dar una respuesta eficaz y a largo plazo al cambio climático y promover el crecimiento económico y el desarrollo sostenible es indispensable posibilitar, alentar y acelerar la innovación. (p. 32)

¿Cuál es la eficiencia de un dispositivo generador de energía eléctrica, cuyo principio de conversión sea mediante paneles solares y fuente de generación la luz artificial, teniendo como referentes los dispositivos tradicionales de generación eléctrica solar?

4 JUSTIFICACIÓN

Este proyecto cuasi-experimental, tiene como fin el diseño y la elaboración de un prototipo que permita generar electricidad con el mínimo daño ambiental, ya que la demanda eléctrica en el mundo es cada vez mayor, y los mecanismos para conseguirla siguen deteriorando el medio ambiente, de esta manera se reduce el impacto negativo causado por la energía no renovable.

Sin distinción alguna, la humanidad siempre ha necesitado, ha buscado el control y la transformación de su entorno, según Dupas (1985, p. 42) “El dominio por parte del hombre de una energía no producida por sus músculos se remonta a decenas de miles de años”. Es, en principio, la utilización del fuego la que aporta el calor necesario para la cocción de los alimentos, para el endurecimiento de las puntas de las armas, para la alfarería, para la naciente metalurgia.

Los paneles solares son una buena opción para la consecución de energías eléctricas eco-amigables y requieren de la incidencia de la luz directa del sol para lograr la generación de electricidad; para los momentos nocturnos o cuando los días son muy grises o lluviosos, se debe acumular la energía en baterías; estos paneles, “son un conjunto de celdas fotovoltaicas conectadas entre sí, generando electricidad en corriente continua. Para su mejor aprovechamiento se busca orientarlas, teniendo en cuenta la ubicación y latitud, con el fin de obtener un mayor rendimiento” (Díaz & Diéz, 2007, p. 29). Pero presentan el agravante que son estáticos y no pueden llevarse de un lugar a otro fácilmente; y dependen de la luz incidente del sol.

El desarrollo de este proyecto cuasi-experimental, busca contribuir en la metodología de producción de electricidad a través de la luz artificial.

Desde el escenario creativo y teniendo en cuenta la concepción sobre creatividad (De Bono, 1991 como se cita en Campos, 2018, p. 170) la cual afirma que: “Esta tiene su origen en el

pensamiento lateral, el cual consiste en buscar una solución no convencional a un problema, ampliando el abanico de posibilidades a respuestas que la lógica generalmente ignoraría”.

Desde el anterior aspecto, junto con el extenso campo de la creatividad y la innovación, aunado con el interés empleado en esta propuesta de investigación, se centra el deseo de poder aplicar de manera práctica, las competencias, destrezas y habilidades adquiridas durante el trasegar por la maestría, aplicando los aprendizajes brindados en la misma, para la consecución de un resultado tangible y positivo.

La concepción de este proyecto permite abrir la posibilidad de crear un dispositivo para generar a través de paneles solares y luz artificial, energía eléctrica económica, eficiente, de fácil acceso a comunidades donde no es posible la obtención de este recurso tan indispensable en la vida del ser humano; esto sería oportuno, en especial en este momento histórico, en el cual el medio ambiente y la creación de artefactos eco-amigables, se están convirtiendo en la relación más responsable y viable para la vida presente y futura en el planeta; es así como mediante el acto de la creatividad, se presenta el proceso de generación de una idea que inspira a nuevas soluciones.

Este proyecto de investigación fue concebido de una manera estructurada, gracias al conocimiento que la maestría entrega al autor a través de cada una de las herramientas formativas. En los antecedentes de esta investigación se pueden evidenciar estudios que buscan el mismo objetivo, pero con tecnologías y caminos diferentes, por lo tanto es necesario considerar al menos en su esencia, que un dispositivo como el generador de energía eléctrica usando celdas solares, activadas sólo con luz artificial, conlleve a una novedad que posiblemente, pueda percibirse en el diseño del modelo experimental, “El objetivo de la maestría en creatividad e innovación en las organizaciones, es formar magísteres en creatividad e innovación que generen transformaciones al interior de las organizaciones” (UAM, 2015).

Como apología final, inherente a la creación de propuestas de investigación, la Maestría de Creatividad e Innovación en las Organizaciones, de la universidad Autónoma de Manizales,

busca estimular la creación a través propuestas de investigación, para producir transformaciones que permitan crear proyectos y desarrollar nuevas posibilidades de crecimiento, no sólo generando ingresos personales, sino motivando y originando oportunidades laborales que permitan evolucionar desde el ámbito científico y tecnológico.

Visto desde esta perspectiva, este proyecto permite orientar el estudio hacia el desarrollo de un prototipo experimental, con un uso operativo diferente de sistemas para los cuales fueron concebidos, y que buscan generar energía eléctrica, teniendo en cuenta la estructura y el rigor que brindan las competencias, destrezas y habilidades de la maestría.

5 REFERENTE TEÓRICO

Para el desarrollo de los objetivos de esta investigación, este marco teórico contempla la creatividad según Flanagan (1958):

La creatividad se muestra al dar existencia a algo novedoso. Lo esencial aquí está en la novedad y la no existencia previa de la idea o producto. La creatividad es demostrada inventando o descubriendo una solución a un problema y en la demostración de cualidades excepcionales en la solución del mismo.

La elaboración de este proyecto de investigación cuasi-experimental, pretendió comprobar si mediante la utilización de paneles solares y la luz artificial, existía la posibilidad de generar electricidad de manera sustentable, limpia, económica, transportable y permanente. Para su creación fue necesario diseñar y elaborar herramientas alternas a las usualmente conocidas, con el fin de explorar la creatividad, para producir energía, utilizando paneles solares, diodos led, ladrón de julios y batería de iones de litio.

5.1 CREATIVIDAD

Aproximaciones al concepto de Creatividad

“Desde las pinturas rupestres, la invención de la rueda, los acueductos romanos, entre otros ejemplos, la humanidad ha empleado la creatividad en la búsqueda de soluciones y como forma de expresión de la realidad que le circunda” (Morales, 2017, p. 54). En el escrito mencionado, se rinde honor a la creatividad como un concepto fundamental en el desarrollo de la humanidad. Así ha sido desde los albores mismos de la civilización, cuando el hombre empezó a construir la sociedad basado en sus necesidades, costumbres y supervivencia, entre otros.

El presente proyecto se enmarca dentro de la apreciación de Morales, pues se exploran alternativas de producción energética que brinden una solución a la actual demanda global de energía eléctrica, pero no porque sea insuficiente la que se produce actualmente, si no

por los medios con los cuales se consigue: recursos fósiles, no renovables y altamente contaminantes, entre otros. Con este proyecto cuasi-experimental se pretende innovar en la consecución eléctrica, única y exclusivamente a base de paneles solares y luz artificial, y de esta manera contribuir en parte, a la solución de la problemática ambiental.

“La presencia de un problema que requiere de la realización de cambios, suele ser el detonante más habitual de la puesta en marcha de un proceso creativo” (Feder, p.9). Es innegable la razón de esta apreciación del Fondo Europeo de Desarrollo Regional, pues es en la búsqueda de solucionar un problema, donde empieza la aventura de hallar caminos, herramientas, conceptos, posturas u otros mecanismos que permitan la solución a determinados asuntos o dificultades; en caso contrario y de manera fortuita, se vislumbran caminos que, aunque no lleven a dar solución al planteamiento inicial, posiblemente sirvan para solucionar otros.

Las apreciaciones de Feder, en su Manual de la creatividad Empresarial (Crea Business Idea), el cual fue concebido para los países de la Comunidad Europea, inspiran y motivan a la búsqueda y hallazgo de una solución que permita erradicar o entender mejor la naturaleza de la dificultad planteada. Debe existir una *Actitud Creativa* -según Feder- que permita apalancar esa idea disruptiva que se concibe, con todos sus recursos posibles: convicción, pensamiento divergente, visión, autoconfianza, perseverancia y fe; mucha fe en que, al final, por caminos no convencionales, será posible hallar esa solución. El desarrollo de este proyecto requiere todos los componentes posibles de una actitud creativa, una actitud que tenga la habilidad de recurrir a todas las perspectivas posibles para poder transformar una simple concepción mental en algo tangible y ponderable, principios fundamentales dentro de la concepción científica.

Desarrollar este proyecto supondrá un cúmulo de acciones creativas que van desde concebir la interacción de luces led y paneles solares, hasta la estructura que los sostendrá y los comunicará en cada uno de sus sistemas funcionales, donde lo anterior podría parecer sólo retórica, pero la realidad va mucho más allá: significa un paso a paso en cada eslabón de

este ensamblaje teórico-físico, con todos los retos, conocidos y desconocidos, que ello conlleva.

También, en esta amplitud de concepción que sobre la creatividad estructura Feder, se encuentra relación con uno de los objetivos de este propósito, que es el que hace referencia a la pretensión de contemplar al generador eléctrico como una posible innovación con proyección comercial, “La creatividad-herramienta, es decir, las técnicas específicas de generación de ideas son las que encajan de una manera más visible y sistematizada en los procesos de innovación” (p. 17).

“La creatividad no surge de manera rápida, suele ser parte de un largo proceso de búsqueda de soluciones a un problema o implantación de una mejora” (Carrasco et al., 2016. p. 39). Las personas poseen la capacidad de ser creativos, de esta manera generan ideas valiosas que conectan el conocimiento con el entorno, esto se hace de forma indefinida y crea retos de forma real.

Esto puede observarse en cada nuevo proyecto que se inicia, en cada investigación que se examina, porque la creatividad requiere de prestar atención para generar una buena idea y llevarla a cabo. En la creatividad no se analizan tanto los problemas, por el contrario, se centran los esfuerzos para solucionarlos de manera válida y sistemática.

La creatividad queda vacía de significado si no va acompañada de lo que sería su alma, la actitud. Estos son algunos elementos que favorecen la actitud creativa según Carrasco et al. (2016)

Curiosidad: Las personas creativas sienten curiosidad por todo lo que le rodea, esto aporta diversidad de conocimientos y permite llegar a relacionar conceptos, a priori diferentes, de una manera que resulta innovadora, que permita solucionar la problemática inicial.

Confianza: Para ser creativos hay que tener confianza en lo que estamos buscando, saber que existe una solución, una mejora. Esta puede estar oculta y aunque signifique

producir un buen número de propuestas poco posibles o incluso absurdas, éstas pueden llegar a ser motor de arranque de otras más realistas.

Valentía: Esto significa asumir que los resultados pueden quedar por debajo de nuestras expectativas. (p. 40)

Se mencionan a continuación algunos métodos creativos que pueden emplearse para encontrar técnicas que se puedan aplicar y producir beneficios para la humanidad.

Entre éstos tenemos la **técnica creativa de las analogías**, la cual consiste en establecer “un paralelismo entre dos realidades, por distintas que ambas sean entre sí” (Fernández, 2005, p. 146), con las analogías el cerebro realiza un proceso mental, extrayendo un conocimiento familiar a largo plazo, que ayuda a comprender o crear algo nuevo.

En la actualidad existen métodos de innovación que utilizan o aplican esta técnica, muchos de ellos se relacionan con la naturaleza, “esto dio lugar a una nueva rama de la Ciencia, el Biomimetismo -imitación a la vida” Saavedra (2021).

En esta como en otras técnicas de creatividad, es importante tener la mente abierta, al cambio, a opiniones ilógicas e irracionales que desplieguen nuevas formulaciones, de esta manera se tiene mayor posibilidad de construir relaciones semejantes.

Según Fernández (2005, p. 147) plantea que “El uso de analogías es útil para forzar conexiones entre realidades aparentemente lejanas”. Al hacerlo así, estamos provocando que el pensamiento lateral, divergente o salvaje nos dé perspectivas inauditas sobre nuestro problema.

Otro método creativo utilizado en las organizaciones y utilizado por Elon Musk para enfocar el aprendizaje es: **el árbol del problema**

Según Rodríguez (2020) refiere que:

Durante una conversación en Reddit, Musk discutió su enfoque del aprendizaje y la estructura que utiliza: "Un consejo: es importante ver el conocimiento como una especie de árbol semántico - asegúrate de que comprendes los principios fundamentales, es decir, el tronco y las grandes ramas, antes de entrar en las hojas/detalles o no habrá nada a lo que puedas aferrarte".

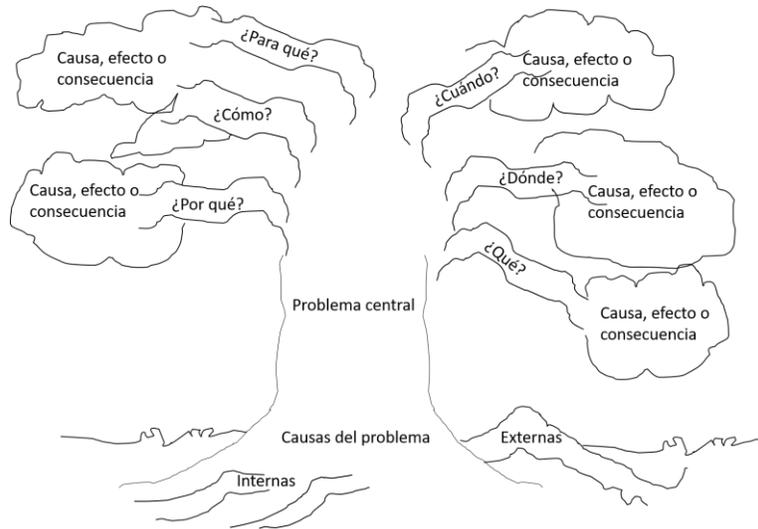
Esta técnica ha sido creada para encontrar el **¿por qué?** del problema, ya que ayuda a organizar la información que se va generando en este tipo de aplicación.

Para Fernández (2005) esta técnica permite:

- ✓ Identificar las verdaderas raíces del problema planteado. El análisis de las consecuencias y efectos de un problema permite determinar su importancia.
- ✓ Según el autor, para llegar a este punto, es necesario aplicar la siguiente técnica:
- ✓ Se analizan las causas primarias del problema
- ✓ Se analizan las causas del segundo orden y sucesivas.
- ✓ El proceso se detiene cuando la causa obedezca a un agente externo no controlable o a una política de dirección.
- ✓ Se analizan los efectos primarios.
- ✓ Se analizan los efectos de segundo orden y sucesivos.
- ✓ El proceso se detiene cuando el efecto no afecte a un objetivo importante.
- ✓ Se señalan las causas y efectos más importantes. (p. 60)

El método del árbol del problema, consiste en desarrollar nuevas ideas que permitan encontrar soluciones a las causas del conflicto o inconveniente, de esta manera se van generando preguntas que determinan el plan de acción que se pretende desarrollar.

Figura 1 Esquema del árbol del problema



Nota: Fuente elaboración propia

Normativa sobre creatividad en Colombia.

El 23 de mayo de 2017, se promulga la Ley 1834, a través de la cual se fomenta la economía creativa, y que en su Artículo 7 contempla:

El Estado promoverá el fortalecimiento de instituciones públicas, privadas y mixtas, orientadas a la promoción, defensa, divulgación y desarrollo de las actividades culturales y creativas. desarrollando adecuadamente el potencial de la Economía Creativa. Para tal fin se creará y conformará el Consejo Nacional de la Economía Naranja, como coordinador institucional de la economía creativa.

En el Artículo 1, del Decreto 1935 de 2018, el Gobierno Nacional crea El Consejo Nacional de la Economía Naranja (CNEN) como organismo asesor y consultivo del Gobierno Nacional, encargado de formular lineamientos generales de política y de coordinar las acciones interinstitucionales necesarias para la promoción, defensa, divulgación y desarrollo de la economía creativa.

La ley 2069 (2020), en su artículo 78, en el numeral 2 contempla lo siguiente: “Promover en todos los niveles de básica y media, estrategias pedagógicas que favorezcan el emprendimiento, la innovación y la creatividad en los estudiantes” (p. 37).

5.2 ENERGÍA

Es un elemento de gran utilidad tanto en los hogares como en las industrias y se entiende como la capacidad que tienen los cuerpos para desencadenar cambios o transformaciones, ya sea a través del movimiento, el calentamiento o la fuerza. Según la Fundación Asturiana de la Energía (2009) “La energía se obtiene a partir de fuentes o recursos energéticos como pueden ser el sol, el viento, el agua, el carbón, el petróleo o el gas”, lo cual termina transformándose en un recurso útil para mejorar la calidad de vida de las personas.

Energía solar.

Según lo planteado por Díaz & Diez (2007)

Es la fuente continua de poder, obtenida a partir, de las radiaciones generadas por el sol, y que llegan a la tierra en forma de luz, calor o rayos ultravioletas, los cuales pueden ser capturados a través de placas solares. Esta energía es limpia y renovable, por ello puede considerarse un recurso ilimitado.

Una vez obtenida, puede ser convertida en energía eléctrica, utilizando unos dispositivos denominados celdas fotovoltaicas o colectores de concentración (p. 28).

Esta es una de las formas más limpias, económicas y sustentables de generar electricidad, además la tecnología de los paneles solares aún se encuentra en pleno desarrollo y se espera que en los años venideros la eficiencia de su producción eléctrica mejore considerablemente.

Energía eficiente

Hablar de nuevas formas de generar energía eléctrica eficiente, es como creer que se puede hallar el Santo Grial, que si bien, llevan siglos buscándolo aún no han logrado encontrarlo.

Al igual que con las nuevas formas de producir energía eléctrica, también se especula sobre la eficiencia de los nuevos equipos capaces de producirla; resultando al final todo en engaños o estrategias que terminan ocasionando escepticismo y mucha desinformación. Con el auge de las redes sociales esta idea se ha incrementado mucho más. Ante tanta información de la que se habla de manera recurrente, tampoco se pueden desdeñar algunas posibilidades que en materia de descubrimiento estén realizando algunos investigadores, quizás con la rigurosidad que conlleva una exigencia y un reto como éste, donde talvez no se han dado a conocer el método o la tecnología hasta no estar seguros de que sea el paso definitivo.

Si bien es claro que el concepto de energía “eficiente” aparece como pilar de esta investigación (variable dependiente de la experimentación), más aún lo es el hecho del diseño experimental de un sistema de energía eléctrica generado por paneles solares y luz artificial; si bien la pretensión como se aprecia entre comillas, es la búsqueda de la eficiencia, (resultado que solo será verificado después de la experimentación) más allá es la generación de nuevas ideas y la búsqueda de fortalecer el camino de la invención.

5.3 PANELES SOLARES

La energía eléctrica producida por paneles solares o también conocida como fotovoltaica “constituye una fuente de energía renovable, la cual puede usarse en la generación de electricidad mediante el uso de paneles solares fotovoltaicos (PSFV) que convierten la radiación solar en electricidad, haciéndola aplicables a múltiples actividades de la vida”. (Arencibia, 2016, p. 1). Como lo describe el autor, los paneles solares (fotovoltaicos), aprovechan la radiación solar y la transforman en electricidad. Existen diversas variables que dificultan la eficiencia de un panel solar al momento de requerir un rendimiento óptimo, en especial cuando se desea aprovechar su potencial como fuente generadora de electricidad. Para la obtención de energía eléctrica en el generador propuesto, se utilizarán

entre 6 y 10 paneles solares policristalinos y monocristalinos, con capacidad de generación de energía entre 1V y 12 Voltios.

