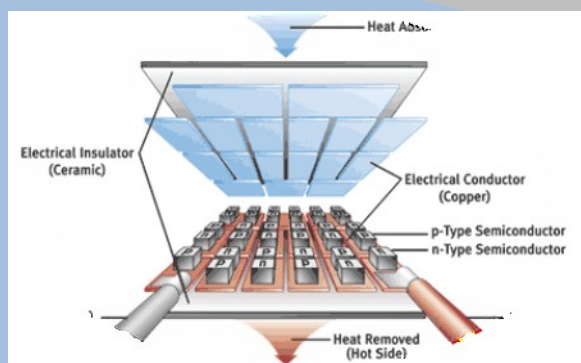


# Termoelectricidad. Aplicación de las placas Peltier a la generación de energía eléctrica en plataformas flotantes.

Saúl Cid Sarria  
Fernando Rodríguez Rebelo



2011-12



**TERMOELECTRICIDAD. APLICACIÓN DE LAS PLACAS PELTIER A LA  
GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN PLATAFORMAS  
FLOTANTES.**

SAÚL CID SARRIA Y FERNANDO RODRÍGUEZ REBELO

1º Bachillerato

Tutor del trabajo: CARLOS PEREZ FREIRE

AULAS TECNÓPOLE. Parque Tecnológico de Galicia. San Cibrao da Viñas. Ourense

Resumen:

Pretendemos diseñar una estructura flotante con dos compartimentos, uno sumergido a la temperatura del agua del río, y otro emergido, de color negro, para absorber la energía calorífica del Sol. En medio de ambas situaremos una serie de placas Peltier que aprovechen la diferencia de temperatura para producir energía eléctrica.

Centro: Aulas Tecnópole. Parque Tecnológico de Galicia

Participante 1: Nombre: Saúl Cid Sarria  
Curso: 1º Bachillerato  
e-mail: saulcidsarria@gmail.com

Participante 2: Nombre: Fernando Rodríguez Rebelo  
Curso: 1º Bachillerato  
e-mail: ferore\_18@hotmail.com

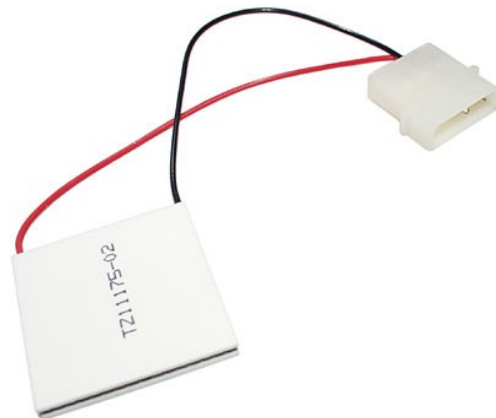
Profesor: Nombre: Carlos Pérez Freire  
Aulas Tecnópole. Parque Tecnológico de Galicia.  
Titulación: Licenciado en Ciencias Biológicas  
e-mail: carlospfreire@hotmail.com



## **1. INTRODUCCIÓN.**

Tratamos de estudiar la viabilidad de la producción de electricidad mediante las placas Peltier. Para ello aprovecharemos la fuente de calor, un depósito metálico expuesto al sol y pintado de color negro, y el agua de un río.

Investigando sobre posibles sistemas que aprovechen focos calientes encontramos las llamadas células Peltier o placas termoeléctricas. Estas generan calor por una de sus caras y frío por la otra, cuando se conectan a una fuente de corriente continua; es el efecto Peltier. Del mismo modo, si se aplica calor a una de sus caras y frío a la otra se puede generar energía eléctrica; es el efecto Seebeck. Cuanto mayor sea la diferencia de temperatura entre ambas caras, mayor será la diferencia de potencial generada.



En base a lo anterior se planteó la posibilidad de diseñar una estación termoeléctrica. Dicha estación aprovecharía el calor del sol que recogeríamos en un colector –depósito metálico de color negro expuesto al sol– y el agua fría del propio río Miño o sus embalses.



Colocando depósito caliente en una de las caras de un conjunto de células Peltier y agua fría del río en la otra, podríamos aplicar el efecto Seebeck para generar energía eléctrica.

Las ventajas de esta instalación serían que podríamos generar electricidad de forma limpia para el medio ambiente. Además, dependiendo de la intensidad y el potencial generado, podremos abastecer a la ciudad o simplemente a unas cuantas casas, las que más cerca se encontrasen del origen de estas aguas.

