

COSTO AERÓBICO DE LA ENERGÍA: CONCIENTIZACIÓN SOBRE EL USO RACIONAL DE ENERGÍA INVOLUCRANDO A LA JUVENTUD EN UN PROCESO RECREATIVO DE GENERACIÓN SUSTENTABLE

Bulacio Gonzalo, Carpman Simón, Echazarreta Santiago, Fernández Cívico Darío, González Agustina, Mitchell Florencia, Moyano Cora y Pérez Federico.

**Facultad de Ciencias Exactas Ingeniería y Agrimensura - Universidad Nacional de Rosario
Pellegrini 250 – 2000 Rosario, Santa Fe, Argentina. E-mail: agustinag@gmail.com**

RESUMEN: El trabajo presenta un proyecto de desarrollo tecnológico de un dispositivo móvil en el cual doce personas pedaleando simultáneamente generarán la energía eléctrica necesaria para que una banda de música pueda dar su recital. Se calculan los parámetros eléctricos y mecánicos a partir de ensayos y se muestran los esquemas de conexión. El objetivo principal es la concientización y educación de la población en el uso racional de la energía y el desarrollo sustentable a través del esfuerzo físico que representa. Además se presentan los distintos medios utilizados para la difusión y el logro del impacto esperado.

Palabras clave: uso racional, energía, desarrollo sustentable.

INTRODUCCIÓN

En el marco del Decenio de las Naciones Unidas para el Desarrollo Sostenible, se nos presenta la necesidad de educar y concientizar a la sociedad sobre el uso de energías renovables. Sin embargo, abordar el desafío del desarrollo sostenible es tal vez una de las tareas más difíciles del siglo XXI, ya que exige cambios profundos en la manera de pensar y actuar de la gente (Rose y Bridgewater, 2003).

En un mundo caracterizado por el rápido crecimiento demográfico y la escasez de recursos naturales, resulta necesario involucrar a la población para tomar las medidas necesarias para reducir el impacto ambiental que la generación de energía implica. Es por esto que se debe asumir un compromiso para contribuir a formar ciudadanos y ciudadanas concientes de la gravedad y del carácter global de los problemas. De este modo se logra proporcionar una percepción correcta de la situación y fomentar actitudes y comportamientos favorables para el desarrollo sostenible, así como también participar en la toma de las decisiones adecuadas (UNESCO, 2004).

En este contexto surge Proyecto STS Rosario, una agrupación de jóvenes comprometidos con el desarrollo y la implementación de Soluciones Tecnológicas Sustentables. STS pretende lograr la articulación entre las fuentes de conocimiento y los organismos públicos y privados, para hacer que la ciudad de Rosario sea energéticamente sustentable.

Asimismo, consideramos que la educación y concientización de la sociedad no debe ser circunscripto a los saberes escolares, sino que deben aprovecharse también otras oportunidades de educación informal. La alfabetización científica es un objetivo que UNESCO plantea desde hace tiempo, en particular, en relación al cuidado y preservación de nuestros recursos naturales, entre los cuales el uso energético responsable es de vital importancia (ONU, 1996). Las acciones a seguir no tienen por qué ser estrictamente individuales ni estar limitadas a la intervención escolar, porque los marcos de referencia de la sostenibilidad exigen intervenir desde la multiplicidad de contextos profesionales, sociopolíticos, empresariales, asociativos y no gubernamentales de cada territorio (Gutiérrez et al, 2006).

En este trabajo se presenta uno de los proyectos emprendidos por STS que consiste en el desarrollo de un dispositivo capaz de generar energía eléctrica, que tiene por principal objetivo involucrar a la sociedad en el proceso de generación para que cada uno pueda experimentar por sí mismo el costo aeróbico que dicho proceso conlleva. Se plantea lograr la sensibilización del público mediante una estrategia didáctica y recreativa, en la cual doce personas pedaleando son capaces de generar la energía eléctrica necesaria para llevar a cabo un recital. De este modo, se trata de lograr la concientización de todos los jóvenes que asisten al evento, haciéndolos partícipes de la generación para el suministro de la energía utilizada por las bandas.

A continuación presentamos los objetivos de nuestro grupo, en particular el proyecto del “recital a pedal”, las consideraciones técnicas, ensayos, y medidas tomadas para la financiación y difusión del mismo para lograr el impacto deseado.