En el desarrollo del artefacto cuasi-experimental que se propone en este proyecto, la creatividad juega un papel preponderante en la generación de nuevas formas y conceptos; entre ellos está el cambio de concepción en cuanto al uso de paneles concebidos para generar electricidad a través de la luz solar; ahora este proyecto propone confinarlos en un cubículo de aproximadamente 20cm x 15cm x 30cm, sin recibir un solo rayo de luz del sol, que es para lo que están concebidos técnicamente.

Estos paneles están ensamblados de tal manera que pueda recibir la luz artificial que ellos mismos ayudan a producir, mientras el sistema alimenta a otro panel, que es el que se usará para recargar equipos de bajo consumo o como fuente de iluminación autónoma. Se ha proyectado que este generador cuente con una batería interna de 3.7 voltios, la cual dará encendido (arranque) a los leds que no sólo iluminarán las celdas fotovoltaicas, sino que, a su vez a través de éstas, recargará dicha batería.

Figura 2. Paneles solares



Nota: Fuente elaboración propia

5.4 DIODOS LED: LUZ ARTIFICIAL

La luz artificial, es una forma de radiación lumínica en la que interviene un dispositivo electrónico: bombillos incandescentes, bombillos fluorescentes, diodos led y electricidad,

entre otros. Los diodos led presentan un óptimo rendimiento durante su funcionamiento, producen una buena intensidad luminosa, consumen poca energía eléctrica y casi no producen calor. “Otro aspecto importante de las lámparas y/o dispositivos LED es que el ángulo de emisión de luz es menor a 180 grados, lo cual implica que toda la luz generada está enfocada hacia la parte frontal del dispositivo” (Ramos & Ramírez, 2016. p. 117), esta apreciación de los autores antes mencionados, orienta sobre las bondades que ofrecen los diodos led a la hora de producir iluminación artificial. En este proyecto se contempla usar entre 60 y 70 diodos led a 1.4 y/o 3.4 Voltios.

Figura 3. Diodos led



Nota: Fuente elaboración propia

5.5 LADRÓN DE JULIOS

Como dice Murillo (2017), “fue necesario acoplar un motor eléctrico y elaborar un circuito conocido con el nombre de “ladrón de Julios” que permitió extraer la energía utilizable para encender un LED” (p.9). Este proyecto quasi-experimental del generador de energía eléctrica a través de paneles solares y luz artificial, integrará como uno de sus componentes, un ladrón de julios. Este dispositivo consiste en un circuito electrónico muy sencillo, compuesto por un transistor 2N2222, una resistencia de 1K, un toroide de ferrita con un embobinado de cobre y un diodo led.

“El ladrón de julios es un circuito que permite adecuar la energía eléctrica producida por una pila o batería, al circuito de consumo” (Murillo, 2017, p. 36). La función de este dispositivo es la de extraer toda la electricidad remanente que aún conservan las baterías gastadas y que por sí mismas no son capaces de proveerla a los objetos que la consumen. El ladrón de julios, extraerá el potencial eléctrico de las celdas fotovoltaicas que por sí mismas no puedan aportarle al objeto que requiere de su energía para poder funcionar.

Figura 4. Ladrón de julios.



Nota: Fuente elaboración propia

5.6 BATERÍA DE IONES DE LITIO

La batería de iones de litio que se empleará en este proyecto es una batería recargable de 3.7 V y 550 mAh. Su función será la de servir de procedimiento de “arranque” para el encendido de todos los diodos led que integran el sistema. Este aparato está concebido para que sea autónomo en cuanto a sus necesidades energéticas.

La autonomía busca dos propósitos: el primero, que se recargue la batería de encendido, y el segundo, que se alimente el circuito que enciende los dos grupos de leds (diodos que alimentan los paneles de su propio encendido y los diodos que activan los paneles que producen la electricidad a ser consumida).

Figura 5. Batería de litio



Nota: Fuente elaboración propia

Generación/selección de ideas.

No sólo existe la idea principal que es la de la construcción de un generador eléctrico funcional a base de la interacción entre paneles solares y luz artificial, sino también toda la proliferación de ideas/dificultades que irán surgiendo a medida que se desarrolle el proyecto, donde algunas de ellas posiblemente supongan retos tan grandes o mayores que el todo del prototipo como tal.

Definición de un proyecto y plan de acción.

Conocido el problema (La alta demanda del consumo de electricidad y una considerable cantidad de fuentes contaminantes para producirla), se planteó la solución y, para el caso de este proyecto, significa el desarrollo de una posible innovación tecnológica. Lo anterior lleva a construir un plan de acción representado a través del cronograma de actividades concebido para el desarrollo del proyecto.

Puesta en marcha del proyecto innovador.

Una vez que el proyecto es aprobado y se establece el plan de acción, se inicia el acopio de información teórica, de experiencias prácticas en los campos de la electrónica requerida y

de la consecución de los diversos recursos físicos, componentes electrónicos y herramientas para el uso propio en este tipo de investigación.

Nuevo producto, servicio o proceso.

Al final, luego de haber construido el prototipo físico y realizar en él la mayor cantidad de pruebas necesarias, se analizarán los resultados para determinar si el criterio de innovación aplica positivamente como resultado de esta investigación. Mareque y De Prada (2018) refieren:

“El Marco de Referencia Europeo recomienda específicamente la creatividad como uno de los temas sobre los que se han de articular todas las competencias y, por tanto, la sitúa como un elemento de gran importancia para la formación competencial global del alumno. (p.204)

Mientras los autores antes mencionados narran la importancia que le está brindando la Unión Europea al concepto de creatividad, donde es una de las exigencias no sólo a nivel educativo, sino que a nivel empresarial se ha constituido en una de las principales demandas, incluso fomentando la existencia del binomio creatividad-innovación, en otros lugares a la creatividad no se le ha brindado el sitio que le corresponde, porque aparentemente, su definición aún no es un concepto claro y como relatan (Cuetos et al., 2020):

Aunque la creatividad se ha convertido en un tema central para la enseñanza y el aprendizaje del siglo XXI, todavía no está claro qué significa esto para el campo de la educación, en política y, por lo tanto, en la práctica. (p. 289).

Estructura del prototipo.

La estructura sobre la cual se ensamblarán los componentes, es una estructura compuesta por rejillas de MDF y de material plástico reciclado de artefactos electrónicos varios. Este ensamblaje se complementa con cinta de enmascarar, alambre de cobre y tornillos. En todos

los espacios disponibles al interior del generador, se dispondrá de una serie de aproximadamente 80 espejos de 1cm x 2 cms. y papel de aluminio.

Tanto los espejos como el aluminio, cumplirán la función de reflexión o de redireccionamiento de todos los rayos de luz que se puedan formar al interior del generador, para aprovechar al máximo cualquier destello luminoso, encausándolo hacia los cuadros fotovoltaicos. El generador estará encerrado por una cubierta de MDF u otro material que permita sellarlo totalmente para impedir la incidencia de luz solar en forma directa o indirecta.

Herramientas y recursos electrónicos.

Las herramientas y recursos electrónicos que se utilizarán para esta investigación son: un luxómetro, un tester o multímetro y soldador de estaño.

Luxómetro.

Para la realización de este proyecto cuasi-experimental, se utilizó el luxómetro, dispositivo que permite “medir simple y rápidamente la iluminancia real y no subjetiva de un ambiente” (González , s.f. p. 4). La luz captada en la célula fotoeléctrica que contiene, es convertida en impulsos eléctricos que se representan numéricamente, a través de un display o pantalla digital.

Multímetro o tester.

Otro instrumento utilizado en la elaboración de este proyecto fue el multímetro que según (Pérez, 2019) “es un dispositivo que se utiliza para la medición de magnitudes eléctricas. Estos instrumentos pueden emplearse con corriente alterna o con corriente continua”. Fue un equipo de gran utilidad, ya que se pudieron medir el voltaje y los amperios, unidades eléctricas producidas por el dispositivo cuasi-experimental.

Soldador de estaño

La soldadura fue utilizada para unir con puntos de estaño los cables, los diodos led, los paneles solares, las baterías, el ladrón de julios y demás componentes electrónicos que integran el prototipo, pues según (Olivares & Sánchez, s.f.) “el sistema más utilizado para garantizar la circulación de corriente entre los diferentes componentes de un circuito, es la soldadura con estaño”. De esta manera, se logró sujetar los componentes para conseguir la funcionalidad electrónica del prototipo.

6 OBJETIVOS

6.1 GENERAL

Determinar la eficiencia de un dispositivo experimental generador de energía eléctrica, donde el principio de transformación de energía sea mediante paneles solares y cuya fuente de generación sea luz artificial.

6.2 ESPECÍFICOS

Diseñar un dispositivo experimental generador de electricidad donde el principio de transformación de energía sea mediante paneles solares y fuente de generación luz artificial.

Establecer las diferencias significativas entre la eficiencia del dispositivo generador de energía eléctrica experimental cuyo principio de transformación de energía es mediante paneles solares y fuente de generación la luz artificial con respecto a la eficiencia de dispositivos generadores de energía eléctrica, pero con luz solar.

Analizar la viabilidad de construir con fines comerciales un dispositivo generador de electricidad eficiente cuyo principio de conversión sea mediante paneles solares y la fuente de generación sea luz artificial.

7 METODOLOGÍA

Enfoque metodológico

La implementación del dispositivo generador de energía eléctrica eficiente experimental mediante paneles solares y luz artificial exige que una parte de su desarrollo utilice el método hipotético-inductivo: este se origina de la suposición de la efectividad de la técnica de análisis y diseño, elegida de acuerdo a los antecedentes; y se procede a su aplicación. El Diseño Metódico [hipotético-inductivo], adaptado de la escuela alemana de diseño, es el método que mejor se ajusta al desarrollo del presente trabajo y consta de cuatro etapas básicas:

Planeamiento y exploración

Síntesis.

Ejecución del proyecto experimental.

Pruebas y verificación

Estas etapas deben desarrollarse de forma ordenada para que garanticen el éxito al culminar el proyecto experimental; además, luego de revisar algunas técnicas utilizadas en procesos creativos, se escoge para el desarrollo de esta investigación, la técnica SCAMPER, creada por Bob Eberle en 1996, que tiene la particularidad de ser utilizada en forma grupal o individual. Esta técnica consiste en emplear “una serie de verbos de acción cuyas iniciales corresponden con cada una de las letras de la palabra SCAMPER: sustituir, combinar, adaptar, modificar, potenciar otros usos, eliminar, y reordenar” (Selva y Domínguez, 2018, p.380).

“SCAMPER es una guía de preguntas que toma en cuenta una serie de acciones que llevan a plantear un cambio y dar respuesta a nuestra problemática inicial. Lo ideal es que no quede pregunta posible por hacer durante el proceso” (Carrasco et al.

2016, p. 84). Como consecuencia, se lograrán resultados que impacten directamente en la realización de la idea. Es una técnica estupenda para usar en este proyecto, porque todos los conceptos son aplicables y útiles para generar ideas, diseños y nuevas innovaciones, como se pretende con esta investigación.

Cada letra de la palabra SCAMPER, significa una acción que ayudan a definir una lista de chequeo, sirve para generar nuevas acciones planteando alternativas, nuevos escenarios u otras respuestas para definir la propuesta inicial. El acrónimo de SCAMPER se especifica de la siguiente manera.

S: Sustituir

C: Combinar

A: Adaptar o ajustar

M: Modificar, maximizar o minimizar

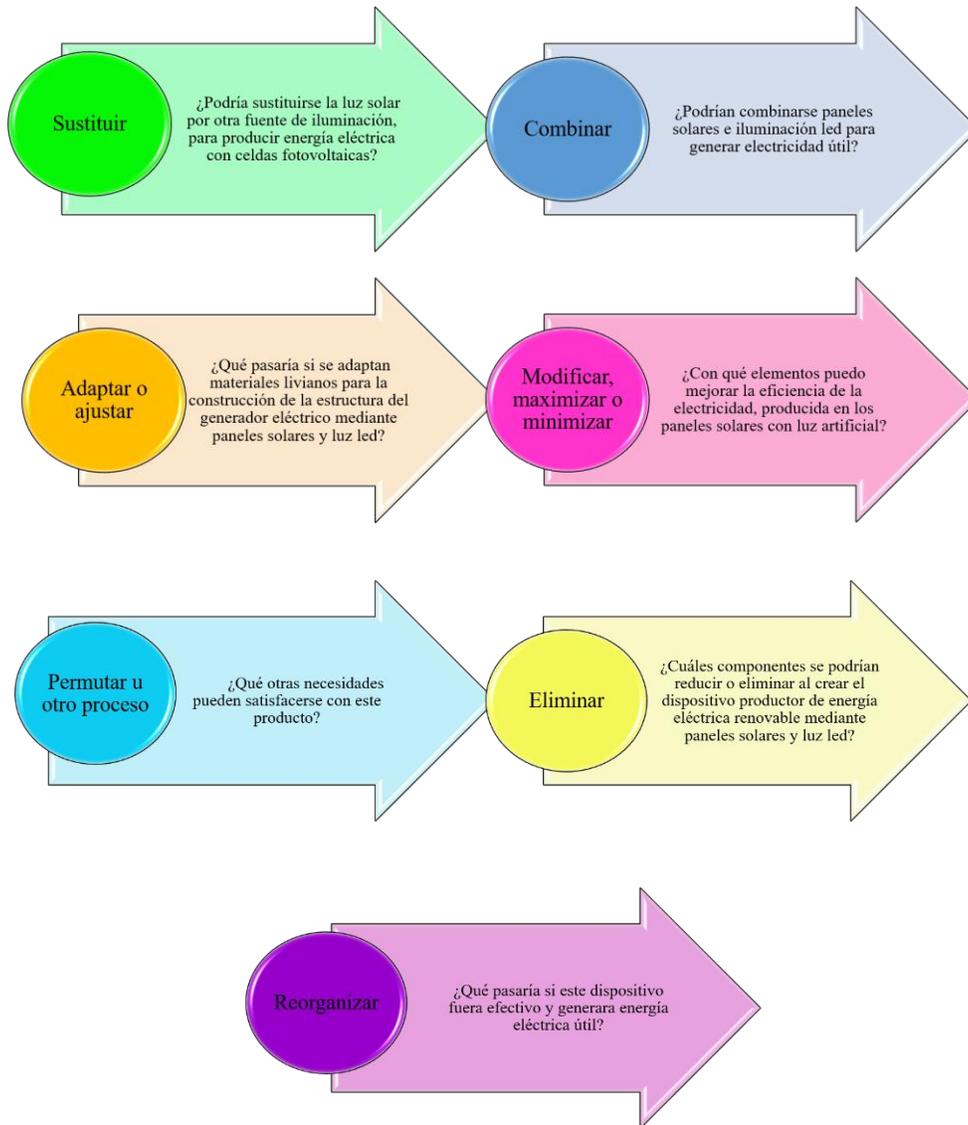
P: Permutar u otro proceso

E: Eliminar

R: Reordenar o rehacer

A continuación, se encuentran algunos interrogantes que, a través de la técnica SCAMPER, serán respondidos durante la construcción y experimentación del prototipo generador de energía eléctrica mediante paneles solares y luz led.

Figura 6. Método SCAMPER aplicado al presente proyecto



Nota: Fuente elaboración propia

Tabla 1 Etapa de actividades y resultados

Etapa	Resultado esperado
Planeamiento y exploración	Formulación definitiva del problema.
	Objetivo general
	Objetivos específicos
	Cronograma de actividades
Síntesis	Requerimientos funcionales del proyecto teniendo en cuenta la normatividad vigente.
	Definición de la función general del prototipo experimental.
	Diagrama de bloques de las funciones parciales
	Definición de las funciones parciales
Ejecución del proyecto experimental	Diseño inicial del generador de energía eléctrica eficiente experimental, con los paneles solares y luz artificial.
	Esquema definitivo del generador.
Pruebas y verificación	Montaje en estructura de pruebas
	Planos esquemáticos electrónicos
Pruebas y verificación	Pruebas comparativas de la eficiencia del prototipo experimental.

Nota: Fuente: Elaboración por el Magíster Jorge Iván Gómez y Norberto Gálviz.

En la primera etapa del “**planeamiento y exploración**”, se determinó con claridad el problema al cual se desea dar solución. Se concretó el objetivo general, del cual surgen los objetivos específicos, para profundizar en puntos relevantes del proyecto, al igual que las funciones finales que éste debe cumplir. También se realizó una planeación general para la realización del mismo y se tuvieron en cuenta las diversas actividades a desarrollar, tratando de definir en lo posible las funciones de los diferentes módulos que hacen parte integral del proyecto. La tarea más importante de esta fase preliminar consistió en establecer los requerimientos funcionales del proyecto.

La segunda etapa, “**síntesis**”, se dividió en dos partes: una síntesis cualitativa donde se hace una disgregación de utilidades en la que se establece la función general del proyecto y las funciones parciales del mismo, dando una idea general del funcionamiento integral del prototipo experimental. Terminada esta fase, se procedió a una síntesis cuantitativa donde se seleccionaron los elementos tanto de uso comercial, como los elaborados manualmente para su construcción.

La tercera etapa, “**Implementación**”, se realizó una vez terminados el análisis y diseño final de las diferentes etapas de construcción. Se finalizó además el ensamblaje físico de los componentes del proyecto, compuestos por:

1 ladrón de julios.

Los módulos compuestos por rejillas de diodos led.

Espejos y celdas fotovoltaicas.

Batería de litio.

Cableado eléctrico.

Terminado el montaje físico del prototipo, se procedió a la cuarta etapa, “**pruebas y verificación**”, donde se realizarán pruebas de funcionamiento a nivel general con el fin de

comprobar la eficiencia funcional a cabalidad del generador de energía eléctrica eficiente experimental con paneles solares y luz artificial. Además, se realizó su calibración para asegurar que la eficiencia tenga el aval de un experto que asegure su veracidad. Se aclara que esta etapa, lleva a una continua retroalimentación de la “prueba vs verificación”, develando contundentemente el método hipotético-inductivo.

Tipo de estudio

El tipo de estudio que se utilizó en esta investigación fue de carácter hipotético-inductivo, de orden cuantitativo, descriptivo y comparativo, de carácter empírico analítico, puesto que busca describir mediante la experimentación la eficiencia de un dispositivo que busca generar energía eléctrica eficiente, mediante paneles solares y luz artificial, para luego determinar si existen diferencias significativas en la eficiencia que se logra con las celdas fotovoltaicas al funcionar directamente con la intensidad solar.

Este es un proyecto cuasi-experimental que utiliza conceptos de física y creatividad para su diseño y elaboración, el cual tiene como objetivo, ser construido de manera empírica.

El enfoque metodológico que se escoge para este proyecto y que se ajusta en la elaboración de este nuevo diseño, es el hipotético inductivo, donde la metodología de un prototipo se hace bajo el concepto de ensayo y error, con el fin de experimentar en el proceso y de forma inductiva dar respuesta a lo observado en el proyecto.

Instrumentos

Los instrumentos que se utilizaron fueron dispositivos de medición electrónica como son el voltímetro, el amperímetro, y el luxómetro, artefactos indispensables para recolectar datos numéricos y extraer la información necesaria para verificar la viabilidad del proyecto.