Una de las ventajas de las placas Peltier es su bajo coste. Aunque cada placa, en sí, no es cara, su rendimiento hoy en día es muy pequeño y se precisarían un gran número de células. Por otro lado la vida útil de cada una está estimada en 20 años.

Otra sería que para producir un potencial medianamente alto tendríamos que comprar un gran número de placas termoeléctricas.

## **2. ANTECEDENTES BIBLIOGRÁFICOS.**

### **CÉLULAS PELTIER. LA TERMOELECTRICIDAD:**

La termoelectricidad es el estudio de la conversión del calor en energía eléctrica.

El físico alemán **Thomas J. Seebeck** descubrió en 1820 que si se cierra el circuito por la unión de dos materiales distintos a diferente temperatura, ésta produce una diferencia de potencial que se genera en la unión de los metales.

En 1834 el físico francés **Jean C. A. Peltier** descubrió el efecto inverso al que había descubierto Thomas. Si una corriente pasa a través del circuito descrito por Seebeck (termopar), la temperatura de una parte de este circuito aumenta y la temperatura en la otra sección disminuye, así que el calor es transferido desde una unión a otra. La cantidad de calor que se transmite es proporcional a la corriente generada.



Esta célula posee características termoeléctricas, al aplicarle una corriente se crea una diferencia de temperatura en sus caras.

### Composición de las placas Peltier:

Las células que se comercializan en el mercado, esencialmente están compuestas por dos tipos de elementos semiconductores, telururo de bismuto y el seleniuro de antimonio. Debido a la escasez de alguno de los componentes y a su baja producción, el coste de estos aún es elevado en el mercado. Las placas cerámicas que están dispuestas en ambas caras llevan pistas de cobre que permiten unir los semiconductores eléctricamente en serie y térmicamente en paralelo.

Para obtener un voltaje útil hace falta una diferencia de temperatura de 100 °C o más, o conectar muchas células en serie.

### Thomas Johann Seebeck:

**Thomas Johann Seebeck** (Reval, 9 de abril de 1770 – Berlín, 10 de diciembre de 1831).

Médico e investigador físico natural de Estonia, de origen alemán del Báltico, descubrió el efecto termoeléctrico.

En 1806 Descubrió los efectos del calor y productos químicos en diversos colores del espectro solar. En 1808, obtuvo la primera combinación química de amoníaco con óxido mercurio.

A principios de 1820, Seebeck realizó variados experimentos en la búsqueda de una relación entre la electricidad y calor.



En 1821, soldando dos alambres de metales diferentes (cobre y bismuto) en un lazo, descubrió accidentalmente que al calentar uno a alta temperatura y mientras el otro se mantenía a baja temperatura, se producía un campo magnético.

Seebeck no creyó, o no divulgó que una corriente eléctrica era generada cuando el calor se aplicaba a la soldadura de los dos metales.

En cambio, utilizó el término termomagnetismo para referirse a su descubrimiento. Actualmente se lo conoce como efecto Peltier-Seebeck o efecto termoeléctrico y es la base del funcionamiento de los termopares.

Se licenció en medicina 1802, pero prefirió la investigación en la física a la práctica de la medicina.

Después de su graduación, ingresó en la universidad de Jena, donde conoció a Goethe. Inspirado por el movimiento romántico en Alemania y la teoría contra newtoniana de colores de Goethe, trabajó con éste en la teoría del color y del efecto de la luz coloreada.



*Thomas Johann Seebeck*

Efecto Seebeck:

El efecto Seebeck consiste en la creación de una diferencia térmica a partir de una diferencia de potencial eléctrico. Ocurre cuando una corriente pasa a través de dos metales similares que están conectados entre sí en dos uniones. La corriente conduce una transferencia de calor desde una unión hasta la otra. Una unión se enfría mientras que la otra se calienta. El efecto es utilizado para refrigeración termoeléctrica.



Jean Charles Peltier:

**Jean Charles Peltier** (Ham, Francia, 1785-París, 1845) Físico francés.

Relojero de profesión, abandonó su oficio cuando tenía treinta años, para dedicarse plenamente a la investigación científica en el campo de la electricidad.

En 1834 descubrió que cuando circula una corriente eléctrica por un conductor formado por dos metales distintos, unidos por una soldadura, ésta se calienta o enfría según el sentido de la corriente (efecto Peltier).

Dicho efecto ha revestido gran importancia en el desarrollo reciente de mecanismos de refrigeración no contaminantes.

