

Revista Difusiones, ISSN 2314-1662, Num. 21, 2(2) julio-diciembre 2021, pp.76-91  
Fecha de recepción: 18-04-2021. Fecha de aceptación: 14-06-2021

# Generador de energía renovable: diseño, fabricación y puesta en funcionamiento de una bicicleta productora de energía amigable con el medio ambiente

Renewable energy generator: design,  
manufacturing and functioning  
of an energy-generator eco-friendly bicycle

**Víctor Marcial Aizama<sup>1</sup>**

marcialaizama@hotmail.com

Universidad Católica de Santiago del Estero. Departamento Académico San Salvador,  
San Salvador de Jujuy, Jujuy, Argentina

**María Elena Godoy<sup>2</sup>**

megody02@gmail.com

Universidad Católica de Santiago del Estero. Departamento Académico San Salvador,  
San Salvador de Jujuy, Jujuy, Argentina

**Susana Beatriz Zazzarini<sup>3</sup>**

susizazzarini@gmail.com

Universidad Nacional de Jujuy, Facultad de Humanidades y Ciencias Sociales, Jujuy, Argentina  
Universidad Católica de Santiago del Estero, Departamento Académico San Salvador,  
Jujuy, Argentina

Código Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-3943-3930>

**Andrea V. Velázquez<sup>4</sup>**

andreavanesavelazquez@gmail.com

Universidad Católica de Santiago del Estero. Departamento Académico San Salvador,  
San Salvador de Jujuy, Jujuy, Argentina

---

<sup>1</sup> Ingeniero en Computación, Experto Universitario en Enseñanza de la Educación Superior, Programador Universitario. Investigador de la Universidad Católica de Santiago del Estero, sede Jujuy; Director de una gran variedad de Proyectos de Investigación; Fabricante de dispositivos mecánicos: Extractores de agua y Generadores Energía. Profesor Asociado a Cargo de la Cátedra de Física I, Análisis Numérico y Biofísica de las carreras de Ingeniería en Informática y Kinesiología y Fisiatría de la UCSE DASS Tutor de alumnos para optar por el título de Ingeniero en Informática.

Mención especial destacando la participación como Mentor, Ordenanza del Concejo Deliberante de la Ciudad de San Salvador de Jujuy, la propuesta "USound", donde se destaca el haber ganado el premio "IMAGINE CUP 2013", consiguiendo el pasaporte a Rusia, a competir por el premio Mundial.

Ordenanza del Consejo deliberante de la Ciudad de San Salvador de Jujuy, PREMIO "TACITA DE PLATA" al Vecino Participativo, San Salvador de Jujuy, 11 de Junio de 2018.

Escritos para revistas científicas: Revista Digital "Difusiones": tema "Optimización de la comunicación con dispositivos móviles de acuerdo a la capacidad auditiva de las personas"; tema "Identificación, recuperación de mascotas (caninos) a través de transmisiones de frecuencias, integradas al sistema de redes"; tema "Prototipo Generador de Energía Eléctrica, a través del uso alternativo de la Bicicleta".

<sup>2</sup> Licenciada en Geografía por la UCSE (2002), Profesora en Geografía (1999- IES N° 5 J.E. Tello), cuento con dos especialidades una en Docencia superior (UNJU, 2017) y otra en Educación Superior y TIC's (Ministerio de Educación de la Nación 2018). Cursando actualmente la Maestría en Ciencia Tecnología y Sociedad en la UN de Quilmes. Docente en nivel superior desde 2003 UCSE (carreras de Licenciatura en Geografía y en Relaciones Internacionales), UCASAL (Licenciatura en Geografía y Licenciatura en Turismo), UNJU (cursos de posgrado), Institutos Terciarios carrera Tecnicatura en Gestión Ambiental, Profesorado en Geografía, y Tecnicatura en Energías Renovables. Tutor del curso de extensión "Dimensión ambiental de los ODS", Universidad Nacional de Quilmes cohorte 2020.

Investigador Principal SECyT- UCSE. Desde el año 2003 a la fecha Coordinadora del Gabinete de Investigación en Ordenamiento Territorial y Desarrollo Sustentable". Director e integrantes de numerosos proyectos de investigación. Desde 2003 al presente en diferentes cargos técnicos en áreas del actual Ministerio de Ambiente, Secretaría de Derechos Humanos, UNJU, Dirección Provincial de Estadísticas y Censos (Provincia de Jujuy) y Programa Nacional RETECI

<sup>3</sup> Profesora Adjunta en la cátedra de Introducción a las Relaciones Internacionales y JTP en la cátedra de Metodología de la Investigación de la carrera de Relaciones Internacionales. Docente en las cátedras de Problemática Social Argentina, Regional y Surandina (FHycs- UNJU) y de Teoría Política de la Escuela Superior de Ciencias Jurídicas y Políticas-UNJU. Técnica de la Pro-Secretaría de Investigación del DASS. Coordinadora del Observatorio de Cambio Climático y Transición Sostenible (OCCyTS-DASS). Miembro del Departamento de Ambiente y Desarrollo (IRI-UNLP). Miembro de FUDEPA (Fundación para la Democracia Participativa). Actualmente se encuentra cursando el Master en Cambio Climático (FUNIBER).