Tabla 2. Guía de observación.

Voltímetro	Amperímetro	Luxómetro
Este instrumento permitirá medir la cantidad de voltios producidos por el dispositivo generador de electricidad.	El amperímetro permitirá conocer la cantidad de amperios producidos por el dispositivo cuasi-experimental.	Este dispositivo medirá la cantidad de luxes presentes en cada uno de los ambientes iluminados que activarán las celdas fotovoltaicas del generador de electricidad.

MEDICIONES Y AMBIENTES		
Se medirán los voltios producidos por los módulos fotovoltaicos que se encargarán de producir la electricidad para recargar la batería de arranque y el módulo generador de electricidad para el consumo.	Se medirán los amperios producidos por los módulos fotovoltaicos que se encargarán de producir la electricidad para recargar la batería de arranque y el módulo generador de electricidad para el consumo.	Se medirá la cantidad de luxes que habrá en un día soleado, con exposición directa a los rayos solares y en un ambiente de diurna a la sombra. También medirá la cantidad de luxes en ambiente nocturno con iluminación artificial producida por bombillas led de luz blanca y, finalmente, luxes existentes en los módulos led que iluminarán en forma directa los paneles solares, sin iluminación de ninguna otra fuente de luz.
También se medirán el voltaje inicial de la batería y el voltaje durante el funcionamiento del prototipo. Se medirán los voltajes obtenidos con el ladrón de julios y con los elevadores de voltaje.	También se medirán el amperaje inicial de la batería y el amperaje durante el funcionamiento del prototipo. Se medirán los amperios obtenidos con el ladrón de julios y con los elevadores de voltaje.	Se espera que tanto el voltaje como los amperios producidos por las celdas fotovoltaicas, varíen de acuerdo a la intensidad de la luz producida en cada uno de los ambientes.
Los resultados de estas mediciones dependerán de la fuente de luz que, en cada momento de la experimentación, esté iluminando los paneles solares.	Los resultados de estas mediciones dependerán de la fuente de luz que, en cada momento de la experimentación, esté iluminando los paneles solares.	

Nota: Fuente elaboración propia

Desarrollo teórico de la investigación y construcción del sistema

Especificaciones del producto.

En este apartado se explica la estructura temática y se realiza una presentación de los componentes técnicos, que permitieron mediante una combinación técnica y experimental el proyecto de investigación.

Función general del dispositivo

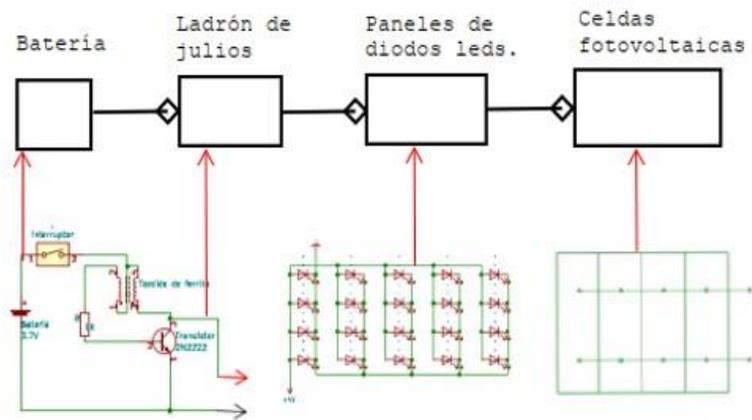
La función del generador de energía eléctrica eficiente mediante paneles solares y luz artificial, como prototipo de este proyecto, será la de producir energía eléctrica a partir de la excitación luminosa de células fotovoltaicas a través de la luz producida por diodos led, en un espacio totalmente sellado para impedir la contaminación por luz ambiental ya sea natural o artificial. Se busca que este prototipo funcione de manera autónoma, contando con la capacidad de generar su propia electricidad (para recargar la batería de excitación de las células fotovoltaicas) y, simultáneamente, produzca energía que pueda ser empleada en una función eficiente como la carga de un teléfono celular, el encendido de un dispositivo de iluminación led u otra función que requiera de energía eléctrica y sea de uso cotidiano o constituya una necesidad en la vida de las personas, además de no requerir un considerable nivel de potencia.

El sistema está compuesto por cuatro componentes principales: una batería de 3.7V, 550mA; un ladrón de julios x dos unidades; cuatro células fotovoltaicas de 12V, 2.5W (13 x 11 cm) , 5V, 1W (11 x 6 cm) y 2 unidades de 6V, 2W (12.5 x 6.3 cm). y cuatro paneles de diodos led (3V, 1W), uno de 20 leds y tres de 10 leds C/U.

Diagrama de bloques de funciones parciales

Para la elaboración tanto del diagrama de bloques de funciones parciales como de cada uno de sus componentes, se utilizó el software KiCad, que es una herramienta digital de uso libre para el diseño de dispositivos electrónicos. Se complementaron los gráficos integrando los esquemas electrónicos con otras figuras elaboradas en PDF y Word.

Figura 7. Diagrama de bloques de funciones parciales.



Nota: Fuente elaboración propia

Definición de las funciones parciales

Batería.

La batería (Li ion, 3.7V, 550mA) es la encargada de iniciar y mantener el encendido de los diodos led. Se escogió la tecnología de baterías Ion Litio porque presenta considerables ventajas sobre otro tipo de tecnologías de acumulación de energía eléctrica como, por ejemplo, las baterías de plomo-ácido.

Barbón (2018), hace referencia a nivel general, en las ventajas que presenta este tipo de tecnología:

Altos niveles de voltaje de la celda (3.6 V).

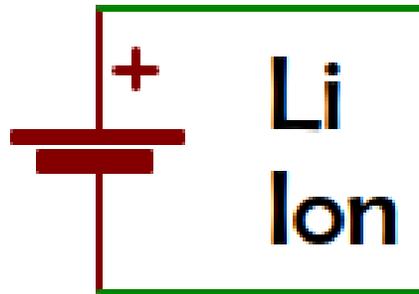
Alta densidad de energía (casi 4 veces mejor que las baterías de ácido de plomo).

Alta eficiencia (95-98%).

Baja tasa de autodescarga. (p. 49)

El hecho que esta batería proporcione una alta densidad de energía eléctrica, posiblemente, permitirá al generador ganar tiempo, entre el consumo inicial de encendido de los leds y el inicio de la recarga del acumulador, aportada por las celdas fotovoltaicas.

Figura 8. Símbolo electrónico de batería



Nota: Fuente elaboración propia

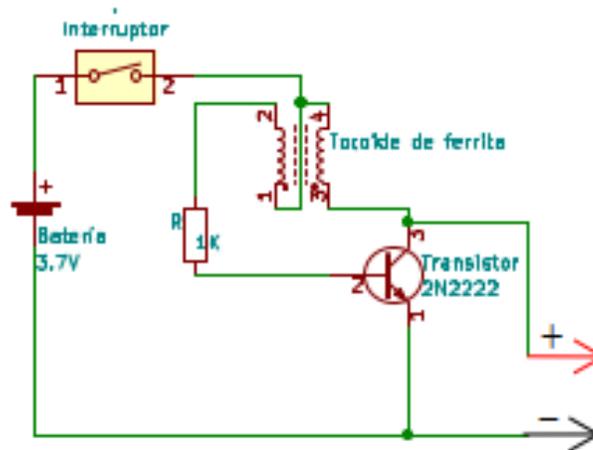
Ladrón de julios.

El ladrón de julios es uno de los componentes fundamentales del proyecto. Y ¿dónde radica dicha importancia? La importancia de este dispositivo electrónico se sustenta en su capacidad para extraer electricidad remanente de fuentes de energía eléctrica agotadas como, por ejemplo, las baterías de 1.5V. Este circuito, es también conocido “como circuito de transistor de bloqueo simple, el cual funciona como un ladrón de energía que puede generar energía eléctrica cuando las fuentes de energía son muy pequeñas” (Nuryanto & Bustanul, 2017)

Los paneles solares que se utilizaron en este proyecto cuasi-experimental, disminuyen su eficiencia generadora de electricidad debido a varios factores como: días nublados, tipo de material de construcción de las celdas y superficie colectora de luz. Es esperanzador pensar que el ladrón de julios incremente el voltaje de los paneles que estarán sometidos a una condición de funcionamiento diferente para la cual fueron fabricados: *funcionar directamente con la intensidad lumínica proveniente de los rayos solares.*

Teniendo en cuenta que existen varios modelos electrónicos de Ladrón de Julios, en la construcción del prototipo, se incluirá inicialmente el dispositivo basado en el transistor 2N2222, pero contemplando la posibilidad de utilizar otros modelos en el caso de que la configuración de éste no sea eficiente para su propósito dentro del generador.

Figura 9. Esquema del ladrón de Julios.

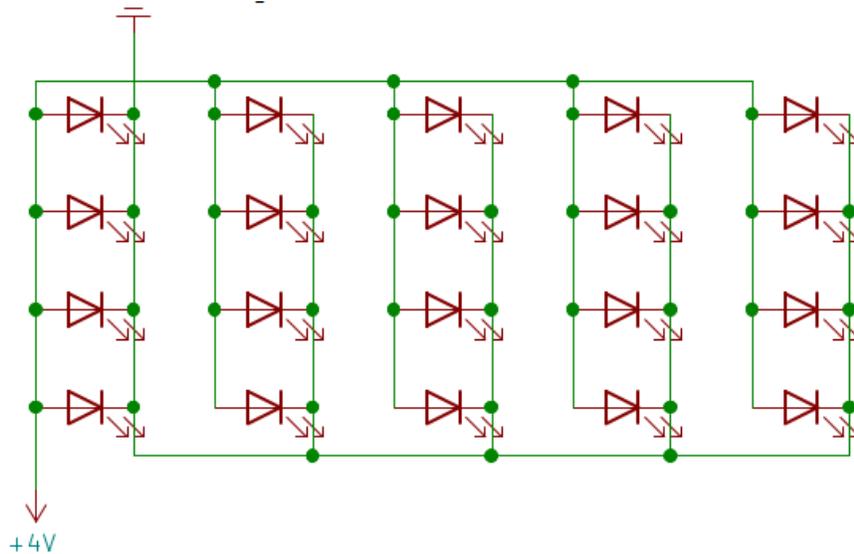


Nota: Fuente elaboración propia

Diodos led.

Los diodos led seleccionados para ser empleados en el prototipo, son componentes que proveen una reacción de gran brillo con bajo consumo de energía eléctrica y serán los encargados de proveer la iluminación que activará la producción de electricidad en las celdas fotovoltaicas.

Figura 10. Esquema panel de 20 leds.

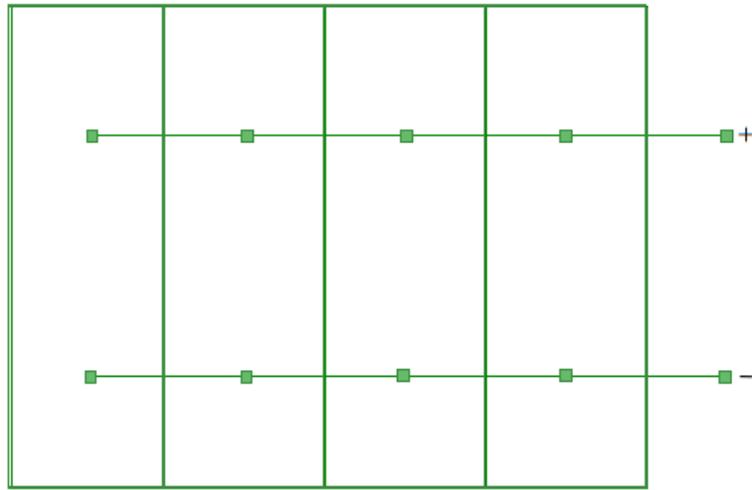


Nota: Fuente elaboración propia

Paneles solares.

Las celdas fotovoltaicas son otro componente fundamental en la elaboración del prototipo. Estos paneles serán los encargados de generar la electricidad propiamente dicha. Su nivel de eficiencia dependerá principalmente de la intensidad lumínica que le provean los diodos led. Se ha estimado que la función de los paneles debe de comprender los siguientes aspectos: recarga de la batería propia y generación de electricidad para usar en dispositivos de bajo consumo al interior del hogar.

Figura 11. Esquema del Panel Fotovoltaico (solar).

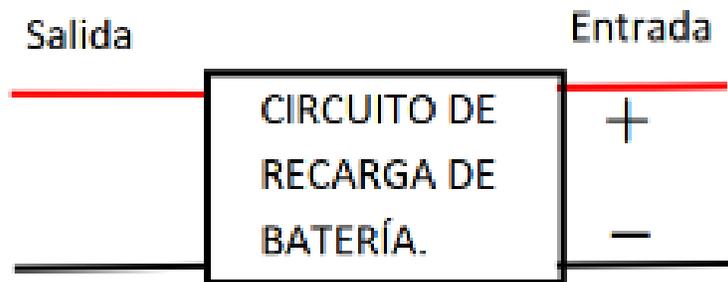


Nota: Fuente elaboración propia

Circuito cargador de la batería.

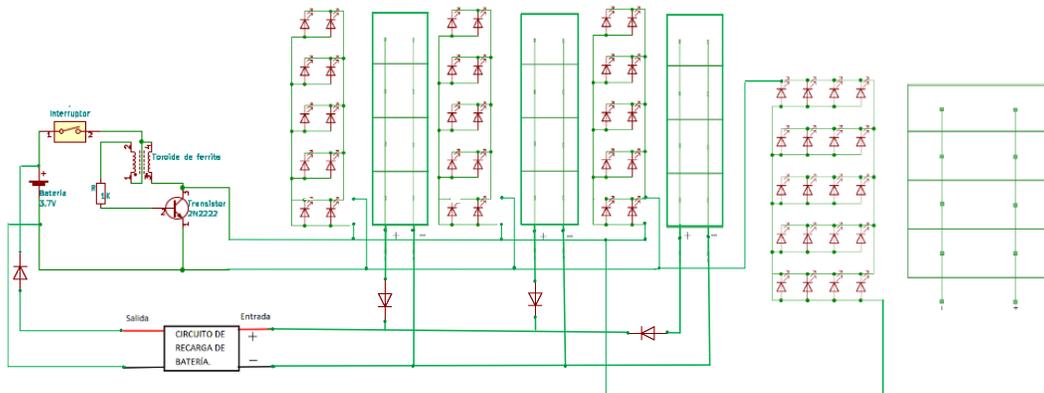
Este dispositivo tiene la función de recibir la electricidad generada por las celdas fotoeléctricas y llevarla hasta la batería para su respectiva recarga. Usa un circuito integrado (IC CN3065) de muy bajo consumo energético y de gran eficiencia en la transferencia de electricidad.

Figura 12. Circuito cargador de batería.



Nota: Fuente elaboración propia

Figura 13. Esquema general del generador



Nota: Fuente elaboración propia

Montaje en estructura de pruebas y planos esquemáticos electrónicos

El montaje no se realiza directamente sobre protoboard, ni tarjeta en baquelita, dado que circuitos como el ladrón de julios, poseen una unidad electrónica sencilla que no lo requiere, a pesar de ello todo el montaje se realiza sobre un banco de pruebas, el cual permite dar diferentes distancias y alturas a los paneles solares con respecto a los paneles de luz led. Para el ensamblaje, se utilizó la técnica de SCAMPER, logrando con esta la reducción mínima de componentes electrónicos de consumo, soldaduras, e inclusive protoboard.

Pruebas iniciales del prototipo experimental

Los paneles solares, como se había mencionado previamente, son dispositivos concebidos para funcionar directamente a través de la excitación lumínica que sobre su superficie ejercen los rayos del sol. Es por una incidencia directa con la luz solar que las celdas alcanzan su máximo nivel de rendimiento. Pero también existen momentos, o épocas del año en algunos lugares de la tierra, donde la luz directa del sol no es eficiente debido a condiciones como el invierno, nubosidad permanente o ubicación geográfica etc. Incluso en lugares con días de alta radiación solar, no existe la garantía que, en condiciones de luz

ambiental diurna, el rendimiento de las celdas fotovoltaicas sea óptimo como si estuviesen expuestas directamente a la luz del sol. Igualmente, al exponer las fotoceldas a la luz ambiental producida por la luz artificial, la eficiencia de los paneles solares, posiblemente varíe de una manera considerable.

Las anteriores consideraciones invitan a realizar unas mediciones previas que indiquen cuál es el rendimiento de las celdas fotovoltaicas en cada uno de estos ambientes de luz. Para realizar las medidas, se utilizó un multímetro (voltímetro y amperímetro), un multímetro automático y un luxómetro, probando cada uno de los paneles que serán usados en la construcción del prototipo. El luxómetro es el modelo UT382 USB, de la marca UNI-T. Los multímetros son el modelo UT33D+, también de la marca UNI-T y el voltímetro automático PTM19A de la marca AMONIDA. Durante la realización de las pruebas se tuvo en cuenta que la sensibilidad del luxómetro es muy alta, lo cual conlleva a que reaccione con mínimas variaciones en el espectro luminoso, en ocasiones casi imperceptibles para el ojo humano. Los entornos luminosos a través de los cuales se valoró el rendimiento de los paneles solares, fueron los siguientes:

Pruebas con exposición directa a los rayos solares.

Estas pruebas se realizaron a cielo abierto, buscando que la radiación solar directa, incidiera de una manera perpendicular sobre la superficie de los paneles fotovoltaicos. La esperanza estadística buscada, es obtener valores iguales, o con diferencias no muy significativas a los contemplados en la descripción técnica a través de la cual se identifican las características de estas celdas en el momento de ser ofertadas comercialmente.

Para realizar las mediciones durante estas pruebas, los instrumentos se calibraron en las siguientes escalas: Luxómetro en la escala de 20.000 luxes y los multímetros en la escala de 20 Vcd y 200 mA (UT33D+) o en estado automático (PTM19A).

Figura 14. 13.09 Vdc. (Voltios directa corriente).



Nota: Fuente elaboración propia

Figura 15. 26.4 mA. (miliamperios).



Nota: Fuente elaboración propia

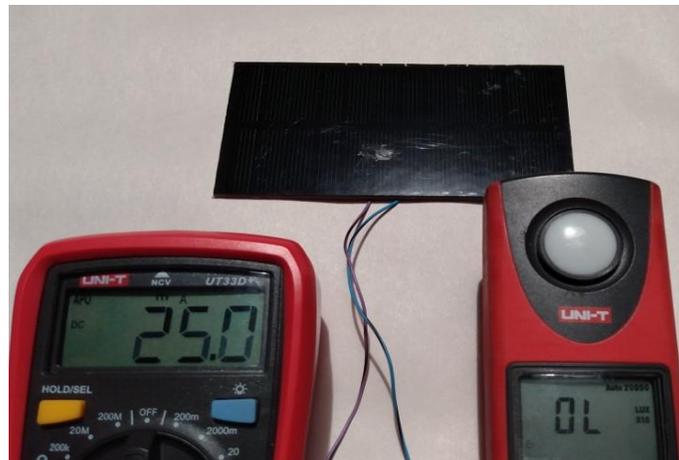
Durante la medición contemplada en las figuras 14 y 15, el luxómetro indica que la capacidad de medición en su exposición directa a los rayos solares fue rebasada y no puede mostrar resultado alguno. El testeo se realiza sobre el panel que será el encargado de proveer la electricidad de consumo. Para todos los registros siguientes en exposición directa a los rayos solares, el luxómetro no mostrará dato alguno.