STS ROSARIO

STS Rosario es una agrupación de estudiantes y jóvenes profesionales de diferentes carreras tales como Ingeniería Industrial, Ingeniería Mecánica e Ingeniería Eléctrica unidos por un mismo objetivo común: aportar al desarrollo sustentable de la ciudad de Rosario¹. Para esto, se han relevado las problemáticas infraestructurales de la ciudad y se han desarrollado e implementado proyectos utilizando tecnologías sustentables que minimizan el impacto ambiental.

En STS entendemos que nuestro aporte a la ciudad está enmarcado en las siguientes líneas de acción:

- Devolver a la sociedad la formación recibida.
- Releva problemáticas infraestructurales y ambientales de la ciudad de Rosario.
- Desarrollar e implementar proyectos utilizando tecnologías sustentables y minimizando el impacto ambiental.
- Ser una incubadora de emprendimientos tecnológicos.
- Ser nexo de articulación e integración entre la sociedad, el ámbito académico, empresas e instituciones.
- Brindar asesoramiento técnico profesional a entes públicos y privados.
- Generar un espacio abierto a la participación de estudiantes y profesionales

El impacto del proyecto tiene se centra en la concientización de la sociedad y en la movilización que podamos hacer de diferentes entes gubernamentales, académicos, privados, etc. que decidan adherir. En este sentido, en STS nuestros stakeholders² (Freeman, 1984) como beneficiarios y a la vez potenciadores de nuestros proyectos. En base a su aporte los hemos clasificado en 4 rubros.

Sociedad

- Fuente de ideas y proyectos, de motivación y pasión...
- Participación en el desarrollo y difusión de los proyectos y acciones STS.
- Donaciones (de su tiempo, materiales)
- Embajadores en el mundo del concepto STS y de Rosario como ciudad sustentable.

Entes Gubernamentales

- Sensibilización de la Comunidad.
- Infraestructura, RRHH, know how sobre la ciudad.
- Avals, Permisos y apoyo institucional.
- Escalabilidad de iniciativas de STS integrando al proyecto en el desarrollo de políticas de estado sustentable.

Sector Privado

- Capital, Inversión.
- Tecnología, uso de instalaciones y laboratorios.
- Apadrinamiento de proyectos y red de contactos.
- Implementación de desarrollos propios del grupo. Proyectos in company.

Ámbito Académico

- RRHH capacitados (tanto estudiantes como profesionales)
- Articulación con actores académicos como centros de investigación.
- Posibilidad de realizar ensayos en laboratorios.
- Know How y usina de ideas (por ejemplo proyectos finales).
- Ambiente emprendedor (gente con ganas de cambiar el mundo).

En este contexto y ante la necesidad de promover el uso racional de la energía y el descubrimiento del potencial de energías alternativas y renovables entre la población y particularmente entre los jóvenes, surge el proyecto de un “recital a pedal” cuyo principal objetivo es que los ciudadanos experimenten ellos mismos y de una forma divertida la cantidad de recursos necesarios para llevar adelante cualquier actividad que requiera energía eléctrica. STS se propone, así, contribuir al desarrollo sustentable de nuestra ciudad.

UN RECITAL “A PEDAL”

La idea de hacer un recital cuya energía sea suministrada por un dispositivo móvil se manifiesta como una oportunidad para acercar a los jóvenes información sobre los procesos de generación de energía y sus costos, mediante una experiencia aeróbica.

El dispositivo consta de doce asientos en dos filas de seis, cada uno con un sistema de pedales, montados sobre un trailer para posibilitar su traslado, como se puede observar en la Figura 1.

¹ STS Rosario <http://stsrosario.wordpress.com/>

² *Stakeholder* es un término inglés utilizado por R. E. Freeman (2001) en su obra: “*A Stakeholder Approach to Strategic Management*”, para referirse a «*quienes pueden afectar o son afectados por las actividades de una empresa o proyecto.*»



Figura 1: Dispositivo de doce asientos en dos filas de seis.

Los pedales se encuentran acoplados mecánicamente cada tres asientos, por lo cual tres personas estarán proporcionando la cupla necesaria para mover un mismo eje. Se adoptó esta distribución dado que no es económicamente viable acoplar cada uno de los pedales a un eje diferente, pero por medidas de seguridad tampoco se puede utilizar un único eje. Esto se basa en que ante la ocurrencia de alguna eventualidad, se debe evitar cualquier tipo de accidente por acción de una fuerza motriz distante a causa de que los pedales se encuentren acoplados a un mismo eje. Para el acoplamiento de estos ejes se utilizan piñones con cricket. De este modo se logra independizar cada grupo de tres pedales del resto del sistema. Así, en el caso del recambio de participantes, se evita que por inercia del sistema y por la fuerza motriz generada por el resto de los individuos que siguen pedaleando, los pedales vacantes sigan girando y se pueda producir algún tipo de accidente.