<sup>4</sup> Analista Programador Universitario (UNJU). Experto Universitario en Enseñanza de la Educación Superior. Estudiante avanzado de la carrera de Ingeniería en Informática UCSE

## Resumen

El presente trabajo es el relato de una experiencia donde pudimos implementar nuevas alternativas para generar electricidad con bajo impacto sobre el medio ambiente. Para la realización de este proyecto se utilizó el diseño y realización de una bicicleta generadora de electricidad y se obtuvo una evaluación cuantitativa de los impactos beneficiosos para nuestro medio ambiente. Además, se realizaron acciones de transferencia y difusión del prototipo.

El objetivo del proyecto estuvo enfocado en la necesidad de implementar alternativas al uso de focos comunes de mucho consumo en la fiesta nacional de los estudiantes de la provincia de Jujuy, que cada año realiza un desfile donde las carrozas elaboradas por estudiantes de las escuelas secundarias de la provincia utilizan gran cantidad de iluminación en sus proyectos creativos. Cada uno necesita entre 12.000 y 20.000 focos leds para iluminar distintas figuras, y hasta la fecha, casi todas las carrozas se iluminaban con focos comunes, solo un par de ellas usaban algunos focos leds. Por lo tanto, era necesario realizar el diseño, construcción y prueba de un prototipo generador de energía eléctrica amigable con el medio ambiente para ser utilizado en reemplazo de la energía eléctrica convencional en la iluminación de carruajes de la Fiesta Nacional de los Estudiantes. Y a su vez, realizar acciones de transferencia y difusión de los beneficios de utilizar energías alternativas, limpias y de bajo costo en diferentes ámbitos de la sociedad. Se logró armar el dispositivo que enciende más de 20.000 leds, y se cumplió el objetivo; también se realizaron las acciones de transferencia y difusión propuestas en el proyecto, y se llegó a más de 17.573 personas efectivamente.

## Palabras clave

Energía Renovable, innovación, impacto, utilidad.

## Abstract

*The present work is directed to the application of new alternatives to generate electricity with a low impact on the environment. For this project, the design and production of an electricity-generating bicycle were applied, obtaining a quantitative evaluation of the beneficial effects for our environment. In addition, we carried out actions of transference and dissemination of the prototype.*

*The target of this project was the need to implement alternatives to the use of high-consumption bulbs in the national holiday in the province of Jujuy. Every year, a parade takes place, where the floats made by students from secondary schools of the province use a large amount of lighting in their creative projects. Each one needs between 12,000 and 20,000*

*LED spotlights to illuminate different figures. Up to date, almost all floats lights up with ordinary light bulbs, and only a couple of them use some led light bulbs. Therefore, it was necessary to carry out the design, construction, and testing of an environmentally-friendly energy generator prototype to be used in replacement of conventional electric power in the lighting of floats of the National Student Festival. And at the same time, it was necessary to carry out transfer and dissemination actions of the benefits of using alternative, clean and low-cost energies in different areas of society. It was possible to assemble the device, which lights more than 20,000 LEDs, to fulfill the objective. Transfer and dissemination actions proposed in the project were also carried out, effectively reaching more than 17,573 people.*

#### *Key Words*

*Renewable energy, innovation, impact, utility.*

## Introducción

Este trabajo es un apéndice del proyecto denominado “Diseño, fabricación y puesta en funcionamiento de un generador de energía amigable con el medio ambiente, para la iluminación de un carruaje la Fiesta Nacional de los Estudiantes, y se desarrolló en los años 2017 y 2019.

La Fiesta Nacional de los Estudiantes (FNE), se realiza todos los años en la Provincia de Jujuy, los estudiantes celebran la semana del estudiantado argentino y todos los 21 de septiembre de cada año, dan la bienvenida a la primavera.

Esta celebración acontece durante 7 días, transformando a la Provincia de Jujuy en la “Capital Nacional de la Juventud y la Primavera”.

A partir del inicio de estas actividades, la FNE se convierte en un Polo Turístico de gran importancia para la Provincia. En 2019, esta fiesta cumplió 67 años. Existe una diversidad de actividades antes y después de la semana del estudiante, por ejemplo, se construyen carrozas y carruajes, luego se realiza el desfile de las mismas. Los estudiantes de las escuelas secundarias de la provincia se comprometen a realizar un trabajo arduo y creativo, esta actividad es opcional en los establecimientos educativos. Durante varios meses un grupo seleccionado de estudiantes, denominados carroceros, realizan trabajos usando un chasis (carrocería), los cuales deben respetar parámetros de medidas establecidas por una reglamentación específica y una calificación, existen 3 categorías: Carrozas no técnicas, Carrozas técnicas y Carruajes. Las estructuras de estos son realizadas con hierros y alambres, respetando un boceto previo que se renueva cada año. Una vez armada la estructura se realiza el forrado, donde se utilizan diversidad de técnica y materiales, generalmente papel de distintas características de rugosidad y colores, flores de papel, elementos reciclados, etc. Para la iluminación se utilizaban lámparas, portalámparas, y muchos otros elementos más, los que al momento del desfile engalanaban la noche haciendo brillar esas obras de arte. Los juegos de luces eran generados por secuenciadores, que podían ser manejados automáticamente o mediante una computadora, con juegos de luces que permitían ver estas lámparas en distintos movimientos y alternativas de encendidos y apagados. La gran mayoría de ellos utilizaba energía eléctrica a 220 voltios, tomada desde una línea general, a través de troles, que abastecían a todas las carrozas, durante todas las noches de desfile, por la tradicional avenida Córdoba.