Figura 16. Registro 6.53 Vdc



Nota: Fuente elaboración propia

Figura 17 Registro 25 mA



Nota: Fuente elaboración propia

El panel en medición (figuras 16 y 17), hace parte de las tres celdas fotovoltaicas que se encargarán de aportar la carga a la batería que alimenta la iluminación del sistema. De este panel existen dos unidades, por lo tanto, no se le tomarán registros a la otra unidad.

Figura 18. Registro 6.46 Vdc



Nota: Fuente elaboración propia

Figura 19. Registro 20.4 mA



Nota: Fuente elaboración propia

El panel en prueba (figuras 18 y 19), es la tercera unidad que integra el sistema de recarga de la batería interna del generador.

Pruebas con exposición directa a la luz ambiental diurna.

Estas pruebas se realizaron en un ambiente con luz diurna. Las celdas fueron expuestas a la luz normal del día, indiferentemente si es soleado o nublado, estuvieron bajo condiciones de sombra. En estas pruebas el luxómetro ya mide la cantidad de luxes presentes en el ambiente. Durante estas mediciones, en un lapso comprendido entre 10 y 15 segundos, mientras se hacía el cambio del modo voltios a miliamperios y viceversa, podían presentarse cambios en algunas decenas de luxes, lo cual también se reflejaba tanto en los voltios como en los miliamperios producidos por los paneles.

Figura 20. Registro: 396 luxes - 6.93 Vdc



Nota: Fuente elaboración propia

Figura 21. Registro: 412 luxes - 0.39 mA.



Nota: Fuente elaboración propia

En la exposición a la luz ambiental diurna, en las figuras 20 y 21, se observó una fluctuación entre 396 y 412 luxes.

Figura 22. Registro: 366 luxes - 3.34 Vdc



Nota: Fuente elaboración propia

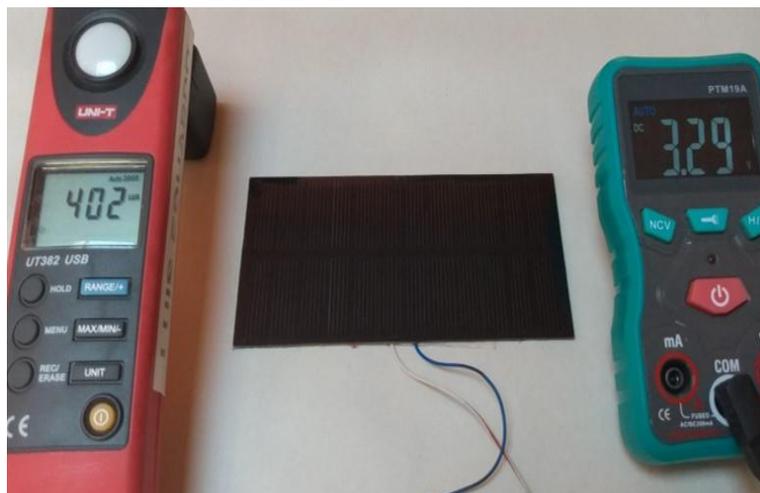
Figura 23. Registro: 376 luxes- 0.30 mA



Nota: Fuente elaboración propia

En las figuras 22 y 23, la fluctuación se encuentra entre 366 y 376 luxes.

Figura 24. Registro: 402 luxes - 3.29 Vdc



Nota: Fuente elaboración propia

Figura 25. Registro: 397 luxes - 0.40 mA



Nota: Fuente elaboración propia

La fluctuación obtenida en las figuras 24 y 25, se da entre 402 y 397 luxes.

Pruebas con exposición directa a la luz ambiental artificial nocturna.

Las pruebas se realizaron en un entorno absolutamente nocturno, al interior de un recinto doméstico, iluminado con luz artificial, sin forzar factor alguno; con el fin de evitar cualquier clase de contaminación de luz diurna.

La prueba es realizada en una superficie ubicada bajo la luz de un bombillo led de 7 watts, marca FUTURA, de luz blanca, el cual promete 800 lúmenes de intensidad. El bombillo se encuentra a una altura y distancia de 1m,70cm, de la superficie, y en un ángulo de aproximadamente 75° de los dispositivos de medición, para emular la que podría ser una posición casual de cualquier artefacto de alimentación eléctrica fotovoltaica que estuviera funcionando en armonía con la luz ambiental artificial de aquel entorno.

Figura 26. Registro: 109.9 luxes - 2.81



Nota: Fuente elaboración propia

Figura 27. Registro: 110.1 luxes - 0.00



Nota: Fuente elaboración propia

Las figuras 26 y 27, muestran una fluctuación entre 109.9 y 110.1 luxes. Estos registros son obtenidos a través del panel generador de electricidad para el consumo externo.

Figura 28. Registro: 109.0 luxes - 1.49 Vdc.



Nota: Fuente elaboración propia

Figura 29. Registro: 109.2 luxes - 0.01 mA



Nota: Fuente elaboración propia

Los resultados mostrados en las figuras 28 y 29, presentan una fluctuación entre 109.0 y 109.2 luxes. La placa solar en medición, es una de las unidades de alimentación interna.

Figura 30. Registro: 109.4 luxes - 1.37 Vdc



Nota: Fuente elaboración propia

Figura 31. Registro: 109.6 luxes - 0.00 Vdc



Nota: Fuente elaboración propia

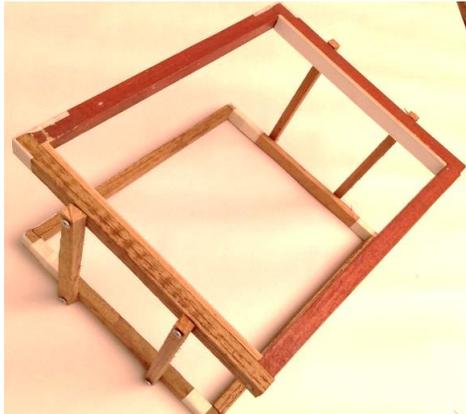
Los datos registrados en las figuras 30 y 31 respectivamente, muestran una fluctuación entre 109.4 y 109.6 luxes. La placa en medición corresponde a una de las dos unidades iguales que generarán alimentación interna.

Estructura de pruebas.

Una vez que se obtienen los registros anteriores, se procede a construir una estructura física en madera y MDF para realizar las mediciones parciales (con el panel solar principal,

proveedor de la electricidad de consumo) que permitirá inferir la viabilidad de construir el prototipo en toda su arquitectura funcional.

Figura 32. Estructura de pruebas en vista lateral



Nota: Fuente elaboración propia

Figura 33. Estructura de pruebas en vista superior



Nota: Fuente elaboración propia

Las figuras 32 y 33, muestran la estructura en la cual se instalarán el panel solar principal y el panel de diodos led. Se diseñó este modelo buscando dos propósitos, el primero, ensamblar fijamente la celda fotovoltaica y el segundo, permitir que el módulo de leds pudiera ser desplazado en dos direcciones, hacia adelante y hacia atrás, para conocer la distancia más efectiva entre iluminación y generación de electricidad.

Figura 34. Perspectiva frontal del panel generador.



Nota: Fuente elaboración propia

Figura 35. Perspectiva lateral del panel generador de electricidad de consumo.



Nota: Fuente elaboración propia

Figura 36. Módulo de diodos (luces led).



Nota: Fuente elaboración propia

Este panel cuenta con una pantalla en papel de aluminio en la parte posterior (Figura 36), con el objetivo de reflejar hacia el panel solar cualquier rayo de luz que pudiera llegar a su superficie. Obsérvese el soporte horizontal que le sostendrá y le permitirá desplazarse sobre la estructura de madera, en posición frontal a la celda fotovoltaica.

Figura 37. Perspectiva superior del módulo generador



Nota: Fuente elaboración propia

Figura 38 Perspectiva superior del módulo generador de electricidad



Nota: Fuente elaboración propia

Las figuras 37 y 38, detallan la forma en la que quedarán dispuestos tanto el panel solar como el módulo de luces led, con la facilidad para desplazar los leds hacia adelante o hacia atrás según lo requieran las diferentes distancias a experimentar.

Pruebas con exposición directa al módulo de luces led.

Para la realización de estas pruebas se instala el dispositivo al interior de un recinto totalmente oscuro, con el propósito de evitar cualquier rayo de luz externa que pudiera incidir directamente sobre el panel solar, llegando a alterar los datos que se van a obtener.

Figura 39 Registro: 1042 luxes



Nota: Fuente elaboración propia

Figura 40 Registro: 7.15 Vdc



Nota: Fuente elaboración propia

Figura 41 Registro: 0.21 mA



Nota: Fuente elaboración propia

Las figuras 39, 40 Y 41 muestran los datos logrados a una distancia de 10.5 cm.

Figura 42 Registro: 1126 luxes



Nota: Fuente elaboración propia

Figura 43 Registro: 6.81 V.



Nota: Fuente elaboración propia

Figura 44 Registro: 0.19 mA



Nota: Fuente elaboración propia

Los datos registrados en las figuras 42, 43 Y 44, se logran a una distancia de 7.5 cm.

Figura 45 Registro: 937 luxes



Nota: Fuente elaboración propia

Figura 46 Registro: 6.76 Vdc



Nota: Fuente elaboración propia

Figura 47 Registro: 0.18 mA



Nota: Fuente elaboración propia

En las figuras 45, 46 y 47, se evidencian las cifras obtenidas a una distancia de 4 5 cm.

Figura 48 Registro: 1612 luxes



Nota: Fuente elaboración propia

Figura 49 Registro: 9.09 Vdc



Nota: Fuente elaboración propia

Figura 50 Registro: 0.52 mA



Nota: Fuente elaboración propia

Finalmente, dentro de las longitudes viables de ser medidas tanto manual como visualmente, se logró una aproximación a 2.5 cm de distancia, lo cual, por la cercanía, no permitió una mejor imagen del registro del luxómetro.

En respuesta al planteamiento realizado a través de la técnica SCAMPER, en su concepto inicial de SUSTITUIR (figura 6):

¿Podría sustituirse la luz solar por otra fuente de iluminación, para producir energía eléctrica con celdas fotovoltaicas? La respuesta es sí. Algunas figuras comprendidas entre la No 39 y la No 50, registran unidades de medida eléctrica (Voltios y miliamperios) producidas por las celdas fotovoltaicas excitadas mediante luz led, sin la presencia de ninguna otra fuente de iluminación.

Tabla 3 Resultados de las pruebas iniciales

Fuente de iluminación	Luxes	Voltios	Mamperios	Watios
Luz solar directa		13.9	26.4	0.36
Luz ambiental diurna	396	6.93	0.39	0
Luz ambiental artificial	109.9	2.81	0.00	0
Luz directa con el panel de luces led.	1612	9.09	0.52	0

Nota: Fuente elaboración propia.

Para obtener el resultado en Watios, se utilizó la siguiente fórmula matemática:

$$\underline{(V) \times (mA)} = \underline{W}$$

Conclusiones de las pruebas preliminares.

Las pruebas preliminares permitieron obtener las siguientes conclusiones:

Los paneles solares al momento de ser expuestos a la incidencia de la luz solar directa, no arrojaron resultados nominales. Se presentaron diferencias tanto en el voltaje como en los miliamperios, lo que al final también afectó el resultado en vatios.

Explicación

El panel principal o generador de la energía eléctrica aprovechable, del cual destacan los datos registrados en la tabla No. 3, presenta las siguientes especificaciones técnicas: 12 Voltios; 160 miliamperios y 4.2 vatios. Sin embargo, en la exposición directa a los rayos solares, los datos registrados en la misma tabla, difieren con estos parámetros de la siguiente manera: Voltios: 13.9; miliamperios 26.4 y vatios 0.36. Obsérvense las figuras 12 y 13. Lo mismo ocurre con los paneles que cumplirán con la función de generar la electricidad de recarga y de alimentación de los diodos led, sus valores nominales no coinciden: 6 Voltios; 1 watio y 166 miliamperios; 2 vatios y 6 Voltios, Obsérvense las figuras 14, 15, 16 y 17.

Las celdas fotovoltaicas son sumamente sensibles frente al aumento o disminución, por leve que sea, de la luz que incide sobre ellas.

Se conoce que la eficiencia de los paneles solares sólo llega hasta aproximadamente un 20%, quizás un 25% en exposición directa a la luz solar, pero esa eficiencia disminuye drásticamente cuando la estimulación luminosa se aleja o es diferente a la luz del sol directa.

Explicación

Se evidencia en las cifras logradas durante cada una de las pruebas, donde el tiempo de diferencia entre los experimentos en plena radiación de mediodía, fue de tan sólo quince minutos y pasar de la radiación solar plena a una sombra ubicada a no más de metro y medio de distancia, supuso un cambio considerable en las unidades de medición eléctrica. Compárense las figuras 14 y 15 con las figuras 20 y 21.

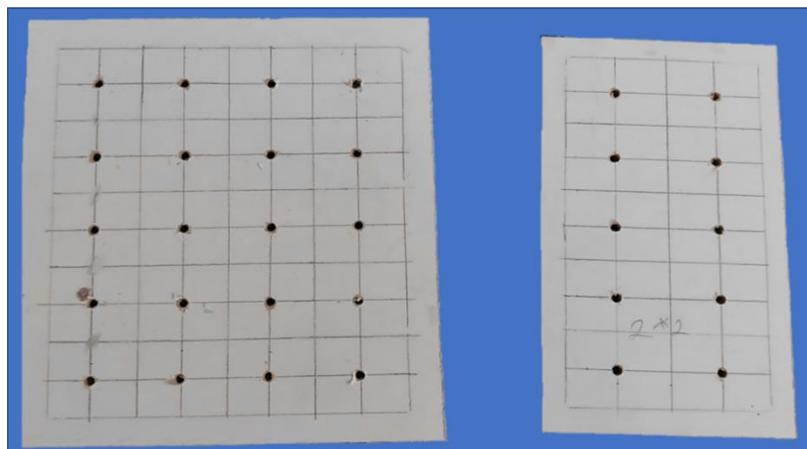
4. Aunque la eficiencia de los paneles solares cae abruptamente mientras más se alejen de la fuente luminosa directa del sol, como ocurrió durante las pruebas preliminares del presente proyecto, una intensidad luminosa muy cercana -los paneles led frente a la celda fotovoltaica- podría, posiblemente, aproximar de una manera significativa a los resultados esperados de eficiencia actual que logran dichas celdas en su exposición directa a la luz solar.

Sustentado en los registros arrojados durante las pruebas preliminares, donde la capacidad generadora de electricidad de las celdas fotovoltaicas ante la iluminación led, superó con creces tanto a la luz ambiental diurna como a la luz ambiental artificial nocturna, se procederá a la construcción del prototipo completo, según lo muestra el esquema electrónico y se procederá a realizar las pruebas pertinentes para conocer qué tan viable es como dispositivo generador de energía eléctrica eficiente mediante paneles solares y luz artificial.

CONSTRUCCIÓN DEL PROTOTIPO

Para construir el prototipo del dispositivo generador de energía eléctrica eficiente mediante paneles solares y luz artificial, es necesario construir y ensamblar una serie de piezas elaboradas manualmente, cuyo diseño ha sido concebido para lograr la estructura funcional del generador. Los materiales principales que se emplearán en la creación del prototipo son, a parte de los ya mencionados: madera, MDF, pintura, cinta para enmascarar, cinta transparente, cablearía eléctrica de diversos calibres (usada principalmente en proyectos o componentes electrónicos), interruptores de baja potencia, soldador de estaño, soldadura de estaño para electrónica, pintura en aerosol, tornillería de diferentes calibres (tornillos golosos), transformador de corriente alterna (110Vac-120Vac) a corriente directa (5Vdc).

Figura 51 Matrices espejo de los paneles solares



Nota: Fuente elaboración propia

En la figura 51, se pueden observar las matrices espejo de las celdas fotovoltaicas. Estas guías fueron diseñadas para colocar sobre ellas los diodos led, buscando una óptima posición frontal con respecto a los paneles, para que al momento de estar encendidos los leds, puedan iluminar de una manera uniforme toda la superficie de las celdas solares.

Sin embargo, en las pruebas para construir los módulos constituidos por los paneles y los leds, se pudo observar que, si se colocaba un espejo de fondo, debajo de las luces, se lograba obtener una ganancia de aproximadamente 0.3Vdc, gracias a la reflexión de la luz led desde el panel hacia el espejo, la cual rebotaba nuevamente, incidiendo con esta mínima ganancia eléctrica que, aunque pequeña, no dejaba de ser importante para los propósitos energéticos buscados en el experimento.

Esta exigua cantidad motivó a cambiar la matriz de MDF por matrices en vidrio-espejo. Los orificios que se observan en las matrices MDF, se realizaron para poder marcar a través de ellos, la cara posterior de los espejos y saber así la posición donde irían ubicados los diodos led sobre el vidrio.

Figura 52 Cara posterior del espejo con perforaciones.



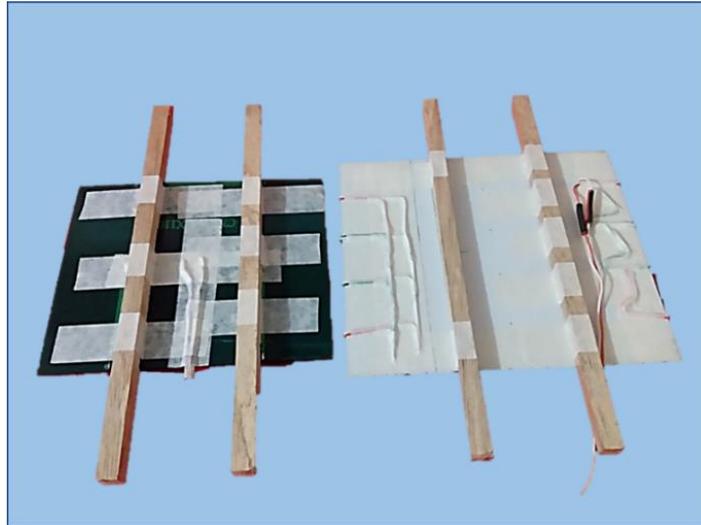
Nota: Fuente elaboración propia

Figura 53 Cara anterior (frontal) del espejo. con las perforaciones



Nota: Fuente elaboración propia

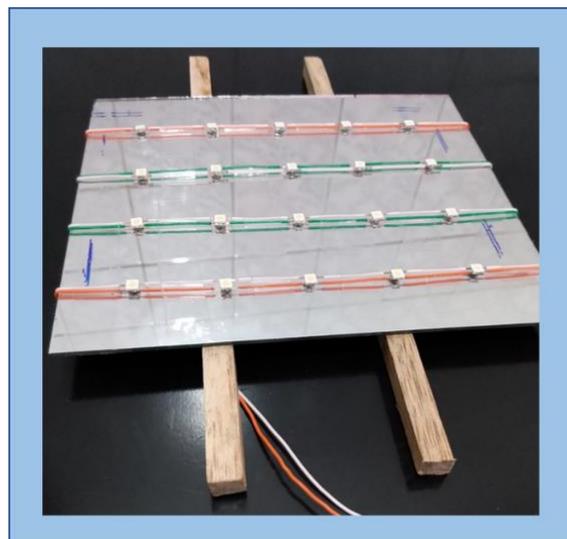
Figura 54 Vista posterior de los paneles de luces led y solar



Nota: Fuente elaboración propia

En la figura 54, se pueden observar las conexiones eléctricas y los soportes de madera que los unirán formando un único módulo consumidor-generator de electricidad.

