

## **UN PROYECTO INTEGRADOR ORIENTADO AL APROVECHAMIENTO DE LA ENERGÍA SOLAR TÉRMICA. SU INFLUENCIA SOBRE LA CONSTRUCCIÓN DE CONCEPTOS EN FÍSICA Y SOBRE EL PROCESO DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE, EN ALUMNOS DE NIVEL MEDIO**

J. Tügel, V. Capuano

Departamento de Física - Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales - Universidad Nacional de Córdoba  
Avenida Vélez Sársfield 1651 – Ciudad Universitaria - X 5016 GCA Córdoba  
e-mail: [vcapuano@com.uncor.edu](mailto:vcapuano@com.uncor.edu) - TE: 0351-4334416 int. 104

**RESUMEN:** Se quiso evaluar la pertinencia de un proyecto integrador orientado al “Aprovechamiento de la Energía Solar Térmica” como estrategia didáctica para mejorar el aprendizaje de ciertos contenidos de física en la escuela media. Se aplicó un pretest y postest a los alumnos antes y después de haber participado del proyecto y se comparó los resultados con los de otro grupo que no fue sometido a la estrategia. Los resultados mostraron una clara diferenciación en favor de los alumnos involucrados en el proyecto en todas las preguntas que estaban más estrechamente ligadas a la observación y la práctica experimental. Por lo contrario cuando la enseñanza se había realizado sólo de manera teórica, las diferencias entre ambos grupos eran despreciables y hasta contradictorias. Esto llevó a plantear la necesidad de extender la práctica experimental, establecer el vínculo con la base teórica e intensificar la interdisciplina haciendo imprescindible la capacitación docente.

**PALABRAS CLAVE:** Proyecto integrador, estrategia, energía solar, conceptos de física, actitudes.

### **INTRODUCCIÓN**

Hace ya más de una década uno de los precursores de la alfabetización científica afirmaba, “*Las consecuencias del analfabetismo científico son mucho más peligrosas en nuestra época que en cualquier otra. Hoy en día resulta alarmante y temerario que el ciudadano medio mantenga una total ignorancia sobre el calentamiento global, la reducción de la capa de ozono, los residuos radiactivos o la deforestación tropical que amenaza el futuro de nuestro planeta y, por tanto, de nuestra especie*” (Sagan, 1997).

En la actualidad vivimos un mundo caracterizado por fuertes y rápidos cambios que hace necesario que la formación cultural del hombre incluya como uno de sus capítulos el conocimiento científico vinculado a las ciencias naturales. Al referirnos al conocimiento científico no sólo hacemos referencia a los conocimientos disciplinares que aportan cada una de las ciencias, sino fundamentalmente a las ideas en general, los métodos y las estrategias de las Ciencias Naturales (Hodson, 1985).

A pesar de los esfuerzos que se vienen haciendo desde hace algunas décadas para incorporar el conocimiento científico al ciudadano común, es evidente que esto aún no se ha logrado (Maiztegui, 1991). El actual analfabetismo científico del hombre culto sólo es comprensible en términos de una educación formal que afronta serias dificultades cuando se ocupa de la educación científica. Entre la diversidad de causas que contribuyen a que el conocimiento científico no forme parte de la cultura del hombre, podríamos mencionar lo difícil que resulta hoy en el marco de un cuerpo de conocimientos que ha crecido enormemente en las últimas décadas, la selección de contenidos, no resultando menor la importancia de la metodología que se utiliza para abordarlos. Ambos, contenidos y metodología, podrían orientarse a despertar el interés de los alumnos por la ciencia.

Quienes enseñamos ciencias, no aprovechamos en general la vida diaria, las necesidades que el hombre tiene de encontrar respuestas para sus interrogantes, como un camino para despertar el interés de los jóvenes” (Salinas y Cudmani, 1992; Capuano y otros, 1997; Sebastián, 1987). En la escuela media la enseñanza de las Ciencias Naturales no está enfocada en situaciones que permitan interpretar los diferentes fenómenos de la vida cotidiana y que por ese motivo, podrían contribuir a una verdadera alfabetización científica. Potencian tal problemática, propuestas didácticas desactualizadas, poco claras, alejadas de lo concreto, de lo variado y de lo atractivo, que no plantean problemas significativos que puedan ser abordados como una unidad y desde distintas disciplinas, lo que implica trabajar con compartimentos estancos en lo disciplinar y con alumnos como meros receptores de conocimiento y no protagonistas de su propio aprendizaje.