Justo en el tiempo de finalización de este proyecto, en el año 2019 dichos desfiles se trasladan a la Ciudad Cultural de la Capital Jujeña, liberando de los problemas que causaba exceso uso de energía a los vecinos, negocios, edificios públicos y al hospital de niños. A pesar que el lugar donde se trasladaron los desfiles es un lugar acondicionado para este evento, la utilización de focos convencionales era masiva, y con este trabajo, quisimos brindar una opción amigable con el medio ambiente que a la vez minimice el consumo energético.

## El sistema propuesto

En primer lugar, el prototipo fue desarrollado para generar energía eléctrica equivalente para iluminar a los carruajes en la FNE hasta 20.000 focos leds de 5mm y 20 M.A.

En segundo lugar, se destaca el tipo de energía generada, o sea una energía limpia porque no necesita de intermedios (baterías), para ser acumulada, y podría ser dirigida directamente a los carruajes, hecho que favorece a la concientización del cuidado del medio ambiente, cuidado de los combustibles fósiles y la disminución en la generación de CO<sub>2</sub>.

En tercer lugar, realizamos actividades de educación ambiental formal, y concientizamos a los jóvenes sobre la existencia y la necesidad de utilizar nuevas tecnologías de iluminación, para promover un cambio de paradigma en la forma convencional de usar las luces e iluminar un carruaje.

Para este fin, se utilizó una bicicleta que preparada convenientemente puede producir la energía necesaria y permite que todo el carruaje tenga la energía suficiente para encender sus luces. Con la particularidad de que ese año se usaron focos leds, que son clasificados como "luces frías" (la mayoría), contrastó significativamente con la capacidad de generar calor que destacaba a los otros focos tradicionales. En términos generales, una lámpara led de luz blanca convierte entre un 70% y un 80% de la energía consumida en luz y entre un 20% y un 30% en calor. Una lámpara fluorescente convierte el 20% de la energía consumida en luz, el 40% en calor y cerca del 40% restante en radiación infrarroja (RI). Por su parte, una luz incandescente convierte alrededor del 10% en luz, el 20% en calor y la energía restante en radiación RI. Otra diferencia fundamental es que las luces leds no emiten radiación infrarroja (ni ultravioleta).

Estas características únicas hacen que los focos leds sean apropiados para ambientes fríos (cámaras frigoríficas o almacenes de productos frescos), para iluminar tiendas de ropa o museos, etc. Además, contribuyen a reducir los costos de climatización y minimizar los riesgos tanto para las personas como para los equipos y a partir de este proyecto serán implementados en las carrozas (carruajes), ya que las mismas están construidas en su mayoría de papel y corren el riesgo de quemarse, en este caso con las lámparas leds, se minimiza ese riesgo. Es por esto que a partir de este proyecto se consiguió que, en los futuros eventos, cada carruaje contará con un máximo aproximado de 20.000 leds, para aproximadamente 65 carrozas (carruajes, carrozas no técnicas, carrozas técnicas) en total.

Cabe destacar que, para proveer de energía a la totalidad de las carrozas, se necesitaría una potencia de 156 KW/h por noche de desfile. Si comparamos esto con el consumo por hora en una casa de familia, estimativamente se estaría consumiendo en una hora lo que consumen 320 familias en promedio. Entonces, ¿cuál es el problema en este punto?, además de la cantidad de energía que se debe ocupar, es la cantidad de focos comunes que se usan en los domicilios, en los hospitales, en los comercios y ellos disipan casi el 70 u 80 % entre calor y rayos infrarrojos y solo el 20% en iluminación. Este calor liberado, contribuye

directamente al calentamiento global, ya que si consideramos que somos aproximadamente unos siete mil quinientos millones (7.500.000.000) de habitantes en el mundo, si cada uno solo tuviera un foco convencional encendido, estaríamos aportando demasiado calor y rayos infrarrojos al medio ambiente. Por lo tanto, debemos considerar el uso de las nuevas tecnologías leds, ya que utilizándolas estaremos disminuyendo el caudal de emisión de calor y de radiación infrarroja, aportando solo un 20 o 30 % de calor. Esta información tan importante se hizo consciente en el estudiantado jujeño y la idea de disminuir la contaminación del medio ambiente y acuñando además el concepto de desforestación, menos contaminación, posibilidad de trabajo para muchas personas que viven de los residuos, mayor salud, menor contaminación visual, todo ello y mucho más, mejora la calidad de vida de las personas del lugar y realza el panorama visual de los turistas que nos visitan en este evento. Aunado a este noble acto, también se acompaña la generación de energía eléctrica limpia, por esta razón, debemos ser conscientes que nada se da por separado en el ambiente y que todos debemos aportar algo para mejorarlo y vivir mejor.