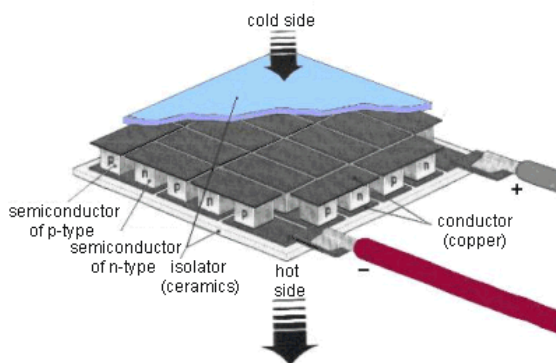
A Peltier se le debe también la introducción del concepto de inducción electrostática (1840), referido a la modificación de la distribución de la carga eléctrica en un material, bajo la influencia de un segundo objeto próximo a él y que tenga una carga eléctrica.



*Jean Charles Peltier*

Efecto Peltier:

Necesitamos un generador de corriente, un polímetro, una placa Peltier a la que se ha adjuntado un disipador de calor y dos termómetros (unidos a los dos metales que forman la placa Peltier, respectivamente).





Con el circuito abierto anotamos las temperaturas de ambos termómetros. Aplicamos una corriente a la placa. Observamos cómo una de las dos temperaturas disminuye y la otra se va elevando poco a poco.

### **3. HIPÓTESIS Y OBJETIVOS.**

Pretendemos estudiar la posibilidad de aprovechar la temperatura del agua del río Miño la energía que recibimos del Sol para obtener electricidad. Ambas focos de frío y calor respectivamente, que en contacto con ambas caras de una célula termoeléctrica generarían energía eléctrica

### **4. PLAN DE TRABAJO.**

#### **4.1. MATERIALES:**

- Células Peltier tipo TEC1-12726 de 400 W.
- Silicona termoconductora.
- Pintura metálica negra.
- Cajas metálicas.
- Pinceles.
- flotador.
- Cables.
- Galvanómetro.

#### **4.2. PROCEDIMIENTO.**

Para comprobar nuestra hipótesis construimos una maqueta constituida por dos recipientes metálicos. En el primero lo pintamos de negro, le introducimos aceite y lo expusimos al sol, el cual elevó la temperatura interior 64 - 68 °C. En el segundo lo llenamos de aceite y lo sumergimos en agua a la temperatura media del río Miño, en torno a los 9 - 12 °C.





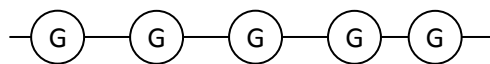
Para verificar las temperaturas de ambos contenedores colocamos un termómetro de contacto en cada uno.

Entre ambos recipientes y en estrecha unión situamos la placa Peltier. Para mejorar la transmisión del calor colocamos una masilla termoconductora, la que se utiliza entre el refrigerador y el procesador de una CPU de un ordenador. Los cables de ésta se conectaron aun galvanómetro y un amperímetro para comprobar la diferencia de potencial obtenida y la intensidad de corriente producida.

Posteriormente probamos a asociar en serie y en paralelo cinco células Peltier para probar su rendimiento.

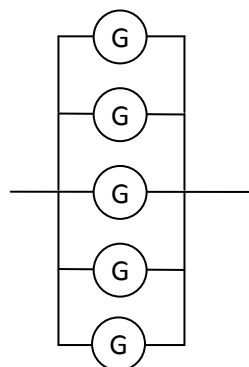
Diferentes asociaciones de placas Peltier:

Un circuito serie es aquel circuito en el que la corriente eléctrica solo tiene un solo camino para llegar al punto de partida, sin importar los elementos intermedios.



*Esquema de asociación en serie (S)*

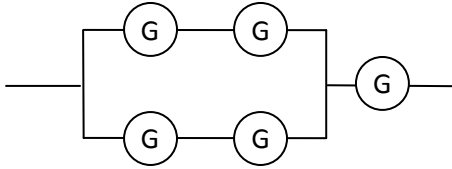
Un circuito paralelo es aquel circuito en el que la corriente eléctrica se bifurca en cada nodo. Su característica más importante es el hecho de que el potencial en cada elemento del circuito tiene la misma diferencia de potencial.