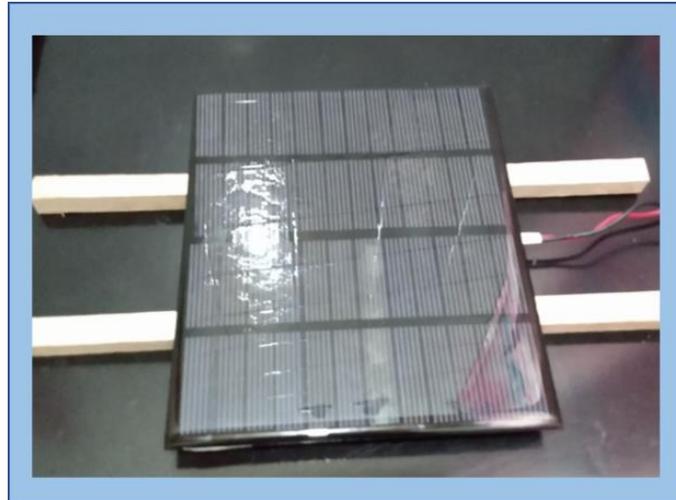
Figura 55 Panel de luces led visto por su parte frontal



Nota: Fuente elaboración propia

Se pueden observar los diodos y sus respectivas conexiones eléctricas.

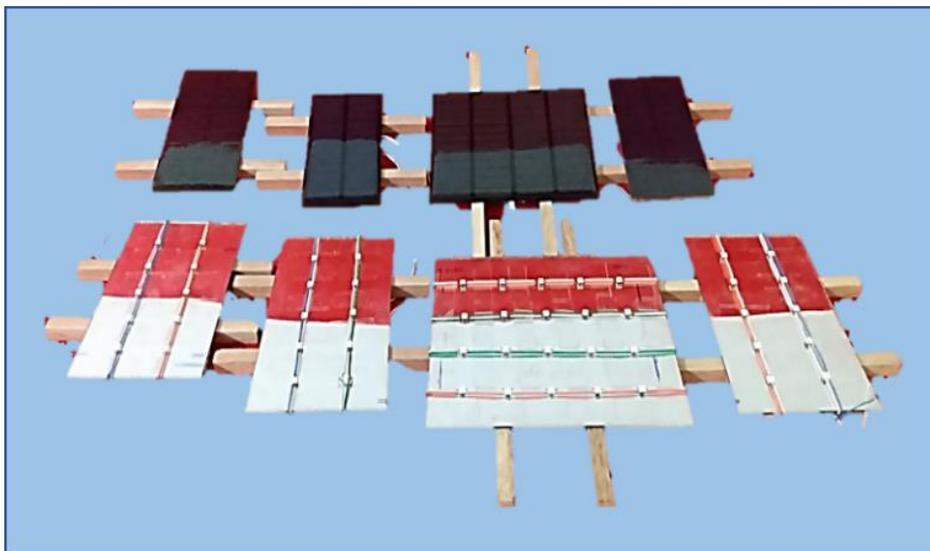
Figura 56 Vista frontal de la celda fotovoltaica principal



Nota: Fuente elaboración propia

Ésta será la encargada de generar la electricidad de consumo.

Figura 57 Conjunto de paneles solares e iluminación led



Nota: Fuente elaboración propia

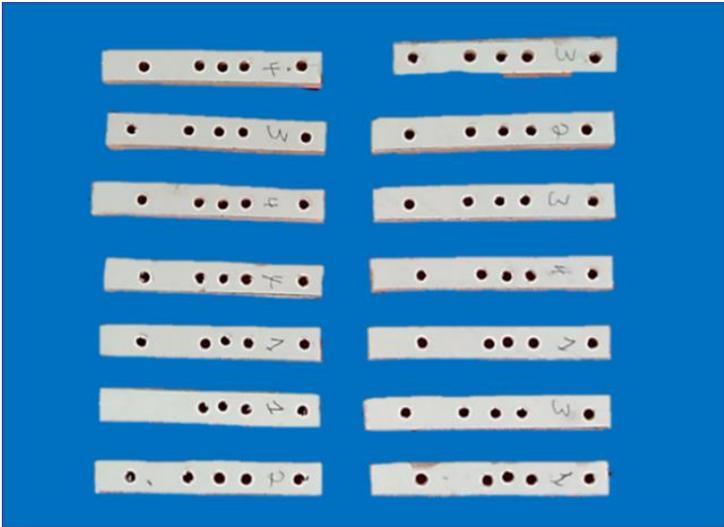
En esta figura están listos para armar los cuatro módulos generadores de electricidad.

Figura 58 Prueba del encendido y óptimo funcionamiento



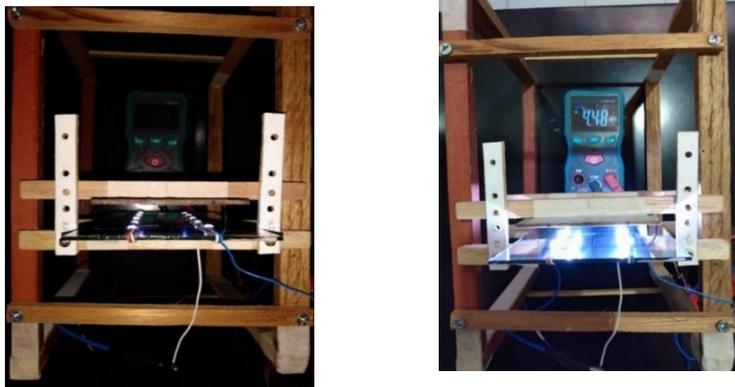
Nota: Fuente elaboración propia

Figura 59 Conjunto de guías



Nota: Fuente elaboración propia

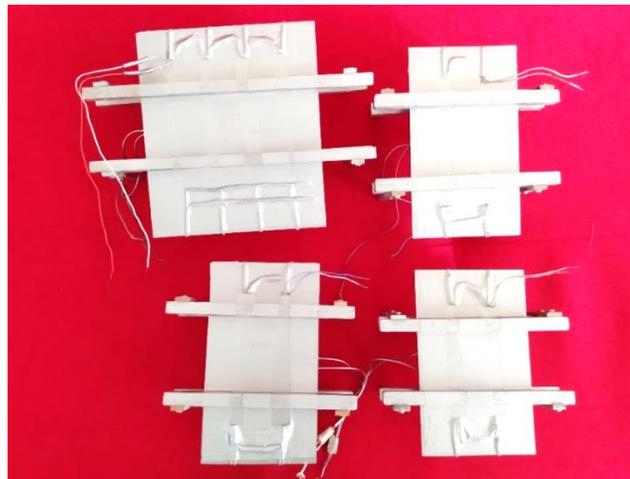
Figura 60 Módulos generadores sobre estructura de pruebas.



Nota: Fuente elaboración propia

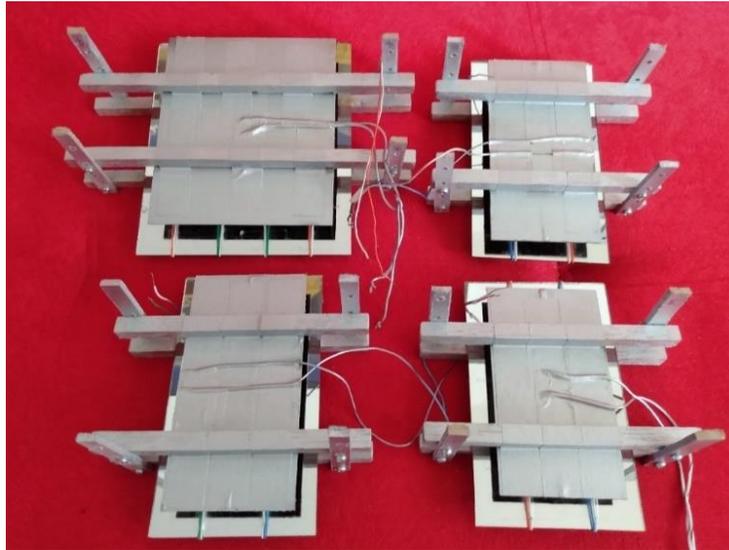
El objetivo de este proceso de ensamblaje, era lograr la distancia adecuada entre la celda fotovoltaica y las luces led para obtener una mejor eficiencia en la producción de electricidad. La distancia con mayor producción de energía, fue de 2.5 cm.

Figura 61 Vista superior de módulos generadores de electricidad.



Nota: Fuente elaboración propia

Figura 62 Vista inferior de los módulos



Nota: Fuente elaboración propia

Figura 63 Vista frontal de los módulos



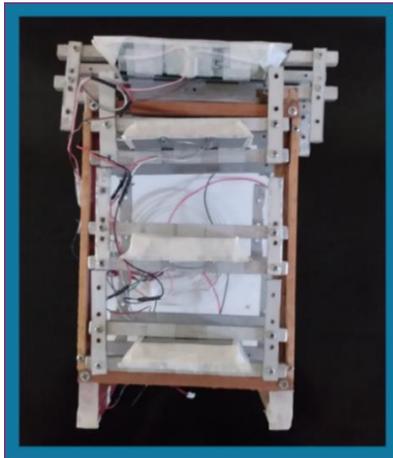
Nota: Fuente elaboración propia

En las figuras 61, 62 y 63, se pueden observar desde diferentes perspectivas, los cuatro módulos debidamente armados y listos para colocarse en la estructura de pruebas.

En respuesta al planteamiento realizado a través de la técnica SCAMPER, en su concepto de REORGANIZAR (figura 6): ¿Qué pasaría si este dispositivo fuera efectivo y generara energía eléctrica útil? Si el dispositivo hubiera generado electricidad útil, hubiera motivado

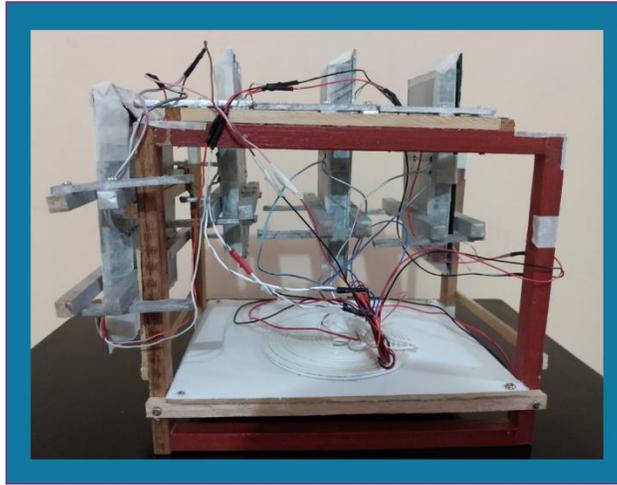
la realización de cambios sustanciales, llevándolo a ser un artefacto más compacto y más grande, buscando que su funcionalidad fuese beneficiosa para las necesidades y retos que plantea la realidad actual, en el contexto de las tecnologías que operan con bajo consumo de electricidad. También se hubieran realizado diseños donde la forma y el tamaño, aprovechando la versatilidad y fácil reubicación de los componentes electrónicos y la viable reorganización de toda la estructura del generador, fueran compatibles con ambientes y espacios de las más diversas clases. Sin embargo, pese a que esta respuesta se construye basado en este proyecto cuasi-experimental, se podrá persistir en esta investigación, trabajando para mejorar los resultados y conseguir que el dispositivo pueda convertir energía eléctrica eficiente, como un artefacto de innovación tecnológica que sustituya las actualmente conocidas, disminuyendo los impactos ambientales por ser una forma de energía renovable, al servicio del consumo humano en materia energética.

Figura 64 Vista superior del prototipo ensamblado



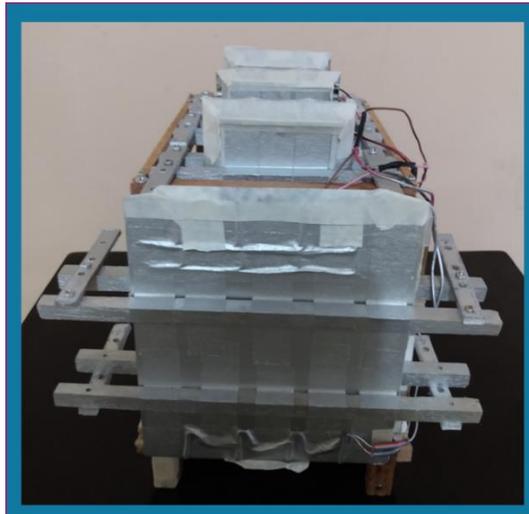
Nota: Fuente elaboración propia

Figura 65 Vista lateral de los módulos



Nota: Fuente elaboración propia

Figura 66 Vista frontal de los módulos



Nota: Fuente elaboración propia

Para el ensamblaje de los módulos generadores de electricidad, se utilizó madera, MDF, cinta de enmascarar, tornillería golosa y cablería eléctrica.

En respuesta al planteamiento realizado a través de la técnica SCAMPER, en su concepto de ADAPTAR O AJUSTAR (figura 6): ¿Qué pasaría si se adaptan materiales livianos para la construcción de la estructura del generador eléctrico mediante paneles solares y luz led?.

Para la construcción de la estructura que soportaría todos los componentes del prototipo, se pensó en utilizar piezas de aluminio o madera. Finalmente se tomó la decisión de utilizar madera, la cual era más versátil y maleable que el aluminio para esta estructura en particular. En su construcción se utilizaron segmentos de madera de nogal y placas de MDF, los cuales resultaron bastante livianos y permitieron su ensamblaje a través de tornillos golosos que podían penetrar la madera de una forma suave y rápida, sin la necesidad de haber tenido que usar el taladro para perforar las piezas de aluminio, lo cual hubiera demandado más tiempo, además que posiblemente se hubiera tenido que utilizar tornillos de rosca fina con tuerca para lograr un ensamblaje rígido en la estructura.

La armazón de madera fue liviana y soportó el peso de los módulos y de los otros componentes del dispositivo. Como se evidencia en algunas figuras anteriores, la base fabricada fue liviana, rígida y funcional, permitiendo que el prototipo no tuviese una sobrecarga y fuera sencillo su transporte.

El bajo peso de los componentes electrónicos evitó utilizar elementos estructurales de gran tamaño y complejidad, lo que favoreció adaptar la estructura interna con las columnas y los marcos de la montura.

Pruebas comparativas de la eficiencia del prototipo experimental

Luego de tener el prototipo técnicamente ensamblado, se procedió a realizar las respectivas pruebas de funcionamiento para determinar la eficiencia del dispositivo generador de energía eléctrica, mediante paneles solares y una fuente generadora de luz artificial, teniendo como referentes los dispositivos tradicionales de generación eléctrica solar.

Las pruebas se realizaron con una fuente de energía constante (fuente regulada de corriente directa) para medir los valores de amperaje y voltaje del dispositivo. Aunque se mencionan otros términos de orden técnico como amperaje de consumo y caída de tensión, la importancia sobre los datos a obtener, se concentró en los valores de amperaje y voltaje en términos generales, pues al final, son los valores de éstos los que determinarán si el dispositivo es eficiente en materia de generación de electricidad útil para solucionar necesidades en el consumo humano.

Figura 67 Prototipo en etapa de pruebas en recinto oscuro



Nota: Fuente elaboración propia

Figura 68 Vista superior del prototipo con datos del multímetro.



Nota: Fuente elaboración propia

La única fuente de luz durante estas pruebas (en recinto oscuro), fue la de los multímetros, pero no revestía afectación alguna sobre los valores a obtener.

En respuesta al planteamiento realizado a través de la técnica SCAMPER, en su concepto de PERMUTAR U OTRO PROCESO:

¿Qué otras necesidades pueden satisfacerse con este producto? Si bien, hasta este punto se ha podido observar un aparato cuya finalidad es proveer electricidad para el consumo de otros dispositivos electrónicos. No obstante, él en sí mismo, gracias a su producción de electricidad, podría transformarse en una fuente de iluminación automática para proveer luz en pasillos, habitaciones, caminos, bosques, etc. También podría llegar a servir como fuente de luz en situaciones de emergencias y desastres. Podría adaptársele una sirena y crear una alarma de evacuación en sectores poblados y asentados en las orillas de los ríos. También se podría adaptar como un sistema de sonido publicitario, musical o educativo, entre otros.

Tabla 4 Valores con fuente regulada

Datos Fuente regulada.	Voltaje.	3.7V
	Amperaje.	600mA.
	Caída de tensión.	2.83V.
	Amperaje de consumo.	490mA
Datos del generador (módulo principal).	Voltaje.	5.67V.
	Amperaje.	2.14mA
	Caída de tensión.	2.68V.
	Amperaje de consumo	1,91mA.
Datos de los módulos generadores de electricidad para la carga de la batería.	Voltaje.	5.50V
	Amperaje para la carga de la batería.	6.05 mA.

Fuente: elaboración propia.

En la tabla 4, se puede observar los datos obtenidos durante las pruebas con corriente directa constante, donde se perciben los valores correspondientes al prototipo, en donde los más importantes desafortunadamente, se encuentran en una escala más baja.

A continuación, se presentan algunos gráficos de las cifras obtenidas durante estas pruebas con corriente directa constante.

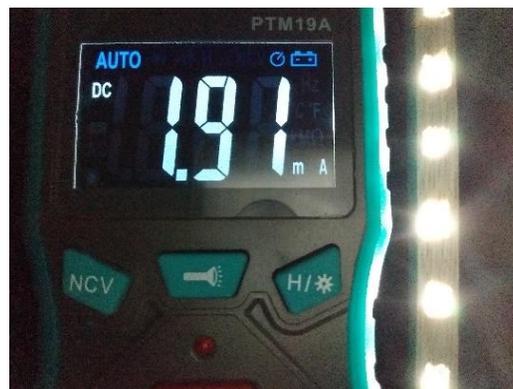
Figura 69 Voltaje de los módulos generadores de la electricidad.



Nota: Fuente elaboración propia

Se utiliza para cargar la batería de apoyo/arranque del sistema.

Figura 70 Registro de los miliamperios-módulo principal



Nota: Fuente elaboración propia

Se visualiza al lado del multímetro una tira de seis luces led, encendida con la electricidad que produce este panel.

Figura 71 Vista frontal en caja de aislamiento.



Nota: Fuente elaboración propia

Para realizar las pruebas relacionadas con la eficiencia y autonomía del funcionamiento del prototipo, se hace necesario colocarlo en el interior de una caja, donde la oscuridad era absoluta. De esta manera, se impide que destellos luminosos parásitos terminen alterando las mediciones.