Aunque ya años anteriores las carrozas habían incursionado en el uso de las nuevas tecnologías de iluminación, en el año 2015 algunas carrozas usaban leds de 12 voltios, a su vez, utilizaban de manera alternativa baterías de uso común que eran cargadas de manera tradicional en los centros de carga que usan cargadores especiales. Al mismo tiempo, un pequeño grupo de aficionados, estudiantes de la facultad, y con nuestra orientación, después de varias pruebas de generación de energía eléctrica, utilizando una bicicleta, comprobamos que cada vez se generaba más energía, primero trabajando con tiras de leds de un metro, luego dos y así hasta llegar a los 10 metros (dos rollos de 5m). Es en ese punto donde se presentó el desafío de conocer aproximadamente cuantos leds o tiras de leds iluminarían en total, teniendo en cuenta el costo de las tiras, obteniendo los resultados bastantes favorables, inmediatamente surgió la posibilidad de ir a los colegios a ofrecer esta alternativa, que cambiaba plenamente el paradigma de la iluminación de las carrozas. Fue todo un desafío convencer a los carroceros que trabajaban con leds, que lograrían conectar su carroza a la bicicleta y que a su vez se iluminaría la parte seleccionada por ellos mismos. Además, también surgió el problema de parte del electricista, quien se resistía, porque el proceso de colocar los elementos de iluminación de las carrozas es un trabajo de varias semanas, tarea que podría arruinarse en un segundo (si no funcionaba o quemaba los circuitos armados) y más estando a un día de realizarse el primer desfile de carrozas. Finalmente logramos consensuar sin vencer los temores de ambas partes, se conectaron los circuitos y un estudiante carroceros comenzó a pedalear. Efectivamente se iluminó esa parte de la carroza, la que constaba aproximadamente de 7000 leds, con más de 1500 metros de cables. Es aquí, con esta demostración reveladora y tranquilizante, logramos iluminar 2 tiras de leds RGB con 60 leds por metro y 300 leds por rollo de 5m, sin embargo,

aún no sabíamos si podríamos iluminar más de 7000 leds y tampoco sabíamos que cantidad exacta podía soportar, generar o iluminar este sistema. De esta manera se inicia un nuevo ciclo en las posibilidades de iluminar una carroza, con esta nueva tecnología, se logra preservar el medio ambiente, obviamente todos se encontraban asombrados, se había cambiado el paradigma y se había comprobado que por ahora se podía iluminar 7000 leds, sabiendo que se utilizaron técnicas de armados de circuitos, secuenciadores, etc.; y el nuevo gran desafío, era el desfilarse con la carroza iluminada parcialmente con energía tradicional y la otra parte con energía no convencional. Muchas personas se preguntaron cómo era el proceso de generación de la energía, las personas espectadoras, estaban más atentas que las del jurado, quienes no tuvieron en cuenta el hecho importante que estaba ocurriendo, no pudieron dimensionarlo en ese momento, a su vez, esta gran innovación se convirtió en una gran responsabilidad para el colegio a quienes representábamos y por los miles de personas asistentes al evento.

Se repitió esta experiencia en los tres desfiles subsiguientes, Después de terminada la fiesta, quedó en los alumnos carroceros la idea de seguir para el año 2016 e iluminar toda la carroza con las bicicletas y usando masivamente la nueva tecnología (Leds), este proyecto, se siguió implementando y mejorando, abordamos este desafío, ya que consideramos que es una fiesta muy importante y seguirá por muchos años más, por lo cual se plantea la posibilidad perenne de iluminar los carruajes que participaran de los desfiles en la FNE.

Es importante mencionar como este proyecto concientizó a los estudiantes, ya que experimentaron la sensación real de generar energía limpia, que no requiere de baterías para acumularlas, caracterizando la liviandad del pedaleo de una bicicleta modificada, adecuada a la posibilidad de todas las personas, además de contribuir con realizar actividad física al pedalear, ayuda a la salud. Aquí se aúnan muchos beneficios, la innovación, el cuidado del medio ambiente, el cuidado de la salud, el ahorro de combustibles de todo tipo, generación de una mejor calidad de la iluminación, podrían hacerse más livianos los carruajes, debido al diámetro de los cables, etc. Al mismo tiempo se considera innovación al generador de energía eléctrica como al cambio paradigmático de iluminar un carruaje. En este proyecto se pretendía primero capacitar fehacientemente a más de 500 alumnos en el uso de las nuevas tecnologías leds y luego generar la independencia de los medios tradicionales de iluminación. Esta es una iniciativa totalmente interdisciplinar y hasta transdisciplinar, con la correspondiente cuota de innovación en los tópicos ya mencionados, con la particular transferencia al medio. Además, esta relación conlleva en su interior el proceso de articulación entre la Universidad y las Escuelas Secundarias, y también establece una estrecha relación con la sociedad la que es, en definitiva, beneficiada con esta tarea de investigación e innovación tecnológica aplicada a la generación de energía eléctrica alternativa y a los procesos estratégicos de iluminación mediante la tecnología leds y a 12 voltios.