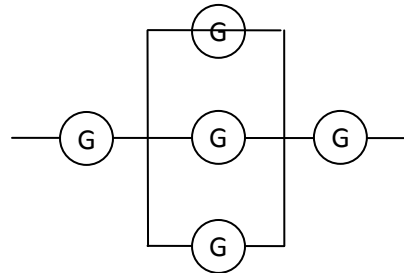
*Esquema de asociación en paralelo (P)*



Un circuito mixto es aquel circuito que es una combinación de elementos tanto en serie como en paralelos.



Esquema de asociación mixta (M1)



Esquema de asociación mixta (M2)

## 5. RESULTADOS.

Mantuvimos el agua caliente entre 64 °C y 68 °C y el agua fría a una temperatura entre los 9 °C y 12°C representando al agua del río Miño.

Esta diferencia nos permitió obtener un potencial de 0,6 V y una intensidad de corriente de 0,7 A.

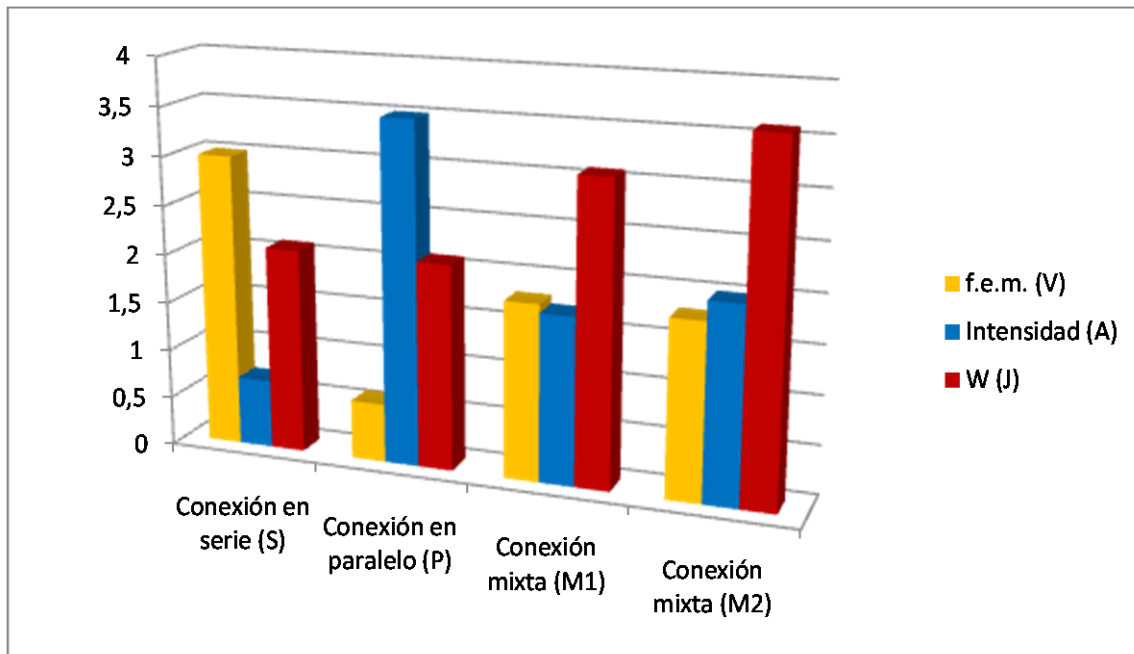
Una vez probadas las distintas asociaciones obtuvimos los siguientes valores de intensidad y fuerzas electromotrices:

	f.e.m. (V)	Intensidad (A)	W (J) $W = I.V.t$ <i>Energía por segundo</i>
Conexión en serie (S)	3,000	0,700	2,100
Conexión en paralelo (P)	0,600	3,500	2,100
Conexión mixta (M1)	1,800	1,714	3,086
Conexión mixta (M2)	1,800	2,000	3,600



## 6. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS:

La máxima fuerza electro motriz, es decir, el mayor voltaje se obtuvo en la asociación (S) -3,000 V- y la máxima intensidad en la (P) -3,500 A-. Sin embargo, la mayor cantidad de energía por segundo se registró en la conexiones M1 y M2 con un cálculo en ambas de 3,086 y 3,600 J respectivamente. De éstas la M2 presenta mayor valor de intensidad de corriente -2,000 A pero ambas igual d.d.p. -1,80V-.



## 7. CONCLUSIÓN:

Hemos llegado a la conclusión de que nuestra hipótesis era cierta, y que aplicando calor y frío a una placa podemos conseguir una intensidad y una diferencia de potencial eléctrico.