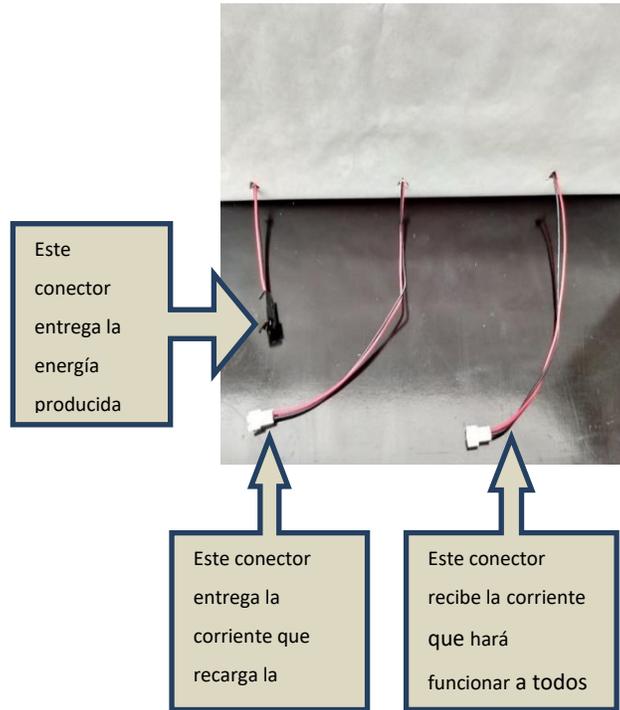
Figura 72 Prototipo encendido en caja de aislamiento.



Nota: Fuente elaboración propia

En la figura 72, se puede observar parte del brillo que despiden los módulos generadores encendidos, al interior de la caja que lo aislará de la luz externa.

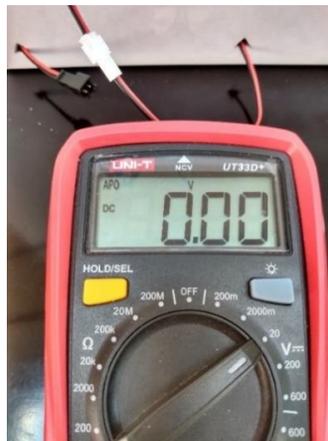
Figura 73 Conectores de alimentación eléctrica externa.



Nota: Fuente elaboración propia

En esta figura se puede observar cómo salen de la caja que contiene al generador, los conectores que se acoplarán a cada uno de los componentes externos.

Figura 74 Medición inicial de carga eléctrica.



Nota: Fuente elaboración propia

En la figura 74 se puede observar que, al momento de iniciar las pruebas con la batería de litio a plena capacidad de su carga eléctrica, se verifica en primera instancia que al interior del prototipo no exista circulación de electricidad alguna.

Tabla 5 Valores obtenidos con la batería de litio

Datos batería de litio.	Voltaje.	3.93 V
	Amperaje.	550 mA.
	Caída de tensión.	3.20 V.
	Amperaje de consumo.	890 mA
Datos del generador.	Voltaje.	5.83 V.
	Amperaje.	4.59 mA
	Caída de tensión.	3.0 V.
	Amperaje de consumo	2,44 mA.
Datos de los módulos generadores de electricidad para la carga de la batería.	Voltaje.	5.83 V
	Amperaje para la carga de la batería.	15.0 mA.

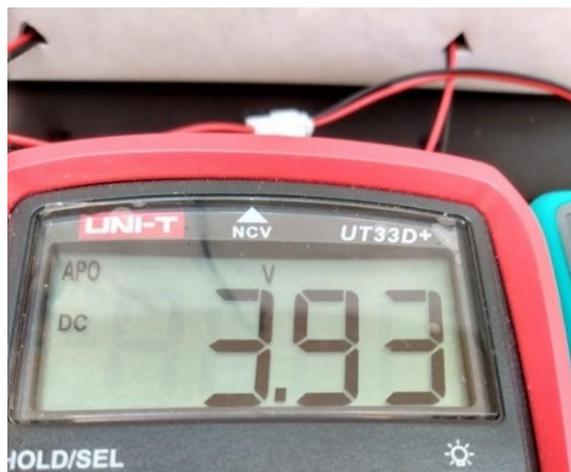
Nota: Fuente elaboración propia

En la tabla No 5, pueden observarse datos claros que corresponden a la eficiencia del dispositivo por el arranque que le brinda la batería de litio, con una carga óptima, incluso por encima de su valor nominal de 3.7 V (3.93 V). Teniendo en cuenta que ya no existía una carga de soporte del consumo de las luces led (1 watio por cada led y, entre 1.5 y 1.8 mA, donde estos leds funcionan a 3 voltios), la descarga fue bastante acelerada. Podría decirse que los valores contenidos en la tabla, se sostuvieron sin disminución considerable hasta el minuto con diez segundos aproximadamente, luego de haberse conectado la batería al sistema.

Después de ese tiempo, el descenso en todos los valores fue vertiginoso y la posibilidad de mantener en funcionamiento el sistema, recurriendo a la carga producida por los módulos cargadores, era absolutamente improbable. En ese momento, se apaga el sistema y se toma la decisión de integrarlo a un módulo cargador (TB:IOTMCU, v1.0, basado en el Circuito

Integrado: IC CN3065), especial para recibir carga de paneles solares, mientras recarga una batería y entrega corriente a un sistema que la va a usar.

Figura 75 Datos voltaje de batería de litio



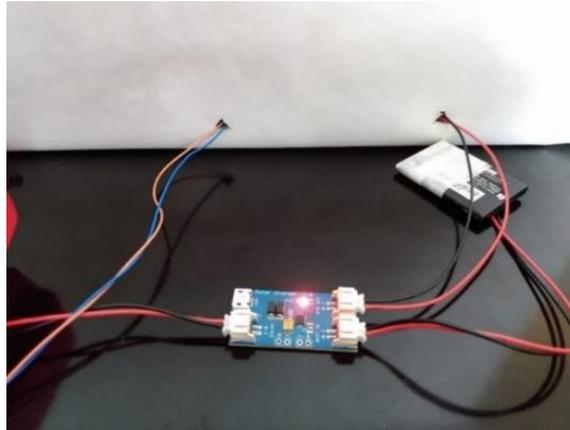
Nota: Fuente elaboración propia

Figura 76 Datos amperaje del generador



Nota: Fuente elaboración propia

Figura 77 Módulo cargador integrado al sistema



Nota: Fuente elaboración propia

La figura 77, muestra al módulo TB:IOTMCU, v1.0, conectado al sistema, con su indicador led rojo plenamente encendido, indicando que la acción de carga de batería se está llevando a cabo.

Tabla 6 Datos usando el módulo TB:IOTMCU, v1.0.

Datos batería de litio.	Voltaje.	2.90 V
	Amperaje.	330 mA.
Datos del generador.	Voltaje.	5.46 V.
	Amperaje.	2.44 mA
Datos de los módulos generadores de electricidad para la carga de la batería.	Voltaje.	4.41 V
	Amperaje para la carga de la batería.	3.7 mA.

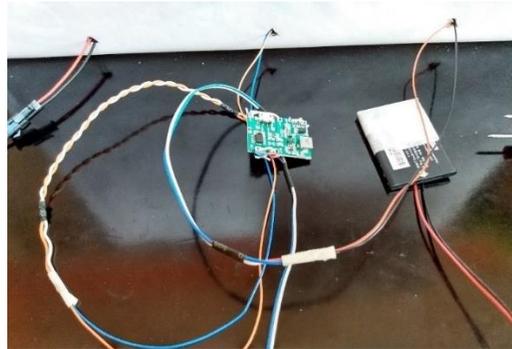
Nota: Fuente elaboración propia

De acuerdo con los datos registrados en la tabla No. 6, se presentó una ligera estabilidad en el sistema, posiblemente por un poco de ingreso de energía a la batería de litio a través del módulo TB:IOTMCU, v1.0. Cuando el indicador led de este circuito cargador se apagó,

mostraba que el dispositivo ya no tenía entrada de electricidad para seguir recargando la batería de litio. Con el riesgo de perder el funcionamiento del sistema, con el nivel de descarga que presentaba, se tomó la decisión de apagarlo y de sustituir al módulo v1.0 por el circuito TP4056 -también conocido como: Cargador DC-DC boost-, siendo éste igualmente un elemento electrónico con unas prestaciones de relativa eficiencia. No sólo era un cargador de baterías, si no que contaba con variación manual y elevación automática de voltaje, actuando también como una especie de ladrón de julios, donde posiblemente estas características, pudieran recuperar el funcionamiento del sistema.

No obstante, pese al esfuerzo, esta medida tampoco produjo resultados satisfactorios. El led indicador de carga de este dispositivo, indicó un poco de capacidad durante unos diez segundos para extinguirse totalmente.

Figura 78 Módulo TP4056, conectado al sistema



Nota: Fuente elaboración propia

Como las circunstancias no mejoraban, se tomó la decisión de intentar recuperar y mantener funcionando la alimentación eléctrica del generador a través del “Ladrón de Julios”.

Figura 79 Inducidos para construir el ladrón de julios.



Nota: Fuente elaboración propia

De las cuatro opciones presentadas en la gráfica 80, al momento de construir el dispositivo, se eligió al inducido de torta o “panqueque” (sin toroide de ferrita) porque fue el que brindó mejores resultados durante los experimentos.

A pesar de que el ladrón de Julios un componente con capacidad para extraer el remanente que queda de las baterías usadas, según referencia -en la página 60- de este texto, e incluso, con la propiedad de hacer brillar una gran cantidad de luces leds con tan sólo una pila gasta de 1.5 V, y sobre el cual se fundamenta gran parte de este proyecto; es claro reconocer que la conexión del dispositivo al sistema, no alcanzó a producir los resultados esperados; por tal razón se decide conectar este dispositivo en serie con el primer módulo cargador, produciéndose así una mejora en los resultados frente a un sistema que, aparentemente, ya había agotado todo su potencial energético.

En respuesta al planteamiento realizado a través de la técnica SCAMPER, en su concepto de ELIMINAR (figura 6): ¿Cuáles componentes se podrían reducir o eliminar al crear el dispositivo productor de energía eléctrica renovable mediante paneles solares y luz led? Uno de los componentes a eliminar del proyecto es el Ladrón de Julios. El rendimiento no

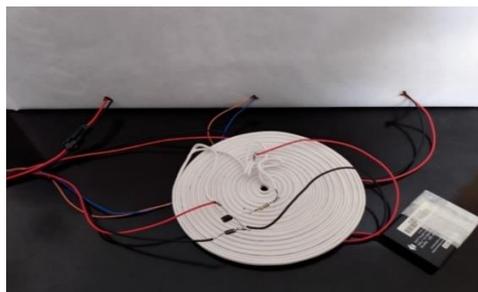
fue lo esperado, máxime cuando se creía que era un mecanismo primordial para el éxito de esta investigación.

En respuesta al planteamiento realizado a través de la técnica SCAMPER, en su concepto de MODIFICAR, MAXIMIZAR O MINIMIZAR (figura 6): ¿Con qué elementos puedo mejorar la eficiencia de la electricidad, producida en los paneles solares con luz artificial? Conociendo la capacidad del Ladrón de Julios para extraer electricidad remanente de las baterías agotadas, con voltajes por el orden de entre 1.5V y 3.5V., se decide utilizar este recurso técnico para maximizar la vida útil de la batería que daría arranque a todo el sistema y lo mantendría encendido mientras, simultáneamente, estaría en función de carga.

Pese a la teoría de la efectividad del ladrón de julios para actuar como “succionador” de electricidad de baterías gastadas y proveerla para su consumo, el resultado en esta investigación no fue favorable. Sin embargo, aunque por segundos, sí se logró registrar eficiencia en la electricidad producida al tener conectado al sistema, el módulo TB: IOTMCU, v1.0 (Figura 78).

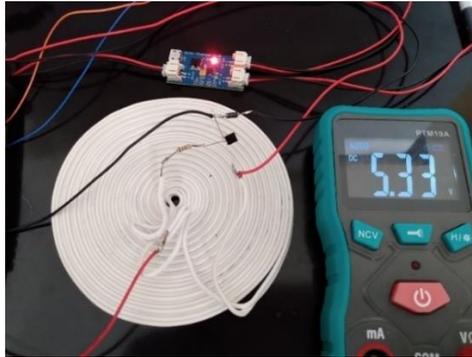
Tras replantear el uso del Ladrón de Julios y darle mayor importancia a otros componentes como el módulo anteriormente citado; también se deberá darle mayor importancia a la ubicación de los espejos que reflejan los rayos de luz incidentes para que el rendimiento de las celdas fotovoltaicas mejore y ello se vea representado en las unidades de medida eléctrica obtenidas.

Figura 80 Ladrón de julios integrado al sistema.



Nota: Fuente elaboración propia

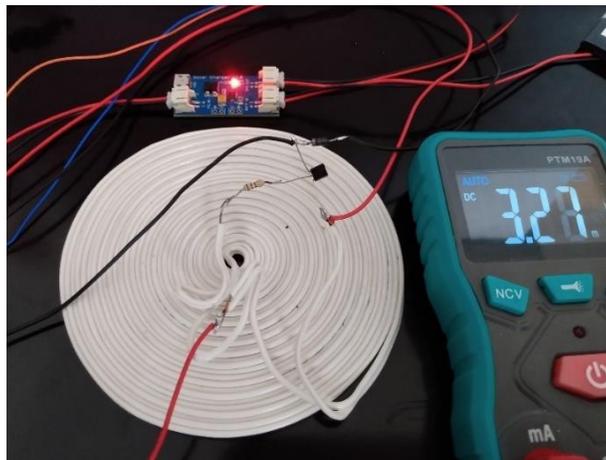
Figura 81 Datos con ladrón de julios integrado al sistema.



Nota: Fuente elaboración propia

Registro de los voltios logrados entre la combinación de un módulo cargador de baterías y el ladrón de julios.

Figura 82 Registro de miliAmperios



Nota: Fuente elaboración propia

Registro de los miliamperios obtenidos en la interacción entre el ladrón de julios y un módulo cargador de baterías.

Tabla 7 Registro de datos

Datos batería de litio.	Voltaje.	3.82 V
	Amperaje.	410 mA.
Datos del generador.	Voltaje.	5.75 V.
	Amperaje.	2.13 mA
Datos de los módulos generadores de electricidad para la carga de la batería.	Voltaje.	4.78 V
	Amperaje para la carga de la batería.	7.97 mA.

Nota: Fuente elaboración propia

En la tabla 7, se observan los resultados obtenidos al combinar el funcionamiento del ladrón de julios y un módulo cargador solar de baterías.

Comparando los datos anteriores con los resultados de la tabla No 6., algunas cifras arrojadas se presentan llamativas al darse esta interacción de carácter técnico. Una vez que se realizó este registro, se procedió a medir el amperaje existente en todo el sistema, presentándose rápidamente una caída de voltios y miliamperios, llegando a un nivel de pérdida inevitable, siendo la batería de litio la más afectada, ya que su voltaje disminuyó a aproximadamente 0.790 V y cero registro de mA, descargándose casi totalmente.

A esta altura del experimento, recuperar el funcionamiento del Dispositivo Generador de Energía Eléctrica, no fue posible, pues su componente de arranque (la batería de litio), no contenía la suficiente electricidad como para dar inicio al encendido de los leds; de haber podido encender los leds, estos no hubiesen, contado con la suficiente corriente como para recargar la batería y alimentarse eléctricamente a sí mismos.

Se utilizó el Ladrón de Julios, para intentar encender las luces led con la electricidad remanente de la batería de litio, pero no fue posible. Se hicieron varias combinaciones con los módulos TP4056, TB:IOTMCU, v1.0. y todas acompañadas por el Ladrón de Julios, pero ninguna dio resultado. De esta manera el experimento llegó a su fin, aquí no era viable

recargar la batería por otros medios y tampoco era viable volver a empezar las pruebas; lo que se estaba buscando se encontró a través de los datos obtenidos, llevando a la extinción del funcionamiento del prototipo; este hecho deja en evidencia que el aparato concebido en el presente proyecto, no era -al menos en la forma en que se concibió inicialmente- un generador de energía eléctrica verdaderamente eficiente, con capacidad para mantenerse funcionando y proveer un valor de energía eléctrica útil.

En respuesta al planteamiento realizado a través de la técnica SCAMPER, en su concepto de COMBINAR (figura 6): ¿Podrían combinarse paneles solares e iluminación led para generar electricidad útil?

La respuesta es sí, se pueden combinar paneles solares y luz led para generar electricidad, pero la energía producida, al menos en la de este experimento, no fue útil. Y, aunque la electricidad obtenida no dio los resultados esperados en materia de energía eléctrica eficiente, no quiere decir que investigaciones posteriores con el mismo prototipo o con otro diferente, pero con el mismo principio: paneles solares y luz led, no vayan a lograr mejores resultados.

8 RESULTADOS

En la actualidad, la búsqueda de energías alternativas a las de procedencia fósil o por otros medios tradicionales, se ha constituido en una necesidad a la que la humanidad ha venido dando respuesta a través de investigadores en las áreas de producción de energía eléctrica desde las fuentes más variadas y extrañas.

Esta investigación se propuso, desde un comienzo, en constituirse en un proyecto con resultados, aparentemente, muy favorables tanto para los seres humanos como para el mismo ambiente, pretendiendo llegar al final con la posible construcción de una innovación o dejando un documento que pudiera lograr convertirse en una fuente de referencia para quienes decidieran llegar a interesarse en el campo energético alternativo, pero por caminos similares.

En este proyecto se buscaba construir un prototipo para determinar la eficiencia de un dispositivo experimental generador de energía eléctrica, donde el principio de transformación de energía fuera mediante paneles solares y cuya fuente de generación fuera la luz artificial.

También se buscaba diseñar un dispositivo experimental, y establecer con él las diferencias significativas entre su eficiencia como generador eléctrico a base de paneles solares y luz artificial, comparado con otros dispositivos generadores de electricidad aprovechando directamente la luz del sol.

Por último, se buscaba analizar la viabilidad de poder construir un dispositivo generador de electricidad, una innovación o un invento, con fines comerciales.

Cuando se llegó al final de la investigación, se brindaron las respuestas requeridas de acuerdo a lo contemplado en los objetivos del proyecto:

Con respecto al objetivo general:

“Determinar la eficiencia de un dispositivo experimental generador de energía eléctrica, donde el principio de transformación de energía sea mediante paneles solares y cuya fuente de generación sea la luz artificial.”

La eficiencia (*capacidad para realizar o cumplir adecuadamente una función*) que se obtuvo durante la experimentación, (*evaluación de la potencia en Watios obtenidos mediante la producción de Voltios y mAmperios durante el desarrollo del proyecto*) en términos de potencia de auto-consumo para poder funcionar, fue de 4.7 W; y la potencia producida (*energía aprovechable para hacer funcionar otros equipos*) fue de 2.76 W; lo cual nos lleva a determinar que el equipo experimental no es eficiente, pues requiere de más potencia para su funcionamiento que el beneficio energético que produce en forma de energía eléctrica aprovechable.

Con respecto a los objetivos específicos:

“Diseñar un dispositivo experimental generador de electricidad cuyo principio de transformación de energía sea mediante paneles solares y fuente de generación de luz artificial.”