Realizar el trabajo descriptivo de este proyecto, es sumamente importante porque demuestra el aporte que se hace desde la innovación tecnológica a la generación de energía eléctrica alternativa, permitiendo aplicarla a un evento socio-cultural de gran relevancia como lo son los desfiles de carrozas contribuyendo al cuidado del medio ambiente, y esto implica un cambio de paradigma: disminución en la generación de residuos, concientización ambiental, ahorro de energía, posibilidad de aunar economía y medio ambiente utilizando energía alternativa de bajo costo.

En relación a este tópico, la obligatoriedad de la inclusión de la Educación ambiental en los currículos de los distintos niveles educativos de nuestro país, es una derivación de lo que establece la Constitución Nacional en su Artículo 41: Todos los habitantes gozan del derecho al ambiente sano, equilibrado, apto para el desarrollo humano y para que las actividades productivas satisfagan las necesidades presentes sin comprometer las de las generaciones futuras; y tienen el deber de preservarlo.

## Objetivos generales del proyecto

La realización de este proyecto tuvo como principales objetivos:

Realizar el diseño, construcción y prueba de un prototipo generador de energía eléctrica equivalente a la necesaria para iluminar un carruaje en la FNE.

Promover a través de acciones de transferencia y de investigación-acción los beneficios de la utilización de energías alternativas, limpias y de bajo costo en diferentes ámbitos de la sociedad, en particular entre los adolescentes y jóvenes participantes de la FNE.

## Objetivos específicos del proyecto

Diseñar el prototipo Generador de Energía Eléctrica.

Construir el prototipo y verificar la generación de energía amigable con el medio ambiente.

Capacitar de forma efectiva a los estudiantes secundarios, para la utilización correcta de los sistemas leds, al momento de iluminar su carruaje.

Diseñar un Software de simulación del comportamiento del generador de energía eléctrica en el cual se podrán realizar pruebas que permitan optimizar el uso de la energía y los componentes del prototipo.

Promover los beneficios de la generación de energía alternativa, el cuidado del medio ambiente, utilizando estrategias didácticas y de transferencia utilizando TICS.

## Justificación del trabajo

La iluminación con lámparas led, en carrozas de la FNE es una alternativa que apunta a la economía ambiental al reemplazar el uso de energía eléctrica estándar.

La economía ambiental es la rama del análisis económico, que proporciona la información

necesaria para la toma de decisiones, correspondientes al campo de la política ambiental identificando las causas económicas del problema, evaluando los costos que supone la pérdida de recursos naturales y analizando económicamente las medidas que podrían tomarse para revertir el proceso de degradación ambiental con herramientas económicas. Los avances tecnológicos en la iluminación representan una de las principales oportunidades para reducir el impacto ambiental y económico asociado al consumo energético. Las lámparas leds no contienen materiales contaminantes como plomo, tungsteno entre otros, los cuales están presentes en otro tipo de lámparas. El consumo energético es menor disminuyendo así un 80% las emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), las de alta potencia alcanzan aproximadamente 100 lúmenes por watt y consumen diez veces menos que una lámpara incandescente común y un 40% menos que una fluorescente. La vida útil de las lámparas leds es mayor y libre de mantenimiento, las de alta potencia pueden llegar a las 50000hs (aproximadamente 5 años 8 meses y 14 días) con un 70% de luminosidad, lo cual produce un ahorro de materias primas. Son reciclables porque no contienen elementos contaminantes lo cual facilita su reciclaje permitiendo el reemplazo de los componentes individuales reduciendo así el deshecho.

Los sistemas leds y todos los dispositivos que consumen electricidad emiten calor cada uno conforme a sus características, estas no crean calor de la misma manera que las bombillas incandescentes, por esta razón en las luces led el riesgo de quemarse es mucho menor.

Podemos sintetizar las ventajas ecológicas de la iluminación led en estos cuatro puntos:

Muy bajo consumo de energía - Vida útil considerablemente más larga - No contiene materiales contaminantes - Son reciclables

La utilización de iluminación led es posible a partir de la construcción de un prototipo de generación de energía alternativa de bajo costo y de tecnología accesible a los estudiantes de escuelas de nivel medio, de cualquier modalidad y localización en la provincia de Jujuy.

Bajo costo y tecnología amigable, se utiliza: Hierro: varilla hierro 16mm x 12 metros \$1762.33. Madera: tirante de madera pino de 2x4x2.75mts \$223 - Bicicleta: bicicleta mountain rodado 29 firebird \$15149 - Tornillos: tornillo fix auto perforado madera 3.5x12 50unidades \$50. Cable: cable tipo taller 2x6 mm x25metros \$3399.99 - Tiras led: tira led 3528/2835 exterior 5metros 300 colores \$280.5 - Diodos alto brillo: set de led 5mm kit de 500 unid. (blanco, verde, amarillo, azul, rojo) \$876.58. Estos precios son de la segunda parte del año 2019.