Mediante un sistema de cadenas sobre coronas en cada uno de los ejes se acoplan mecánicamente en un único eje donde se suman las cuplas aportadas.

A continuación se amplifican las revoluciones por minuto resultantes mediante un multiplicador mecánico que multiplica por veinte la velocidad para lograr un valor aceptable en el eje principal.

Este sistema consta de una inercia mecánica que se utiliza para amortiguar las variaciones de cupla resistente debidas a las variaciones de carga durante el recital. Además proporciona la amortiguación necesaria para evitar variaciones de la cupla debidas a la alinealidad del sistema. La energía almacenada en el volante de inercia depende directamente del momento de inercia y del cuadrado de la velocidad angular, por esto la conveniencia de colocarlo en esta etapa, en que las revoluciones son mayores que en la etapa reducida.

Este conjunto constituye lo que sería la máquina motriz o primaria del generador.



Figura 2: Primer etapa de fabricación de la estructura del trailer.

Para la transformación de energía mecánica en energía eléctrica se utiliza un alternador cuya cupla motriz es proporcionada por la máquina primaria constituida por el sistema de pedales. El alternador consta de un generador sincrónico de corriente alterna con un sistema de rectificación incorporado.

El principio de funcionamiento del generador sincrónico se basa en la inducción magnética de un campo magnético giratorio, generado por un inductor, sobre un arrollamiento denominado inducido. El inductor genera un campo magnético constante en

el tiempo, dado que se encuentra alimentado con corriente continua (excitación), formando éste un imán permanente. Mediante la máquina motriz se hace girar al inductor, proporcionando un campo magnético giratorio cuya magnitud varía sinusoidalmente en el tiempo para un arrollamiento fijo en el espacio, es decir para el inducido. Por Ley de Faraday, se induce una tensión senoidal en el arrollamiento fijo, que hace que circule una corriente, la cual genera un campo magnético que se acopla al campo de la excitación, girando ambos a la velocidad de sincronismo. De este modo se logra la conversión de energía mecánica en eléctrica.

A la salida del generador, el alternador posee un sistema de rectificación mediante el cual se convierte la corriente alterna en corriente continua. Esto posibilita el almacenamiento de la energía generada en baterías para su uso futuro en caso de no ser utilizada en el mismo momento de generación.

A continuación, la corriente continua generada se vuelve a convertir en corriente alterna para poder ser utilizada, mediante un inversor. Tanto el rectificador como el inversor basan su funcionamiento en la utilización de semiconductores que dejan pasar o no, la corriente en determinados intervalos temporales. En el caso del rectificador, recorta la onda sinusoidal de corriente alterna formando la corriente continua. En el caso del inversor, mediante pulsos de distinta magnitud se va formando la onda de corriente alterna.

Este sistema además se complementa con capacitores para amortiguar los picos de corriente y además para proporcionar la energía reactiva que consume el sistema de rectificación e inversión.

Finalmente a la salida del sistema alternador-inversor se obtiene corriente alterna capaz de brindar energía para el funcionamiento del equipo del recital.

DIMENSIONAMIENTO

Para el dimensionamiento de los elementos utilizados en este proyecto se calculó la potencia necesaria para un recital. Teniendo en cuenta el consumo del equipo de amplificación, se estimó que la potencia requerida sería de aproximadamente 3kW. Considerando una duración estimada del recital de dos horas, serán necesarios 6KWh de energía.

Para el cálculo de la cupla y velocidad necesarias para la generación de la energía, se realizaron ensayos sobre un prototipo individual. Este prototipo consta de una bicicleta sola, cuyo eje se encuentra acoplado al del alternador. Se midieron la velocidad promedio a la que pedalea una persona, y la potencia generada.

ENSAYOS

Objetivo

El objetivo del ensayo fue medir la potencia eléctrica RMS que una persona podía producir al pedalear a un ritmo prudente y durante un tiempo reducido de 6 a 9 minutos.