Se logró construir un prototipo físico y funcional a baja escala, sobre el cual existen registros gráficos en el presente documento. Este equipo se construyó de la manera en la que se había concebido a través de los diseños electrónicos y el esquema general del generador. Todos los componentes necesarios para su construcción, fueron adquiridos comercialmente y los que no existían, fueron elaborados artesanalmente. El artefacto logró producir electricidad aprovechable, pero en una cantidad y por tiempo muy limitados.

“Establecer las diferencias significativas entre la eficiencia del dispositivo generador de energía eléctrica experimental cuyo principio de transformación de energía es mediante paneles solares y fuente de generación la luz artificial con respecto a la eficiencia de dispositivos generadores de energía eléctrica, pero con luz solar.”

Para responder a este objetivo, se realiza una indagación en internet sobre equipos portables de energía solar. En esta búsqueda se llega al portal de mercadolibre.com, y se accede al producto alojado en la siguiente dirección: <https://n9.cl/vifno>.

Se escoge este producto para realizar la comparación, teniendo en cuenta que es una innovación que funciona produciendo electricidad directamente con paneles solares en exposición directa a la luz solar. Entre sus parámetros de capacidad eléctrica, cuenta con una capacidad de 3 Watios, 6 Voltios y 4 Amperios hora. Este es un producto comercial y con garantía funcional, sobre el cual se ofrece una eficiencia en prestaciones que comprende, entre otros: la carga de 4 artefactos simultáneamente, capacidad para mantener encendidas tres luces led de alta intensidad durante 20 horas, un reproductor Mp3, durante 10 horas y un radio FM durante 30 horas, etc. En comparación, el equipo experimental superó al equipo comercial en 6 Voltios (logró producir 12), pero sólo logró un valor de 2.76 Watios y en Amperios apenas obtuvo unos 23 miliamperios.

En esta comparación, el desbalance (en las tres unidades de medida: Voltios, Watios y Amperios) que presenta el equipo cuasi-experimental comparado con el equipo comercial, es significativamente bajo en resultados de potencia, influyendo principalmente el parámetro de la Intensidad (los Amperios). La potencia producida por el dispositivo de la investigación, sólo fue capaz de encender una tira de seis luces led por un poco periodo de tiempo, con una intensidad luminosa relativamente baja. Por lo anterior, comparativamente, el equipo experimental no está en condiciones de lograr una potencia eficientemente funcional, comparado con un equipo comercial que genera electricidad a través de paneles solares excitados con la luz solar.

“Analizar la viabilidad de construir con fines comerciales un dispositivo generador de electricidad eficiente cuyo principio de conversión sea mediante paneles solares y la fuente de generación sea luz artificial.”

La respuesta a este objetivo, teniendo en cuenta los resultados del objetivo principal y el objetivo específico No 2., por el momento no se hace viable la creación del prototipo con

alguna clase de pretensión comercial, sólo, por ahora, es un equipo para ser utilizado como una base experimental. Tratar de lograr un generador de características similares, pero más eficiente, requeriría, igualmente, un incremento exponencial tanto de los diodos led como de la energía necesaria para encender el sistema, lo cual podría llevar a obtener resultados similares a los logrados durante la presente investigación, solo la continua perseverancia en la investigación con resultados satisfactorios, podría convertir a este equipo en un producto factible de ser escalado al concepto de innovación.

Como respuesta, a la pregunta problema

¿Cuál es la eficiencia de un dispositivo generador de energía eléctrica, cuyo principio de conversión sea mediante paneles solares y fuente de generación la luz artificial, teniendo como referentes los dispositivos tradicionales de generación eléctrica solar?

Luego de la experimentación se puede concluir que:

La eficiencia del dispositivo construido es negativa (-1.9W). Se requieren como mínimo 10W (Wattios) de generación de potencia para que este artefacto cumpla con la satisfacción energética de su propio funcionamiento (encendido de las 50 luces led en su máxima intensidad luminosa y recarga de la batería) y pueda producir un excedente realmente efectivo -los otros 5W, energía aprovechable-, para ser utilizado en beneficio de satisfacer necesidades humanas y contribuir a la preservación del medio ambiente.

9 DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Dentro de las pretensiones de esta investigación se logran dos propósitos que constituyen un punto de partida para futuras investigaciones:

El primero es la existencia real de un dispositivo sobre el cual se podrán seguir realizando experimentos en búsqueda de los objetivos iniciales contemplados en el proyecto.

El segundo propósito, dio origen al conocimiento de carácter técnico, que entra a estar disponible para aquellos que tengan una idea similar y decidan explorar caminos para llegar a ella, aprovechando lo aprendido en esta investigación.

En primer lugar, se logra la construcción de un prototipo que permitió realizar las pruebas que brindaron respuesta sobre la eficiencia y viabilidad de lograr una innovación en este campo de la tecnología electrónica. Llegar a esta instancia supuso un reto muy grande por lo que significaba darle forma física a un artefacto que sólo existía en unos planos, que era sólo teoría y del cual no se tenía referencias previas para haber iniciado su desarrollo respaldado en información complementaria.

Para el análisis de resultados, se parte de las cifras obtenidas durante las pruebas realizadas con cuatro fuentes de alimentación diferentes:

Alimentación a través de fuente de corriente directa regulada.

Alimentación a través de batería de Iones de litio,

Alimentación a través de batería de Iones de Litio, reforzada con el módulo TP4056

Alimentación con batería de litio, reforzada con el Ladrón de Julios y el módulo (TB:IOTMCU, v1.0, basado en el Circuito Integrado: IC CN3065).

Alimentación a través de una fuente de corriente directa regulada.

Se utilizó una fuente de Corriente Directa Regulada en la primera prueba para verificar el correcto y continuo funcionamiento, con parámetros eléctricos estables que sirvieran como datos precisos para comparar los datos resultantes en las pruebas siguientes, además de servir como indicadores de lo que sería el funcionamiento normal y eficiencia energética producidos por el prototipo. Los parámetros obtenidos fueron:

Tabla 8 Parámetros eléctricos con fuente regulada

Fuente Regulada	V. CD: 3.7	mA: 550	Caída de T. 2.83 V	mA. de consumo: 490
Generador de electricidad aprovechable.	V. CD: 5.67	mA: 2.14	Caída de T. 2.68 V	mA. de consumo: 1.91
Módulos de recarga de la batería.	V. CD: 5.50	mA: 6.05		

Nota: Potencia (W) = 3.7 x 0.550 = 2.03 Watios Fuente: Elaboración propia.

Alimentación a través de batería de Iones de litio

Tabla 9 Parámetros eléctricos con batería de litio

Batería de Iones de Litio	V. CD: 3.93	mA: 550	Caída de T. 3.20 V	mA. de consumo: 890
Generador de consumo	V. CD: 5.83	mA: 4.59	Caída de T. 3.0 V	mA. de consumo: 2.44
Módulos de recarga de la batería.	V. CD: 5.90	mA: 15.0		

Nota: Potencia (W) = 3.93V x 0.550mA = 2.16 Watios. Fuente: Elaboración propia

Recarga de la batería y alimentación de los diodos led, a través de los módulos solares y el módulo TB:IOTMCU, v1.0.

Tabla 10 Parámetros eléctricos módulo inversor

Batería de Iones de Litio	V. CD: 2.90	mA: 330
Generador de consumo	V. CD: 4.0	mA: 2.44
Módulos de recarga de la batería.	V. CD: 4.41	mA: 3.7

Nota: Potencia (W) = 2.90V x 0.330mA = 0.95 Watios. Fuente: Elaboración propia

Alimentación con batería de litio, reforzada con el Ladrón de Julios y el módulo (TB:IOTMCU, v1.0, basado en el Circuito Integrado: IC CN3065).

Tabla 11 Parámetros eléctricos módulo y ladrón de julios

Batería de Iones de Litio	V. CD: 3.82	mA: 410
Generador de consumo	V. CD: 5.75	mA: 2.13
Módulos de recarga de la bat.	V. CD: 4.78	mA: 7.97

Nota: Potencia (W) = 3.82V x 0.410mA = 1.56 Watios. Fuente: Elaboración propia

Las cuatro tablas de registros presentan cifras en cada uno de los parámetros, consecuentes, principalmente, con la fuente de alimentación de las luces led. En las pruebas realizadas con la fuente regulada (tabla 8), aunque todos los valores fueron constantes, estos no dejaron de presentar leves fluctuaciones, posiblemente relacionadas con variaciones en la intensidad de los diodos led, lo cual pudo ocasionar la respuesta altamente sensible de las celdas fotovoltaicas y con ello las cifras registradas.

No por ser la fuente regulada, se presentaron los números más altos. Si se contempla la Tabla No. 9, allí se registran todos los valores más elevados que se obtuvieron durante las pruebas. Esta diferencia, considerable evidenciada en una baja escala numérica, confrontó el nivel de eficiencia de ambas fuentes: la regulada y la batería de Litio, donde la eficiencia de la segunda fue la que impulsó y llevó al prototipo a dar sus mejores efectos de

funcionalidad; aunque relativamente es poco el alcance, reflejado en el parámetro de la potencia (2.16 Watios); se demuestra que es posible conseguir resultados en instancias o procesos donde no se creía posible hacerlo.

En la tabla No. 10, aparecen datos que marcan el descenso acelerado de todos los parámetros que se están midiendo en el sistema, y de no haberse apagado el prototipo, las cifras obtenidas en las tablas 10 y 11 no se hubieran podido obtener, pues el descenso en los parámetros de la electricidad que circulaba por todo el sistema, amenazaba en llegar a un punto de no retorno. Ahora, ¿por qué puede verse como definitiva y preocupante esta apreciación de no retorno? La respuesta es obvia y se debe a que una de las pretensiones del presente proyecto, era lograr un grado de autonomía, una especie de fuente de electricidad inagotable; así se deja ver en la introducción de la presente investigación:

“...brindándoles una fuente de electricidad a un costo muy económico y mientras los componentes del generador no se desgasten, se podrá obtener electricidad de manera libre y constante...”, “de acuerdo a las necesidades del usuario, podrían hacer de éste, un dispositivo generador sin precedentes entre los que producen electricidad, la cual siempre estará allí, independiente y disponible, sin necesidad de conexión a otro sistema alimentador; como un manantial que brota desde la tierra y que pese al discurrir de los años, pareciera que su fuente no tiene fin”.

Al no lograr que el funcionamiento del generador fuera constante y sólo dependiera de su batería interna para darle arranque y soporte a las luces led y, por ende, a los paneles solares que lo realimentan, éste no tendría viabilidad alguna, de allí la necesidad de utilizar una sola batería con carga única. Se esperaba que el ladrón de julios, en primera instancia, fuera la ayuda que precisaba el generador para mantener la iluminación de sus diodos led de una manera eficiente y permanente mientras cargaba la batería con los paneles solares.

Los módulos que se supone, como el caso del TP4056, el cual se cree debería de haber sido más efectivo que el Ladrón de Julios y el módulo TB:IOTMCU, v1.0, IC CN3065, no

son garantes que van a ser efectivos en toda necesidad electrónica que demande de su instalación.

El ladrón de Julios no sirvió inicialmente como se esperaba, pero sí funcionó en conexión directa con el módulo TB:IOTMCU, v1.0, produciendo un resultado que, aunque leve, se constituye en un dato promisorio para futuras investigaciones. La actuación de este elemento, recuerda situación similar ocurrida en la investigación de Fonseca (2017), donde el ladrón de Julios por sí solo no brindó gran aporte, pero si lo hizo cuando fue potenciado con un “Boost Converter”, igual que ocurrió en esta investigación.

Este dispositivo -el Ladrón de Julios- tampoco mejoró el rendimiento del módulo generador de electricidad -aprovechable- para el consumo y, por el contrario, su conexión disminuía aún más los pocos parámetros que éste producía.

La poca efectividad del ladrón de Julios durante el desarrollo de las pruebas de esta investigación, es ratificada también por el uso minúsculo que le dieron Ávila, Gutiérrez, Tapia y Araoz (2020) en su trabajo que buscaba encender un diodo led con un motor Stirling, potencializado por un Ladrón de Julios.

Una vez que se llega a esta instancia, se procede a buscar el grado de eficiencia generadora de electricidad del prototipo y para ello se utiliza una batería de Ion Litio de 3.4 Voltios y 5 Amperios, para optimizar el rendimiento de todo el sistema y hallar los valores más cercanos a su máxima capacidad. Se enciende el sistema de las luces led y con una conexión en serie del amperímetro, en la escala de 10 Amperios, se mide el amperaje demandado por todas las luces led, lo cual arroja como resultado 1.4Ah (Amperios hora) de consumo. Las cifras anteriores permiten calcular la potencia de consumo:

$$3.4V \times 1.4A = 4.7W$$

En este caso, la potencia de funcionamiento requerida por el sistema es de 4,7 watos.

Se miden los parámetros producidos por los paneles solares:

$12V \times 0.23mA. = 2.76W$ (wattios).

Si a los datos anteriores le agregamos el consumo que demanden los circuitos inversores (módulos TP4056 y TB:IOTMCU, v1.0, IC CN3065), el o, los Ladrones de Julios y demás conexiones eléctricas, posiblemente el sistema podría demandar entre 1 o 2W más de consumo. Mientras tanto, se deja la conclusión con las cifras halladas, donde: $2.76W - 4.7W = -1.9W$, lo cual responde la pregunta:

¿Cuál es la eficiencia de un dispositivo generador de energía eléctrica, cuyo principio de conversión sea mediante paneles solares y fuente de generación la luz artificial, teniendo como referentes los dispositivos tradicionales de generación eléctrica solar?

La eficiencia del dispositivo construido para responder esta pregunta: es una eficiencia negativa (-1.9W). Se requieren como mínimo 10W (wattios) de generación de potencia para que este artefacto cumpla con la satisfacción energética de su propio funcionamiento (encendido de las 50 luces led en su máxima intensidad luminosa y recarga de la batería) y pueda producir un excedente realmente efectivo para ser utilizado en beneficio de satisfacer necesidades humanas y contribuir a la preservación del medio ambiente.

El método empleado, sustentado en los cuatro lineamientos teóricos y prácticos contenidos dentro del marco metodológico, como lo son: el planeamiento y la exploración, la síntesis, la ejecución del proyecto experimental y la realización de pruebas y verificación, brindaron una plataforma de acción debidamente planificada que llevó al feliz término de dos logros primordiales: el primero, un artefacto para poder realizar la experimentación requerida y, el segundo, unas pruebas a través de las cuales se lograron resultados que arrojaron datos de la eficiencia funcional.

Construir el generador eléctrico eficiente mediante paneles solares y luz artificial, supuso un reto que llevó a la construcción de una artesanía tecnológica de carácter auténtico, donde todo, excepto los componentes electrónicos en su forma individual, fueron construidos

pensando en una integración que llevaría al resultado de la generación de energía eléctrica eficiente.

Durante el desarrollo del artefacto, se aplicaron todas las preguntas correspondientes al acrónimo de la técnica de creatividad SCAMPER (figura 5), creada por Bob Eberle. En todos los pasos, desde los teóricos hasta los prácticos, fue necesario realizar Sustituciones de paneles solares, de soportes de madera, de componentes electrónicos; se Combinaron leds en matrices de diferentes patrones, se combinaron espejos buscando una mejor reflexión para optimizar el rendimiento de las celdas fotovoltaicas; se Adaptaron pantallas reflectoras de luz led buscando una mayor intensidad en la luz de los paneles de diodos led, se adaptaron diferentes tipos de inducidos tanto para construir el ladrón de julios como en la experimentación que buscaba incrementar los miliamperios que provenían de las unidades fotovoltaicas; se Minimizaron componentes electrónicos para reducir el requerimiento del consumo al cual podrían verse abocados tanto los módulos generadores de la energía de recarga de la batería, como el consumo demandado a la misma. Mucho del tiempo invertido, se dio en cortar y recortar piezas de madera y MDF, en cortar y recortar espejos, en medir distancias de los paneles de luces led a los paneles solares, Reacomodándolos hasta hallar una sincronía aceptable. El hecho que una distancia con la otra no hubiesen dado cifras satisfactorias, suponía, de entrada, Eliminar esas distancias y Sustituirlas por otras nuevas. Buscando mejorar la luz led que excitaba los paneles solares, a parte de los espejos y del papel aluminio, también se Adaptó una pantalla difusora de luz led, la misma que se emplea en las luminarias de esta clase de luz y cuyo sistema de acoplamiento es el empotrado en paredes o en cielos falsos.

Así mismo ocurrió en cada uno de los pasos de construcción del aparato y durante las pruebas respectivas. Esta es una creación auténtica que requirió muchas horas de trabajo y muchas horas de ensayo antes de poder contar con un producto final óptimo que permitiera realizar las pruebas relacionadas con la investigación. En la construcción del prototipo, teniendo en cuenta la naturaleza de la Maestría de Creatividad e Innovación en las Organizaciones de la Universidad Autónoma de Manizales, se puede evidenciar que la creatividad exigida para que ello fuera posible, fue considerable y no sólo se hace

referencia al contenido teórico, sino también a las evidencias gráficas, logrando de esta manera, como resultado general, la existencia física, tangible y ponderable, de un dispositivo que inicialmente fue sólo una idea.

Dentro de las limitaciones que más dificultad causó dentro del desarrollo de la investigación, fue la ausencia de literatura cercana a la esencia del proyecto: la creación de un artefacto generador de electricidad, usando para ello paneles solares y luz artificial a través de diodos led. Se hicieron consultas en idioma inglés, francés y español, así como en revistas especializadas como Scielo, Redalyc y Science.

También se utilizó Google académico y el propio repositorio de la Universidad Autónoma de Manizales, pero al final no se logró hallar papers u otras fuentes de información alusivas a esta clase de experimentación. Existe información en abundancia que lleva a los conceptos de la investigación, pero no de manera integral hasta una exploración con características similares, si no alusiva a cada una de sus partes por separado. Lo anterior no quiere decir que no exista otra investigación con características similares, es probable que puedan existir y, quizás en una gran cantidad, pero aún no sean conocidas públicamente o no se les haya brindado la difusión e importancia que requieren. También la diversidad de idiomas podría hacer que conceptos como panel solar o iluminación led, siendo los mismos objetos, se conozcan de forma muy diferente dentro de áreas de investigación en las más variadas ubicaciones geográficas.

Lo anterior hizo que gran parte del conocimiento sobre la funcionalidad integral del prototipo, fuera creando su propio camino.

Este desconocimiento también limitó para poder establecer semejanzas y diferencias con respecto a los resultados obtenidos por otras investigaciones que pudieran ser similares.

Un aspecto que posiblemente constituya una gran limitación al momento de realizar esta clase de equipos basados en la tecnología de celdas fotovoltaicas, es su bajo nivel de eficiencia actual (entre un 20 y 25%), pues se requieren grandes áreas cubiertas por paneles

solares para poder lograr cantidades significativas de energía eléctrica que pueda usarse para el consumo cotidiano de las personas.

Las posibilidades de aplicar los resultados obtenidos durante esta investigación en otros contextos, son muy variadas, principalmente en el área de las tecnologías que buscan constantemente aplicaciones para sustituir las fuentes actuales de energía, por ejemplo: baterías más livianas y menos contaminantes. También, los resultados de esta investigación, podrían llevar al desarrollo de equipos con funcionamiento a través de la alimentación eléctrica, con un mínimo consumo en electricidad para un igual o más eficiente trabajo.