La integración de una propuesta de generación de energía alternativa para la iluminación de carrozas de la FNE, puede involucrar a diferentes actores escolares del contexto social en un proceso de educación ambiental y su difusión en todo el ámbito educativo y social de la Provincia de Jujuy. Esta propuesta efectivamente se hizo integral al visitar, conversar, concientizar, capacitar a alumnos, docentes, directivos y público en general, en un total aproximado de 15.000 personas en total, logrando reacciones muy positivas en su uso cotidiano.

## Metodología

### **Enfoque metodológico**

Se optó por un enfoque con metodología mixta, es decir un proyecto que integra métodos cuantitativos y cualitativos de recolección y análisis de datos. Utilizando este enfoque pudimos obtener inferencias, datos significativos de extremo consumo energético, desde una lógica inductiva analítica, en el contexto de generación – transformación por medio de la acción.

Se realizó un estudio cuantitativo seguido de uno cualitativo, ya que los datos obtenidos fueron usados como complementarios para aclarar estos resultados, y se integraron para enriquecer la investigación cualitativa, además pudimos explorar las áreas de interés con un mayor grado de detalle.

### **Técnicas, instrumentos y procedimientos para el relevamiento, procesamiento y análisis de la información.**

Se hizo un relevamiento por medio del uso de tablas de datos del proceso de fabricación y puesta en funcionamiento y consumo de energía convencional, de todas las unidades educativas visitadas en todos los niveles y los establecimientos no educativos a las que concurrimos.

También se realizó un análisis cualitativo del estudio del contexto, y se eligió las escuelas de nivel medio que participan de los desfiles de carroza, la misma se hizo extensiva a las escuelas primarias y al público en general.

**Unidades de estudio:** Alumnos que participan de la confección de carruajes y todos los que quieran participar de las experiencias.

Universo: todo el nivel medio de San Salvador de Jujuy, que haga carrozas y/o carruajes.

Unidades de análisis: los alumnos de nivel medio de toda la ciudad capital.

Tipo de muestra: Se seleccionaron aleatoriamente algunos de los establecimientos.

Plan de trabajo, etapas:

Etapa nº1: Construcción del prototipo generador de energía. Primero se trataba de conseguir la bicicleta adecuada, en este caso una con cambios de paseo, luego, fabricar los soportes para mantener estática la bicicleta, y seleccionar los cambios para obtener las revoluciones necesarias, también fabricar los receptáculos para los dispositivos generadores individuales. A continuación, se tenía que acoplar la caja a la bicicleta usando una correa de goma que se pone en la rueda trasera de la bicicleta y se conecta a la caja donde está una polea graduada para provocar el ingreso del movimiento a la caja, este mecanismo fue reemplazado por pequeñas ruedas de fricción que hacen contacto con la rueda grande, para así activar los pequeños generadores y producir la energía eléctrica.

Etapa nº 2: Verificar el correcto funcionamiento mecánico y eléctrico. Una vez construido el prototipo, se debía verificar el funcionamiento mecánico, regular las ruedas pequeñas para que rocen y hagan el más leve contacto con la rueda grande, además se tenía que establecer

el ritmo de pedaleo relacionándolo con las revoluciones que se necesitan generar, luego teníamos que probar las partes en general porque se debe tener cuidado al generar más de 1000 rpm a 1200, 1300, ..., 1600, etc. Para que no se desalineen, tampoco se recalienten, en síntesis, verificar que tenga un buen funcionamiento mecánico y que a su vez este no sea perjudicado por otros procesos físicos, propios del contacto a grandes velocidades entre las partes. En caso de error, provocaría serios problemas y no brindaría los resultados de generación de energía que se esperan.

Etapa nº 3: Obtener los datos referenciales de revoluciones – energía generada. Teníamos que realizar los procesos de medición de las revoluciones y las velocidades con equipamiento adecuado, por que conforme a las revoluciones será la generación de energía, siempre que se hayan acoplado ambos a la caja. Este es el proceso más complicado, lograr que todo encaje milimétricamente y controlar que, según la cantidad de pedaleos, se genere una determinada cantidad de revoluciones, y que a su vez permiten obtener una cierta cantidad de energía eléctrica, que deberá ser la adecuada para el proceso de generación de energía, equivalente a la que se requiere en los carruajes.

Etapa nº4: Desarrollo de un software que represente el comportamiento del generador de energía eléctrica. Para el desarrollo del software de simulación del generador de energía eléctrica, se pensó en una aplicación Web, para que pueda correr en cualquier sistema operativo, sin que se tenga la necesidad de instalar softwares adicionales, se define la plataforma, el desarrollo de entorno adecuado, los lenguajes de programación de los módulos, se incluyen gráficos y la compatibilidad con los navegadores móviles y de escritorio.