Observaciones

Se consideró que dado que el ensayo es necesario para la proyección de un sistema electromecánico que produzca energía eléctrica para la realización de un recital, donde la fuente de energía serán los músculos de personas pertenecientes al público expectante del show, las mismas no serán exclusivamente deportistas o personas con aptitudes físicas superiores a las normales.

Desarrollo

Mediante un mecanismo que constaba de una bicicleta del tipo de montaña con 18 combinaciones de velocidades, y un alternador de auto de 12v 90A acoplados entre sí como muestra la figura 3, se hizo entrar en régimen al alternador mediante un sujeto que pedaleaba en la bicicleta. Luego al circuito eléctrico del alternador se lo conectó a una carga, en este caso una lámpara incandescente de 60W 12v, y se generó la potencia que la lámpara requería para su funcionamiento por un tiempo determinado por la capacidad muscular y prudencia del individuo. De esta manera se obtuvo como resultado la potencia que esta persona generaba.

Se tuvo en cuenta que para producir los campos magnéticos del entrehierro, fue necesaria la utilización de una batería de auto de 12v. Antes de comenzar la prueba se conectó el campo del alternador y una vez que entrado en régimen se lo desconectó ya que el mismo utiliza su energía para autoexcitarse.



Esquema del mecanismo utilizado

Se presenta en la figura un esquema simplificado de la bicicleta y el acoplamiento mecánico con el eje del alternador para la realización del ensayo. Teniendo en cuenta la relación de los radios de los diferentes discos se calcularon las diferentes velocidades en los ejes.

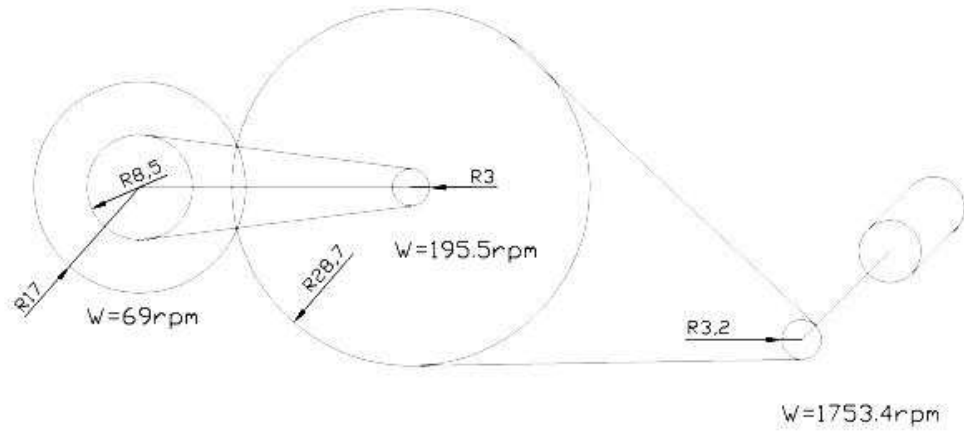


Figura 4: Esquema mecánico de conexiones

Esquema eléctrico del circuito utilizado para la medición

El circuito eléctrico utilizado para medición de potencia se muestra esquematizado en la figura. Se utilizaron un voltímetro para medir la tensión en la carga y un amperímetro para medir la corriente circulando por la misma. Con dichos valores se hizo el cálculo de potencia eléctrica suministrada.

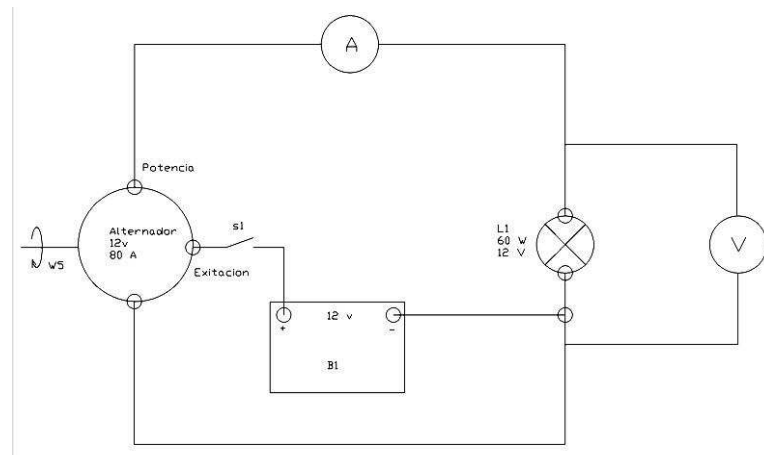


Figura 5: Esquema del circuito eléctrico utilizado para la medición

Resultados

Las mediciones obtenidas fueron:

Potencia transmitida a la lámpara:

$$P_L = 14,5V \cdot 5,5A = 80W \quad (1)$$

Potencia de excitación:

$$P_E = 12V \cdot 3,8A = 46W \quad (2)$$

Finalmente para el estudio de las respuestas temporales de las variables del circuito, se lo modeló mediante un Diagrama en Bloques en la interfase Simulink de Matlab. El modelo del sistema electromecánico se parametrizó para la simulación y obtención de las gráficas temporales de las corrientes, torques y verificación de los parámetros obtenidos anteriormente.

Análisis de resultados y conclusiones de los ensayos

Teniendo en cuenta esta información se determinó que mediante la utilización de un dispositivo que suma la potencia generada por 12 personas, se podría proporcionar la energía necesaria para el recital, según los valores de potencia necesarios estimados anteriormente.

Dado que al régimen del alternador se llega entre 2000 y 4000 revoluciones por minuto, y teniendo en cuenta que la velocidad a la que pedalea un individuo es de aproximadamente 70 rpm, se determinó la necesidad de colocar un sistema de multiplicación de velocidad. Como primer medida se decidió utilizar el sistema de piñón-corona para duplicar la velocidad y finalmente se agregó una caja multiplicadora.

A partir de la medición de potencia se observó que cada persona es capaz de entregar una potencia de aproximadamente 80W, por lo que si se diseña un dispositivo con espacio para 12 personas, la potencia que se podría desarrollar sería de 960W. Dado que la potencia requerida para el recital es mucho mayor, se concluyó que primero deberá haber una etapa de carga de baterías. Durante la misma, para cubrir el requerimiento de energía, será necesario un tiempo de pedaleo previo de 6 horas y 15 minutos en el cual se cargarán siete baterías de 12V/75Ah con los 6KWh necesarios. De este modo también se pone de manifiesto el hecho de que aún habiendo 12 personas pedaleando para generar energía, ésta es insuficiente para alimentar completamente un evento como un recital. Así, el dispositivo se utilizará en dos etapas. La primera, previa al recital, para la carga de las baterías; y la segunda durante el recital para la recarga de parte de la energía que se vaya consumiendo durante el transcurso del mismo. Esta energía aportada en tiempo real, da un margen de seguridad de 55 minutos de consumo de energía a razón de 3KW, el cual nos permite afrontar posibles diferencias en los rendimientos estimados, o bien extender la duración del recital.

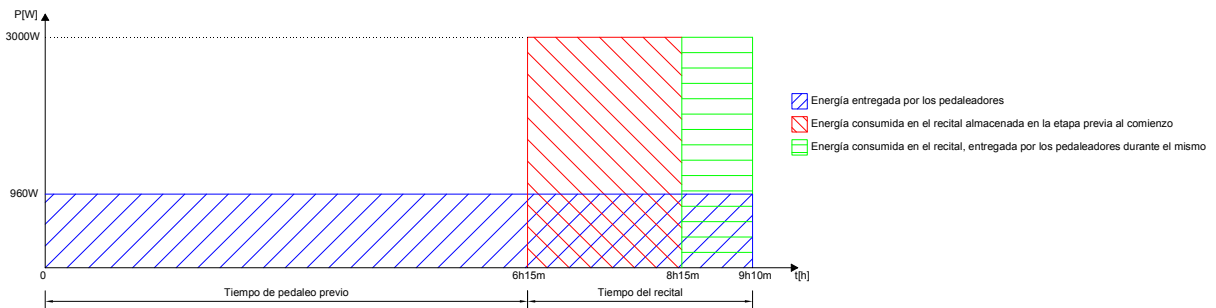


Figura 6: Gráfica de la energía entregada y consumida.