10 CONCLUSIONES

La actual eficiencia y calidad de los paneles solares que se adquieren comercialmente no es óptima para emprender esta clase de proyectos.

El circuito electrónico llamado “Ladrón de Julios”, no logra optimizar el rendimiento de las luces led como para darle funcionamiento continuo y generar electricidad a dispositivos que sean creados de manera similar al generador de este proyecto.

Los valores nominales atribuidos a estas piezas de funcionalidad electrónica (paneles solares), presentan unas diferencias que, aunque no muy considerables, sí podrían llegar a afectar significativamente la idea de negocios o el desarrollo de investigaciones a través de esta clase de tecnología.

No es viable, por el momento, construir un dispositivo generador de energía eléctrica eficiente mediante paneles solares y luz artificial, pensando en términos comerciales, con visión de artefactos personales y portables.

Sólo con una mayor eficiencia en la generación de electricidad por parte de las celdas fotovoltaicas, sería posible emprender proyectos de este tipo: con fines comerciales y favorabilidad ambiental.

Aún se requiere mejorar la eficiencia de las luces led en los aspectos que permitan que su intensidad luminosa aumente, sin la necesidad de requerir un mayor voltaje y que, aunque ya produzcan muy bajo calor, las luces led de alta intensidad, se calienten menos, pues ello mejoraría el rendimiento de las baterías.

La construcción de este prototipo y todo el trabajo e investigación en torno suyo, demuestran que, en un momento, posiblemente muy cercano, sí se pueda construir este tipo de generadores que utilicen la luz artificial como medio para generar electricidad beneficiosa para el medio ambiente y efectiva en el consumo de las actividades humanas.

De llegar a fructificar una investigación con objetivos similares y la misma esencia de este proyecto: electricidad mediante luz led y paneles solares, podría estarse logrando una independencia parcial del consumo de la red eléctrica pública o privada para los consumidores que requieren del uso de esta clase de energía.

Durante la realización de esta investigación, se logró aprender que no siempre es fácil obtener información cuando se trata de ideas nuevas y que muchas de las preguntas que van surgiendo, sólo es posible responderlas a medida que se profundiza en la propia exploración.

La indagación permitió aprender algo muy importante, mucho más allá del proyecto mismo: que a través de este camino -el de la investigación-, lo que se investiga no siempre dará los resultados previstos y se debe de estar preparado para aceptar que este desenlace también es una realidad que vale la pena conocer; que no conseguir lo que se creía que era, también servirá para que aquellos que investigan en la misma área o similares, conozcan sobre lo logrado y reempresen o realicen los ajustes necesarios en sus propias investigaciones.

La variedad de posibles usos que podría significar una innovación como la que se estaba buscando a través de esta investigación, con todos sus posibles beneficios, amerita que el trabajo se retome y pase de ser una exploración puramente universitaria a una búsqueda de un objetivo en pro de calidad para la vida humana y del bienestar del planeta.

Esta investigación permitió construir un gran cúmulo de conocimientos para el investigador, lo que conlleva una gran responsabilidad: continuar con la indagación y no claudicar hasta lograr la creación de una innovación tecnológica o que, en definitiva, la lógica de la razón técnica determine que el proyecto es sólo una utopía.

11 RECOMENDACIONES

Se debe de continuar con esta investigación, su potencial es grande y posiblemente aquí se encuentre una propuesta muy novedosa, interesante y viable para la futura generación de energía eléctrica para necesidades de bajo consumo. Cuando se hace alusión a su potencial, es porque a medida que transcurre el tiempo, los avances en la tecnología de celdas fotovoltaicas, principalmente en los materiales de los cuales están hechas y la mejora notable en su producción de electricidad, son muy promisorios. Y desde lo económico como una posible innovación o desde lo ecológico como una fuente de energía eléctrica limpia, sus posibilidades de beneficio serían muy amplias en un contexto humano general. Aunque sólo por segundos o breves minutos, se logró demostrar que este sistema funcionaba, los resultados invitan a ampliar esta exploración.

Es muy importante que a quienes les corresponde decidir sobre la clase de proyectos para presentar como trabajo de grado en la Maestría en Creatividad e Innovación en las Organizaciones, dieran apertura a este tipo de proyectos en sus investigaciones como requisito de grado, pues ello no sólo sería ampliamente coherente con la razón de ser de la maestría, si no que podrían encontrarse muy interesantes propuestas que generen desarrollo tecnológico, económico y social para la región y para el país entero.

Posiblemente, si se cambiara la batería de encendido por una batería de mayor amperaje - conservando el mismo voltaje-, se podría llegar a estabilizar todo el sistema de tal manera que se lograra obtener un voltaje de carga con la intensidad suficiente para mantener la batería con una recarga óptima, que permitiera el encendido, con su máxima intensidad de iluminación, de todos los paneles de luces led, los que a su vez activarían de una manera más eficiente las celdas fotovoltaicas, lo que llevaría -en teoría-, a mantener funcionando en forma ininterrumpida al sistema, mientras el módulo generador de energía eléctrica de consumo, cumple con la función para la que fue diseñado: proveer electricidad útil.

Se podría adaptar una capa de 5mm de solución de clorhidróxido de aluminio y agua entre los paneles solares y los paneles de diodos led (tomando las medidas de impermeabilización y/o aislamiento de los componentes electrónicos), la cual serviría, posiblemente, como un medio disipador-amplificador de la iluminación producida por la luz led, mejorando de esta manera la eficiencia de las celdas fotovoltaicas.

A cambio de módulos led y fotovoltaicos independientes (4 módulos usados en el presente proyecto), se podría utilizar sólo un módulo de cada sistema: una superficie de celdas fotovoltaicas iluminada por una superficie de luz led.

También podría pensarse en utilizar la luz del día, sin considerar su intensidad, para que sirviera de apoyo a la luz led como refuerzo en el proceso de recarga de la batería a través de los paneles solares. Esta recomendación llevaría a modificar de una manera significativa el funcionamiento del sistema, posiblemente otorgándole una mayor rapidez de recarga de la batería y mayor utilidad de la electricidad producida.

Se recomienda investigar de una manera más amplia sobre los materiales reflectivos que pudieran favorecer en una forma más eficiente, que los espejos o el papel de aluminio, la luz incidente sobre los paneles solares.

12 REFERENCIAS

- ABC Ciencia. (2019) Crean un «panel solar» que funciona de noche.
https://www.abc.es/ciencia/abci-crean-panel-solar-funciona-noche-201909160115_noticia.html
- Agüero García J. (19 de octubre de 2017) La plegaria de Chernóbil: Memoria del desastre nuclear en el contexto de un poder agonizante. Revista Estudios, (35).
<file:///C:/Users/INTEL/Downloads/31593-Texto%20del%20art%C3%ADculo-100390-1-10-20180502.html>
- Arencibia Carballo, G. (2016). La importancia del uso de paneles solares en la generación de energía eléctrica. Revista Electrónica de Veterinaria. Número 9 (17), 1-4.
<https://www.redalyc.org/pdf/636/63647456002.pdf>
- Ávila Pérez, J. R. (2020). Modelado de un motor Stirling de pistón libre de 1 kW: Oportunidad para la producción de electricidad sostenible. Ingeniería, Investigación y tecnología. Número 4 (11), 1-16.
<https://doi.org/10.22201/fi.25940732e.2020.21.4.035>
- Barbón Núñez, A. (Julio de 2018). Análisis de las ventajas e inconvenientes de las baterías de flujo Redox frente a las baterías de iones de litio, en aplicaciones de generación, distribución y comercialización de energía eléctrica. Oviedo, España.
<https://digibuo.uniovi.es/dspace/bitstream/handle/10651/48646/TFMAAnaBarbonRUO.pdf?sequence=3>
- BBC News (18 de septiembre de 2019). ¿Cómo generan energía los paneles solares interiores y los paneles nocturnos? <https://www.bbc.com/mundo/noticias-49729599>
- Bolaños Rodríguez V. A. (2009). Diseño y construcción de un sistema de alimentación para Led's de potencia utilizando el convertidor CD/CD tipo Flyback. [Tesis doctoral Universidad Tecnológica de la Mixteca] http://jupiter.utm.mx/~tesis_dig/10728.pdf

- Bolaños J. & Romero K. (2016). Sistema de suministro energético de respaldo basado en energías renovables y en sistemas de automatización comerciales para viviendas estándar. Proyecto de grado para optar al título de ingeniero mecatrónico. Universidad Piloto De Colombia. Bogotá.
<http://polux.unipiloto.edu.co:8080/00003429.pdf>
- Caldas F., Gutiérrez D. & Peña A. (2017). Diseño e implementación de un sistema solar fotovoltaico para la generación de energía eléctrica con potencia activa de 1 Kw. Investigación para optar el título de ingenieros civiles. Universidad Cooperativa de Colombia Villavicencio.
https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/14677/1/2017_dise%C3%B1o_implementaci%C3%B3n_sistema.pdf
- Calduch Cervera R. (2014). Métodos y técnicas de investigación internacional.
<https://www.ucm.es/data/cont/docs/835-2018-03-01-Metodos%20y%20Tecnicas%20de%20Investigacion%20Internacional%20v2.pdf>
- Campos G. (2018). La creatividad y sus componentes. *Creatividad y Sociedad* (27) 167-183. [http://creatividadysociedad.com/articulos/27/7.La creatividad y sus componentes.pdf](http://creatividadysociedad.com/articulos/27/7.La%20creatividad%20y%20sus%20componentes.pdf)
- Carrasco, E., Pantaleón, I., Tebé, L., López, J., & Angrehs, R. (2016). *Guía para el desarrollo y la aplicación de la creatividad*. España: Departamento de Estudios e Innovación Social. Cruz Roja.
https://repositorio.comillas.edu/jspui/retrieve/256564/2016_GuiaCreatividadCR.pdf
- Carrillo Urcid, F., Florez Castillo, O. M., & Peña Rivera, C. E. (Marzo de 2015). Propuesta de un sistema de generación de energía eléctrica empleando imanes permanentes. México: Instituto Politécnico Nacional.
- Chacón Araya Y. (2005) Una revisión crítica del concepto de creatividad.
<https://core.ac.uk/download/pdf/193791917.pdf>

Cuetos M., Grijalbo L., Argueso E., Escamilla V. & Ballesteros R. (2020). Potencialidades de las TIC y su papel fomentando la creatividad: percepciones del profesorado. *Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 23(2), 287-306.

De Bono, E. (2000). *El pensamiento lateral*. Argentina: Paidós.

https://www.academia.edu/download/33437500/bono_-_pensamiento_lateral.pdf

Decreto 1935. Por el cual se crea y reglamenta el funcionamiento del Consejo Nacional de la Economía Naranja. Octubre 18 de 2018.

<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=89064>

Díaz Narváez H. & Diez Cardona F. (2007). Análisis, modelado, simulación y validación de un sistema de generación de energía solar autónomo caso [Tesis de ingeniería Universidad Autónoma de Occidente]

<https://red.uao.edu.co/bitstream/10614/6143/1/T04143.pdf>

Duplas A. Gran enciclopedia temática. La clave del saber (1985). Colombia. Educar

Elisondo R. & Donolo D. (2013). Creatividad e innovación. ¿Cómo lo hacen en investigación y ciencia? Sociedad latina de comunicación social. La laguna, Tenerife.

Espiner, T. (12 de abril de 2018). *Las innovadoras soluciones para generar más y mejores fuentes de energías renovables en el planeta*. Obtenido de Las innovadoras soluciones para generar más y mejores fuentes de energías renovables en el planeta: <https://www.bbc.com/mundo/noticias-43712276>

Fernández Romero, A. (2005). *Creatividad e innovación en empresas y organizaciones*. España: Diaz de Santos.

- Fondo Europeo de Desarrollo Regional FEDER (s.f.) Manual de la Creatividad Empresarial. <https://4.interreg-sudoe.eu/contenido-dinamico/libreria-ficheros/DF33A901-08F8-95C3-7B03-B527D6991842.pdf>
- Fonseca Ortega, R. E. (2017). Implementación de un circuito de cosecha y almacenamiento de energía eléctrica producida por celdas microbianas. [Tesis de grado Universidad San Francisco de Quito] <https://www.bibliotecasdelecuador.com/Record/oai-23000-6906>
- Fonseca Ruíz J. L. (2017). ¿Energía libre? Motor magnético impulsado por imanes permanentes. [Tesis de investigación de maestría en ciencia y tecnología ambiental CIMAR]. <https://cimav.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1004/829/1/Jaime%20Lorenzo%20Fonseca%20MCTA.pdf>
- Gálviz Garzón J. S. & Gutiérrez Gallego R (2013). Proyecto para la implementación de un sistema de generación solar fotovoltaica para la población Wayuu en Nazareth corregimiento del municipio de Uribia, Departamento de la Guajira – Colombia. [Tesis especialización Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD]. <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/2590/75101283.pdf?sequence=1>
- González , B. (s.f.). *LUXOMETRO PCE-172*. Viña del MAR, Chile: Instituto Profesional Santo Tomás. <https://www.academia.edu/36796992/Luxometro>
- Greenpeace. (Abril de 2006). La catástrofe de Chernóbil. Consecuencias en la Salud Humana. <http://archivo-es.greenpeace.org/espana/Global/espana/report/nuclear/la-catastrofe-de-chern-bil-co-2.pdf>
- International Journal of Good Conscience (2012) 7(2) 187-197 [http://www.spentamexico.org/v7-n2/7\(2\)187-197.pdf](http://www.spentamexico.org/v7-n2/7(2)187-197.pdf)

Ley 1834. Por medio de la cual se fomenta la economía creativa ley naranja. Bogotá 23 de Mayo de 2017.

http://www.mininterior.gov.co/sites/default/files/ley_1834_de_2017.pdf

Ley 2069. Por medio del cual se impulsa el emprendimiento en Colombia. Bogotá 31 de Diciembre de 2020.

<https://dapre.presidencia.gov.co/normativa/normativa/LEY%202069%20DEL%2031%20DE%20DICIEMBRE%20DE%202020.pdf>

Mareque M. & De Prada E. (2018). Evaluación de las competencias profesionales a través de las prácticas externas: incidencia de la creatividad. *Revista de Investigación Educativa*, 36 (1), 203-219. <https://revistas.um.es/rie/article/view/275651/221601>

Mejía R. (2017). Uso de paneles solares como energía renovable para el abastecimiento de energía eléctrica. Trabajo de grado para obtener el título de Especialista en Gestión de Proyectos. Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD.

<https://repository.unad.edu.co/jspui/bitstream/10596/14065/1/92539550.pdf>

Ministerio de Salud (2017). El uso de estufas eficientes y su impacto en la promoción de la salud en el contexto colombiano.

<https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/PES/papeles-salud-estufas-mejoradas-no-11.pdf>

Moragues J. & Rapallini A. (2003). Energía Eólica. Instituto Argentino de la energía General Mosconi.

<http://sistemamid.com/panel/uploads/biblioteca/1/534/541/2962.pdf>

Morales C. (2017). La creatividad, una revisión científica. Número 2, 53-62.

<https://www.redalyc.org/pdf/3768/376852683005.pdf>

Muñoz Herrerías, O. A. (s.f). Nikola Tesla. Universidad Autónoma del estado de Hidalgo.
<https://www.uaeh.edu.mx/scige/boletin/prepa4/n6/r2.html>

Murillo Castañeda, X. D. (2017). Caracterización experimental de transductores energéticos como inducción al uso racional de la energía. [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia].
<https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/62950>

Naciones Unidas;. (11 de Diciembre de 2015). *Convención Marco Sobre el Cambio Climático*. Obtenido de <https://unfccc.int/resource/docs/2015/cop21/spa/109s.pdf>

Nuryanto Budisusila, E., & Bustanul, A. (2017). Rendimiento del circuito Joule-Thief para el ahorro de energía eléctrica de las lámparas de emergencia. *Journal of Physics: Conference Series* 755. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/190/1/012017/pdf>

Pérez Porto, J. (2019). *Definición de Multímetro*. Obtenido de <https://definicion.de/multimetro/>

Point, S. (2018). Energía Libre: Cuando La Web Es Libre. *Skeptical Inquirer*, Número 1 (42), 53-55. <https://skepticalinquirer.org/2018/01/free-energy-when-the-web-is-freewheeling/>

Olivares, S., & Sánchez, R. (s.f.). *LA SOLDADURA* . Obtenido de: <https://electronica.ugr.es/~amroldan/asignaturas/curso03-04/cce/practicas/soldadura/soldadura.htm>

Ramírez, M., X. O., & C. M. (29 de Octubre de 2021). *Economía Circular Verde*. Obtenido de E.C. Verde: <https://economiecircularverde.com/son-estos-los-paneles-solares-mas-delgados-del-mundo/>

- Ramos Gonzalías Y. & Ramírez Lasso E. (2016). Desarrollo de un sistema de iluminación artificial LED para cultivos en interiores - Vertical Farming (VF) 80 (2), 111-120.
file:///C:/Users/INTEL/Downloads/Dialnet-DesarrolloDeUnSistemaDeIluminacionArtificialLEDPar-5767285.pdf
- Robayo Acuña, P. V. (2016). La innovación como proceso y su gestión en la organización: una aplicación paraca el sector gráfico Colombiano. Bogotá, Colombia: Elsevier.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2215910X1600015X>
- Rodríguez Jiménez A. & Pérez Jacinto A. O. (2017). Métodos científicos de indagación y de construcción del conocimiento. Número 82. 1-26.
<https://journal.universidadean.edu.co/index.php/Revista/article/view/1647/1661>
- Saavedra Seoane, M. (27 de Junio de 2021). *TÉCNICAS DE CREATIVIDAD: LAS ANALOGÍAS*. Obtenido de <https://designthinking.gal/tecnicas-de-creatividad-las-analogias-i/>
- Salamanca Ávila, S. (2017). Propuesta de diseño de un sistema de energía solar fotovoltaica. <http://www.scielo.org.co/pdf/cient/n30/2344-8350-cient-30-00263.pdf>
- Caso de aplicación en la ciudad de Bogotá. Revista científica. Número 30(3) 263-277.
<http://revistas.udistrital.edu.co/ojs/index.php/revcie/index>
- Selva D. & Domínguez R. (2018). Las técnicas de generación de ideas: revisión y análisis de su uso en las agencias publicitarias españolas. Revista de comunicación audiovisual y publicitaria. 18 (3), 371-387.
- Universidad Autónoma de Manizales (2015). Maestría en Creatividad e innovación en las organizaciones. <https://www.autonoma.edu.co/oferta-academica/maestrias/maestria-en-creatividad-e-innovacion-en-las-organizaciones>

Universidad Autónoma de Manizales C. A. (29 de abril de 2010). Acuerdo 005. Manizales, Colombia. <https://archivo.autonoma.edu.co/sites/default/files/documentos-investigacion/02-Politica-de-investigacion-UAM.pdf>

Valqui Vidal, R. V. (2009). La creatividad: conceptos, métodos y aplicaciones. *Revista Iberoamericana de Educación*, 2. <https://rieoei.org/historico/expe/2751Vidal.pdf>

Yanes J. (2020). Open Mind BBVA. Innovaciones para hacer las energías renovables más sostenibles. <https://www.bbvaopenmind.com/ciencia/medioambiente/innovaciones-energias-renovables-mas-sostenibles/>