La tecnología Peltier no ha sido desarrollada lo suficiente para que su rendimiento sea productivo a la hora de aplicarlas a este nuevo tipo de energía limpia.

Además si probamos las diversas asociaciones en las que se pueden conectar dichas placas, conseguimos variaciones en los resultados. En este caso obtenemos una



mayor f.e.m. en la asociación en serie de las placas Peltier (S), mayor intensidad de corriente en la asociación en paralelo (P) y mayor cantidad de energía por segundo en la asociación mixta M2.

### 8. ANEXO. COSTE Y RENDIMIENTO DEL SISTEMA:

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos con una célula Peltier:

Diferencia de potencial (d.d.p.) = 0,6 V

Intensidad (I) = 0,7 A

La energía generada en 1 segundo:  $W = I.V.t$

$$W = 0,7 \text{ A} \cdot 1 \text{ s} \cdot 0,6 \text{ V} = 0,42 \text{ J}$$

en un día: (x 86400 s/día)

$$W = 36288 \text{ J}$$

en un año: (x 365 días/año)

$$W = 13245120 \text{ J}$$

y en kwh: (: 3600000 J/kw.h)

$$W = 3,6792 \text{ kw.h producidos cada año}$$



Teniendo en cuenta que según el consumo de energía medio en los hogares en 2008 en España es:

Consumo energía eléctrica medio anual: 3300 kw.h

Gasto medio de la factura eléctrica: 1600,00 €

Precio medio kw.h: 0,48 €

Para suministrar energía termoeléctrica a un hogar todo un año necesitaríamos:

$$3300 \text{ kw.h/hogar} : 3,6792 \text{ kw.h/Peltier.año} = 896,9341 \text{ células Peltier} \approx 897$$

CANTIDA D	CONCEPTO	PRECIO UNIDAD	TOTAL
897	Células Peltier tipo TEC1-12726 de 400 W	14,99 €	<b>13446,03 €</b>



Teniendo en cuenta que la vida útil de cada Célula Peltier es de 20 años, en un hogar y en ese período de tiempo se gastarían:

1600,00 € . 20 años = 32000,00 €

Económicamente el sistema generaría unos beneficios por hogar de:

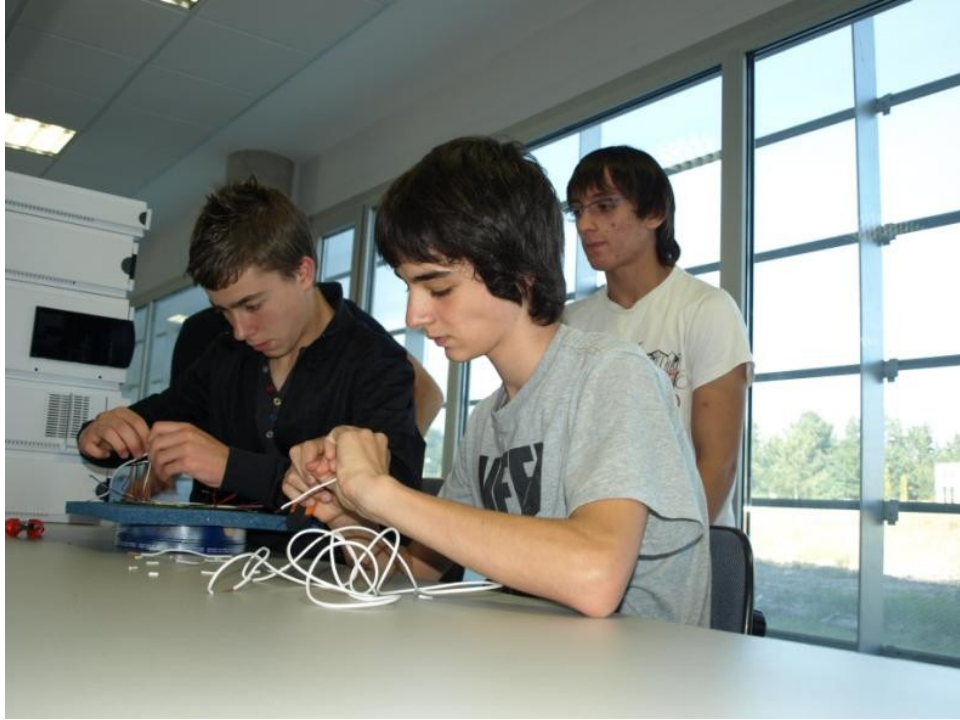
32000,00 € - 13446,03 € = **18553,97 €/hogar en 20 años.**