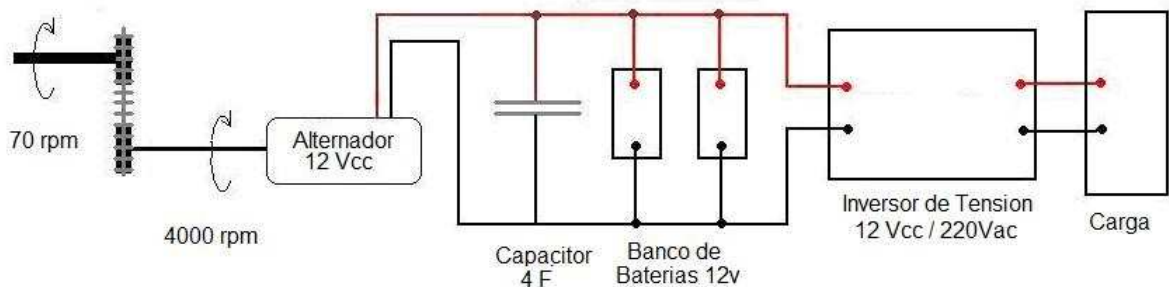


Figura 7: Esquema completo de las conexiones mecánicas y eléctricas del dispositivo

DIFUSIÓN Y FINANCIAMIENTO

Para la realización de este proyecto se contactó con la Municipalidad de Rosario, la cual brindó su apoyo para la difusión en eventos públicos.

La primera presentación del dispositivo será durante “La fábrica infinita”, evento que la Secretaría de Cultura desarrollará los días 16, 17, 18 y 19 de Septiembre en el Centro de Expresiones Contemporáneas de la ciudad de Rosario. Este evento convoca a jóvenes y público en general y propone un lugar de encuentro, de producción y sensibilización respecto de la temática del cuidado del medio ambiente mediante la creatividad. De este modo se podrá lograr el impacto y participación requeridos. Este evento tiene como objetivo que los participantes lleven a cabo por sí mismos acciones que los acerquen a conceptos generales como son el reciclado, la conservación del medio ambiente y la creatividad como medio fundamental para la solución de los problemas vigentes. Pretende también combinar aprendizaje con diversión mediante actividades recreativas, estimulantes e innovadoras.³

³ Este evento se ha realizado con éxito, contando con la presencia de cientos de estudiantes de Rosario y alrededores, logrando cumplir los objetivos planteados y llevando a cabo el recital a pedal.

Luego el módulo será incluido en todas actividades de la Municipalidad de Rosario y otras organizaciones dedicadas a crear conciencia medioambiental para de este modo poder tener la difusión necesaria para un impacto fuerte en la sociedad.

También habrá una presentación en los conciertos que organiza la Municipalidad de Rosario para el día de la primavera el 21 de Septiembre, los cuales convocan a miles de jóvenes de la ciudad y a todos los medios de comunicación.

Además de la difusión realizada por la Municipalidad de Rosario sobre los eventos en los que estaremos presentes, que será realizada mediante los medios convencionales y masivos de comunicación (radio, televisión, carteles en vía pública), el grupo llevará a cabo difusión mediante medios alternativos y más accesibles, como las redes sociales, difusión oral en las facultades, colegios, gimnasios, clubes, organizaciones de jóvenes, vía pública; apoyándonos en la originalidad y novedad del proyecto para generar una difusión de “boca en boca”. A la vez, evitando el uso de folletería excesiva y no sustentable, se contará con una página web en la cual se brindará información sobre el proyecto de forma interactiva, mediante infografías, juegos, encuestas, con el objetivo de concientizar al usuario sobre su propio consumo de energía y el costo aeróbico de sus actividades cotidianas.

Durante los eventos se invitará a los participantes y presentes a interesarse, aprender e involucrarse más sobre la problemática energética ingresando a la página web. En esta página, se los invitará a calcular cuántas horas del día deberían pedalear para satisfacer los requerimientos energéticos de todas aquellas actividades que realizan comúnmente. Esta página incluirá también, tips para el uso eficiente de la energía y acciones que individualmente suman al cuidado del medio ambiente. Aquellos que quieran interiorizarse en las problemáticas ambientales, y específicamente en aquellas relacionadas con la generación y consumo de energía, podrán hacerlo siguiendo los links sugeridos también en esta web.

En cuanto al financiamiento, se consiguió por parte de la fundación MAS (Muchas Acciones Suman). Esta fundación impulsa proyectos para educar a colegios, docentes, estudiantes y sus familias y así motivarlos a tomar medidas simples de conservación de energía, que en conjunto tienen un impacto significativo sobre la afectación del medioambiente. Se llegó a un acuerdo con la fundación en el que se estableció que MAS financiará la construcción del dispositivo, para trabajar en conjunto con Proyecto STS Rosario en la difusión de este proyecto. En este contexto Proyecto STS Rosario será participe de los eventos organizados por la fundación para la promoción de un desarrollo sustentable.