A partir de 1970 se inicia un movimiento de la comunidad educativa en su conjunto, que evoluciona treinta años después en un número importante de grupos que investigan sobre cómo mejorar los resultados en el ámbito de la Educación Científica en general y en la Educación en la Física en particular. Aparecen distintas líneas de investigación ocupándose una de ellas de la problemática de la enseñanza experimental (Tricarico, 1985; Gil Pérez, y Paya, 1988; Salinas y Cudmani, ob. cit.; Gil Pérez y González, 1993; Gil Pérez y otros, 1994; Villani y Orquiza, 1995; Sandoval, 1996; Barberá y Valdés, 1996; Fondère y Séré, 1997; Capuano y otros, 1999; Martínez y otros, 2001; Capuano y otros, 2001a; Capuano y otros, 2001b; Capuano y Martín,

2001; Follari y otros, 2001; Capuano y Martín, 2003; Martín y Capuano, 2005). Los resultados de las investigaciones, coinciden en resaltar el valor del trabajo experimental, de su importancia para despertar el interés de los alumnos, y finalmente, como contribuye en la construcción de conceptos y en favorecer el cambio conceptual.

En relación con la selección de los contenidos a desarrollar en las asignaturas Física del Ciclo Básico Unificado (primero, segundo y tercer año) y del Ciclo de Especialización (cuarto, quinto y sexto año), nivel medio en la provincia de Córdoba, no es demasiado lo que se puede innovar, en relación a que éstos deben ajustarse a los documentos oficiales que orientan sobre contenidos básicos comunes (CBC), orientados (CBO) y especializados (CBE). Sin embargo utilizar un "eje integrador" que permita decidir racionalmente sobre la organización de los contenidos y sobre la profundidad o el enfoque con el que se abordará cada uno de ellos, que oriente el planteo de los ejercicios de aplicación, que permita llevar a cabo una intensa práctica experimental, que por tratarse de un tema de actualidad resulte de interés para los alumnos, y que permita trascender a la asignatura para articular horizontalmente y verticalmente, entre las distintas asignaturas, puede resolver algunos de los problemas planteados en los párrafos previos.

Nuestra estrategia, será utilizar como eje vertebrador "El aprovechamiento de la Energía Solar" ya que se trata de un tema que por su naturaleza es pluridisciplinario pudiendo integrar no sólo las Ciencias Naturales, Matemática y Tecnología sino también las Ciencias Sociales y materias de la Especialidad (Alimentación) de la Institución en la cual se aplica la estrategia de uso del eje integrador. Por otra parte las aplicaciones de la energía solar térmica se prestan para que el alumno se inicie en la práctica experimental ya que los fenómenos involucrados pueden dar lugar a la realización de experimentos sencillos.

Finalmente, el eje vertebrador, aportará en el sentido de instalar en la comunidad educativa en un corto y mediano plazo, y a través de su efecto multiplicador en la sociedad en un mediano y largo plazo, la problemática de la energía, el aprovechamiento posible de la energía solar, la naturaleza de los recursos naturales (renovables y no renovables), el cuidado del ambiente, etc. (Amieva y Barral, 2003; Barral y otros, 1999; Sogari, 1999; Czajkowski y otros, 2001).

## **LA ESTRATEGIA Y SUS ANTECEDENTES**

En el año 2007 comenzó en el Instituto Provincial de Enseñanza Media N° 23, que a partir de ahora denominaremos "Institución A", ubicado en la ciudad de Unquillo, Pcia. de Cba. la implementación del proyecto denominado "El Sol de El Pueblito" orientado a la difusión de aplicaciones de la energía solar térmica. Dicho proyecto, del cual participan actualmente tres escuelas medias, un jardín de infantes, la Asociación Técnico Científica de Córdoba y la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales (FCEFYN) de la UNCba, prevé el diseño, la construcción y la evaluación de secaderos de fruta, cocinas solares y de un invernadero destinado al enraizamiento.

Los objetivos específicos que se plantean en el proyecto, se pueden diferenciar entre aquellos de orientación social que apuntan a la realización de un aporte concreto para mejorar la situación económica de trece familias de la comunidad educativa y su capacitación laboral, y aquellos de orientación educativa, que a su vez se pueden clasificar según su destinatario: institución, docente y alumno.