Etapa nº5: Capacitación permanente en técnicas de iluminación a los alumnos dedicados a la construcción de las carrozas/carruajes. Al ser el proceso de generación de energía una actividad innovadora, saludable, etc., debía cumplir con el objetivo de generar la energía necesaria para iluminar bien al carruaje, para ello, los circuitos, los cables, los leds, las resistencias, etc., debían ser bien utilizados de la manera más óptima posible. Para este fin se planificaron talleres de “generación de circuitos básicos de iluminación con leds”, cabe destacar que al inicio de este proyecto ya se estaban implementando en la UCSE-DASS, con el debido permiso de las autoridades. Esta tarea continuó con los otros colegios, en el transcurso del año.

Etapa nº 6: Concientización de la importancia del cuidado del medio ambiente, a partir de la utilización de energía amigable y el uso de lámparas leds. Para llevar a cabo esta etapa se realizaron variadas jornadas de concientización y cuidado del medio ambiente, en escuelas, colegios, centros vecinales, comunidades barriales o sea para todo público. Además, los talleres de iluminación led que se realizaron, siempre contenían una o dos unidades referidas al cuidado del ambiente.

## Resultados obtenidos

Se logró construir el prototipo generador de energía eléctrica amigable con el medio ambiente, después de múltiples pruebas el prototipo quedó constituido por una bicicleta, ajustada al soporte metálico adecuado, 18 generadores que al contacto con la rueda grande de rodado 29, hace fricción con una rueda pequeña de rodado 3,5. Ese efecto mueve el eje del rotor y por los componentes internos, genera la energía eléctrica.

Dadas los diversos procesos de experimentación realizados, agregando, quitando, intercambiando generadores, se logró iluminar 1200 leds con cada pequeño generador, al ser 18 los incorporados al sistema, se puede iluminar una cantidad máxima de 21.600 leds, este efecto se comprobó después de múltiples pruebas, cuando se utilizaron dos tiras de leds de 5 metros con 600 leds cada una, o sea 1200 leds por generador. En las experiencias anteriores se usaron tiras de led de un metro, de tres metros y finalmente de 5 metros, tiene 300 leds, hasta que se logra adquirir nuevas tiras de leds con el doble de las anteriores y la misma longitud, es decir 1200 leds en 5 metros. Con esta cantidad de leds encendidos y contenidos en una tira de leds de diferentes colores, se logra iluminar la cantidad equivalente a la que usan los carruajes que desfilan en la FNE. Mientras se desarrollaban las etapas explicadas anteriormente, también se procedía a difundir este trabajo y a realizar el proceso que llamamos, concientización y cuidado del medio ambiente, mediante talleres que hacían referencia a la fabricación de circuitos en serie y en paralelo, con focos leds de 5mm y de 20 mA. Estos circuitos son los que fabricarían los estudiantes al momento de preparar el sistema de iluminación de una carroza o de un carruaje.

Se logró capacitar en los talleres y jornadas, una cantidad aproximada de 2683 personas. Es importante destacar que simultáneamente se estaba trabajando en el desarrollo de una aplicación, que representaría el comportamiento del generador, conforme se la vayan agregando pequeños generadores y se vaya variando el rodado de las bicicletas.

La aplicación se desarrolló en una plataforma. Net, que consiste en una aplicación Web en la cual se utiliza la librería Bootstrap para el diseño y una librería de JavaScript llamada Highcharts para poder implementar los gráficos. Este software solo requiere de un navegador Web actualizado, por lo tanto, solo hace falta una PC o una notebook para poder utilizarlo.

La aplicación conforme a la cantidad de generadores, cantidad de tiras de leds con sus amperajes definidos y los diferentes rodados (9, 13, 26 y 29) de las bicicletas, generaban una salida gráfica de los vatios, cantidad de leds y miliamperes.

Se envió oportunamente, un archivo WinRAR de nombre simu, de 134Kb., con un doble clic se observa la carpeta simu, abriendo la misma se puede ver el archivo index.html, haciendo doble clic en él, se observa la aplicación. Seguidamente y para finalizar, el prototipo fue exhibido en una gran cantidad de lugares, ya sea que lo solicitaron o mediante la iniciativa propia del equipo de investigación, se logró que las personas conocieran y utilizaran el

generador y consecuentemente, con el pedaleo a la bicicleta, pudieron experimentar la capacidad de generar energía eléctrica. La cantidad de personas que pudieron vivenciar esta experiencia donde se muestra la ejecución del proyecto hacen un total de 17.573, desplegada por este proyecto de investigación.

## Conclusión

Podemos decir que cuando culminamos este proyecto, se cumplieron plenamente los objetivos planteados, y logramos superar nuestras expectativas, tanto la de fabricar un generador de energía amigable con el medio ambiente, como así también, haber podido llegar a la mayor cantidad de personas para realizar una directa intervención en la “concientización y cuidado del medio ambiente junto con la generación de energía alternativa”. Mediante las capacitaciones, charlas, talleres, jornadas, disertaciones y exposiciones, cada una con su característica distintiva, pero todas enfocadas en llegar a la ciudadanía y especialmente a los alumnos de la escuela secundaria que se dedican a elaborar carruajes para la FNE, se logró un cambio de paradigma significativo y útil para nuestro medio ambiente.