CONCLUSIONES

La base sobre la cual se apoya el “Recital a Pedal” (RAP) es la participación, interacción y diversión; se busca impactar a los jóvenes mediante una nueva forma de entender la energía y su costo, logrando como resultado directo la concientización sobre su uso.

El impacto que el RAP desea tener sobre los jóvenes se logra por la originalidad y novedad de la idea, y porque implica la participación directa de los mismos. La propia experiencia es la herramienta básica de la Formación Experiencial, la cual se basa, en gran medida, en la capacidad que tenemos todas las personas, tanto los niños como los adultos, de aprender gracias a la experiencia directa, y supone una metodología de aprendizaje que reproduce situaciones que se dan en la vida real a través de simulaciones y actividades recreativas para lograr un proceso de análisis y conceptualización mucho más eficaz (Martín Falcó, 2007). La fuerza del proceso de aprendizaje reside, precisamente, en el impacto que la vivencia produce.

La participación e interacción directa de los jóvenes apelan a que ellos sean los sujetos protagonistas y a que experimenten una manera diferente de formación, en lo que es un ámbito de recreación, con la música como vínculo social. Al convertirse en protagonistas podrán ellos luego ser los mejores comunicadores tanto del proyecto como de la base que subyace: la sustentabilidad, el uso racional de la energía, el conocimiento de energías alternativas, y, por otro lado, el sentimiento de compromiso y cooperación, y el trabajo en equipo.

El foco está puesto sobre la población joven ya que suele presentar mayor receptividad y entusiasmo en cuanto a nuevas ideas y además, será ella quien en el futuro experimente los resultados de los cambios impulsados hoy. Por otro lado, es importante señalar que el proyecto nace y se desarrolla en el Año Internacional de la Juventud (Agosto 2010-2011) declarado por la Organización de las Naciones Unidas. La actividad propuesta: grupal, compartida y para todos, puede servir como una plataforma para el respeto, diálogo y entendimiento mutuo entre los jóvenes (en este caso de nuestra ciudad), el cual es el tema propugnado por la ONU.

Sin embargo, el hecho de que el proyecto esté vinculado a eventos públicos le otorga la posibilidad de alcanzar a la ciudadanía en su conjunto, teniendo todas las personas la misma oportunidad de participar.

REFERENCIAS

Martín Falcó N. (2007) “La formación experiencial: el aprendizaje a través de la experiencia directa”. En: <http://www.sht.com.ar/archivo/capacitacion/experiencial.htm>

Freeman R. E. y McVea J (2001) “*A Stakeholder Approach to Strategic Management*”. En “*The Blackwell Handbook of strategic management*” Hitt M., Freeman R, Harrison J. editores. Pp 189-207. Blackwell Publishers Inc, USA.

Gutiérrez J., Benayas J, Calvo S. (2006) Educación para el desarrollo sostenible: evaluación de retos y oportunidades del decenio 2005-2014. *Revista Iberoamericana de Educación*, enero-abril, número 040 pp 25-69. OEI para la Educación, la Ciencia y la Cultura. Madrid, España.

ONU (1996) Programa de Acción Mundial para los Jóvenes hasta el año 2000 y años Subsiguientes – Resolución A/RES/50/81 Asamblea General. En:
<http://www.cinu.org.mx/temas/desarrollo/dessocial/integracion/pmaccion2000beyond.pdf>

Orlando Hall Rose y Peter Bridgewater (2003) Se necesitan nuevos enfoques para la educación ambiental y la sensibilización del público. *Perspectivas* Vol. XXXIII, n° 3 (revista trimestral de educación comparada N° 127, Oficina Internacional de Educación) En: <http://unesdoc.unesco.org/images/0013/001321/132190s.pdf>

UNESCO (2004) - Compromiso por una educación para la sostenibilidad. Conferencia sobre Educación para el Desarrollo Sostenible en Burdeos - 27 al 29 de octubre de 2004. En <http://www.oei.es/noticias/spip.php?article3817>

ABSTRACT: This paper presents a project of the development of a technological device, in which twelve people cycling all together can generate electric energy for the performance of a musical band in a concert. Mechanical and electrical parameters are calculated from the results of essays and the connection schematics are shown. The main aim is to educate the population on rational use of energy and sustainability through the physical effort it represents. The different means of communication to provide the correct impact are also presented.

Keywords: rational use, energy, sustainability.