## **9. BIBLIOGRAFÍA:**

- Diccionario enciclopédico universal ilustrado (1976) Barcelona-15 Calabria, 108
- RODRIGUEZ MIGUEZ, Luis (2001) 1ª edición. Ourense termal. Editorial Diputación Provincial de Ourense. A CORUÑA.
- POU, Jaume y JUTGLAR I BANYERAS, Lluís (2004) 1ª edición. Energía geotérmica. Editorial CEAC. Barcelona.
- <http://www.sc.ehu.es/nmwmigaj/PELTIER.html>, 12-05-2011
- <http://www.elergonomista.com/ourensetermal.html> 14-5-2011
- <http://www.turismourense.com/>, 23-5-2011
- <http://www.termaschavasqueira.com/>, 23-5-2011
- <http://www.termasoutariz.com/>, 23-5-2011
- [http://www.unavarra.es/ets02/Introduccion%20a%20TE\(c\).htm](http://www.unavarra.es/ets02/Introduccion%20a%20TE(c).htm) 25-9-2011
- <http://www.guiarte.com/oreense/informacion-general/ourense-termal.html> 22-9-2011
- <http://www.guiarte.com/oreense/que-ver/as-burgas.html> 2-10-2011
- <http://turismogalicia.blogspot.com/2007/07/turismo-termal-en-ourense-termas-da.html> 22-11-1010
- <http://sobregalicia.com/2009/09/28/as-burgas-agua-termal-en-ourense/>, 2-10-2011
- <http://www.ourense.es/>, 08-11-2011



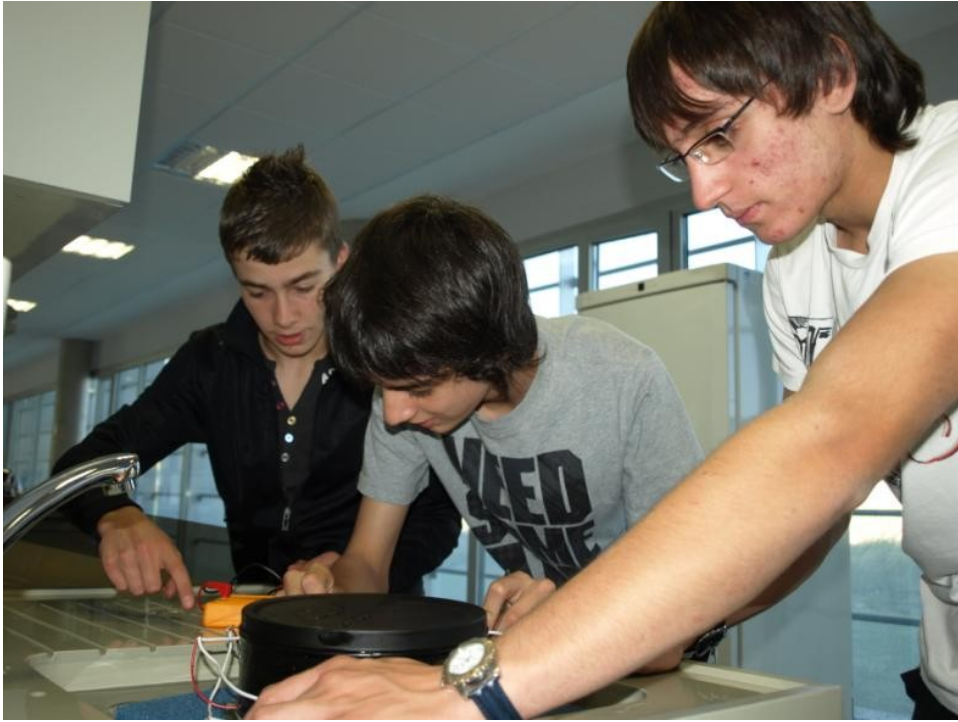
**10. DOSSIER FOTOGRÁFICO.**







Aplicación de las placas Peltier a la generación de energía eléctrica





## 11. AGRADECIMIENTOS.

### *Tecnópole.*

Parque Tecnológico Galicia, 2  
32901 San Cibrao das Viñas  
Ourense

tecnópole  
parque tecnológico de galicia



aulas  
tecnópole

### *Consellería de Economía e Industria*

Xunta de Galicia  
Dirección Xeral de Investigación,  
Desenvolvemento e Innovación  
Xunta de Galicia



XUNTA  
DE GALICIA