Es importante destacar como se logró que el generador tenga la capacidad de iluminar más de 20.000 focos leds contenidos en tiras de leds de 5m, donde algunas tenían 300 leds y otras 600 leds, también se generó una aplicación que muestra como al agregar generadores, se incrementa en 1200 la cantidad de focos encendidos, llegando por ahora a un máximo de 18 generadores, que tienen la capacidad de encender de manera conjunta, 21.600 leds, cantidad que supera los que se necesitan para iluminar un carruaje en el clásico desfile de la FNE.

No cabe dudas que este es un proyecto que deja la puerta abierta a la mejora progresiva del prototipo generador, pero que además permite a las personas que vivieron las diferentes experiencias propuestas en esta investigación, imaginar nuevas formas de generar energía y de utilizar la misma (ya evidenciada por los participantes), siempre pensando en el cuidado del ambiente y minimización del calentamiento global, ya que proponemos trabajar con las tecnologías de iluminación denominadas frías.

## Bibliografía

- D. K. C. MacDonald. (1966.) Faraday, Maxwell y Kelvin. EUDEBA.  
E. Braun. (1991) Física 1. Mecánica. Ed. Trillas.  
Ernesto E. Galloni. (1965). Los Fundamentales. "Alejandro Volta". La invención de la pila eléctrica. EUDEBA.  
Ernesto E. Galloni. (1971). Los fundamentales. "Michael Faraday". Investigaciones experimentales de electricidad. Series I-V. EUDEBA.

- F. Sears, M. Zemansky, H. Young, R. Freedman. (2001) Física Universitaria Vol 1. (9° ed.) Editorial Pearson.
- Frank Greenway. (1966) John Dalton and the Atom. Cornell University Press.
- Gerald Holton. (1979). Introducción a los conceptos y teorías de las ciencias físicas. Reverté.
- Gettys e., Keller F., Skove M. (1991) Física clásica y moderna Editorial McGraw Hill, España.
- Jeans, James Hopwood. (1966). Historia de la física hasta mediados del siglo XX. FCE, México.
- L. P. Williams. (1960) Faraday and the Structure of Matter. Contemporary Physics.
- L. P. Williams. (1963-1964) Faraday Discovery of Electromagnetic Induction. Contemporary Physics.
- M. Alonso y E. Finn. (1995). Física. Ed. Addison-Wesley Iberoamericana.
- N. J. Nersessian. (1984) Faraday to Einstein: Constructing Meaning in Scientific Theories. Kluwer Academic Publishers. Londres.
- P. A. Tipler. (1993). Física Vol. 1. Ed. Reverté.
- P. G. Hewitt. (1995) Física Conceptual. Ed. Addison-Wesley Iberoamericana.
- R. A. Serway, J. W. Jewett, (2005) Física para Ciencias e Ingeniería. (6° ed.) Ed. Thomson.
- R. García Torres. (1988) Michael Faraday. CONALEP, Limusa.
- Raymond A. Serway. (1993) Electricidad y magnetismo. (3° ed.) Ed. McGraw-Hill, México.
- Resnick R. Halliday D. (1998) Física tomo I. (4° ed.) Compañía Editorial Continental, México.
- Aizama V.M, Cardozo R.F, Cardozo V.R, (Mayo 2015), Prototipo Generador de Energía Eléctrica, a través del uso alternativo de la Bicicleta, Revista Difusiones número 8, Recuperado de <https://es.calameo.com/read/0043728652bc8139f2e85>
- Canal 4 SCA General Güemes. (5 de octubre de 2017). Ing. Víctor Aizama - Charlas sobre energía alternativa en Colegio Enrique Cornejo [Video]. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=FsZ9MSR6oUQ>
- Canal 4 SCA General Güemes. (20 de octubre de 2017). Prof. Víctor Aizama - Talleres de iluminación LED en Colegio Enrique Cornejo [Video]. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=Zd13Enekw0s>
- Ing. Víctor Aizama. (9 de septiembre de 2019) Elección Reina del Departamento de Tilcara [Video]. Recuperado de <https://www.facebook.com/179971142683243/videos/754402008347638/>
- La Comarca Noticias de Alto Comedero. (28 de junio de 2018). La creatividad que nace de un profesional de Alto Comedero #Jujuy [Video]. Recuperado de <https://www.facebook.com/292682690751326/videos/2036669226352655/UzpfSTE3OTk3MTE0MjY4MzI0MzoyOTY5OTczMTc2NDcyOTE/>
- Programa de Innovación y Tecnología – Ledesma (11 de julio de 2018). [Video]. Recuperado de <https://www.facebook.com/PITLedesmaSAAl/videos/2153937668214874/UzpfSTE3OTk3MTE0MjY4MzI0MzoxOTUxMzU3NzExNjY3ODA/>

UCSE-DASS (24 de mayo de 2018). I Jornadas de concientización en políticas ambientales. Disertación del Ing. Víctor Aizama [Video]. Recuperado de <https://www.facebook.com/ucsejujuy/videos/727502570706669/>  
UCSE-DASS (9 de octubre de 2019) [Video]. Recuperado de <https://www.facebook.com/ucsejujuy/videos/381386119474069/?v=381386119474069>