Al nivel institucional se pretende fortalecer el vínculo de la escuela con la sociedad buscando salir del papel de "asistencialismo" al que las instituciones se ven forzadas por las circunstancias, oponiéndole la extensión de la enseñanza a su comunidad educativa. Por otro lado, se trata de realizar un trabajo conjunto entre varias instituciones de diferentes niveles educativos donde el vínculo escuela - universidad logra una importancia especial, fruto del cual se está realizando, aparte de diferentes trabajos de investigación, el estudio que es objeto de esta presentación.

Al nivel docente se quiere fomentar el trabajo interdisciplinario y capacitarlos para incentivar una orientación de sus clases hacia la práctica experimental. Por ese motivo, el eje vertebrador se trabaja desde la Educación Tecnológica (ET) y se ha ido incorporando, en la medida de lo posible, en las Ciencias Naturales y en las materias de la Especialidad Alimentación, apareciendo posibilidades de articulación aún con materias que parecen ajenas a la temática como Ciencias Sociales e Inglés. Con el propósito de fortalecer e instalar la problemática experimental en la práctica docente, se desarrolló desde la Facultad un Curso – Taller dirigido específicamente hacia las necesidades de los docentes.

Al nivel alumno los objetivos son múltiples. A través de la realización de un conjunto de trabajos prácticos, concretos y destinados a un uso real, se desea despertar su interés y provocar un cambio de actitud hacia la Ciencia y la Tecnología, que opere asegurando su permanencia en el sistema educativo, y aspirando a ofrecer una oportunidad a los alumnos con dificultades en el aprendizaje y en la integración social. También se pretende brindar una capacitación laboral teniendo en cuenta que, no representan una mayoría los alumnos que pueden continuar con éxito sus estudios universitarios. Pero también y sobre todo se presentó el proyecto como una herramienta potente para mejorar la construcción de conceptos en diferentes materias, fundamentalmente en Física, partiendo de la convicción que la práctica experimental ayuda, tal vez sin alcanzar el cambio conceptual, a producir una resignificación deseable de conceptos.

Las tareas del proyecto que tuvo a su cargo el grupo experimental, fue la fabricación de las partes para catorce cocinas solares parabólicas de las cuales se armó una que fue entregada al Parque Nacional de la Quebrada del Condorito, mientras que las restantes trece, una vez terminadas se entregarán a familias seleccionadas de los mismos alumnos.

En agosto del año pasado se comenzó con una reunión de padres en la que además de los aspectos organizativos del trabajo manual de los alumnos se explicó el funcionamiento de la cocina solar parabólica y su modo de uso, se analizaron ventajas e inconvenientes y se promovió la participación activa de las familias insistiendo sobre el compromiso de ayudar en la evaluación. Los alumnos, por su parte, trataron en las clases teóricas de ET diferentes temas relacionados con la energía solar, como las problemáticas ambientales del efecto invernadero y de la deforestación, con el inconveniente que los docentes involucrados, en general, no tenían formación en estos temas. Se elaboró también un cuadernillo que combinaba aspectos generales sobre cocinas solares con instrucciones sobre como utilizar las herramientas y planos de partes de la cocina solar.

La producción se realizó durante dos meses y medio concurriendo los grupos cada quince días con lo cual cada alumno trabajo seis o siete veces en el taller. Si bien la organización fue como una producción en serie con diferentes puestos de trabajo se insistió en la comprensión del conjunto tratando de establecer el vínculo entre el principio físico del funcionamiento con la tolerancia de fabricación y la funcionalidad, como por ejemplo, la relación entre la distancia focal y las medidas a respetar al fabricar los soportes de la olla. Los contenidos tecnológicos abarcaron desde los conceptos de normalización, sistemas de unidades, planos y otros, pasando por diferentes operaciones de mecanizado y control hasta la aplicación rigurosa de las normas de seguridad e higiene industrial.

Se lograron fabricar la mayor parte de las piezas y se alcanzó a armar una cocina completa. Ésta se utilizó para realizar actividades de difusión como demostraciones públicas en una escuela primaria, en la feria de producciones de la institución, y otras de mayor trascendencia, como la primera exposición de escuelas técnicas de la Pcia. de Cba., donde resultó ser una de las atracciones. Finalmente se la entregó a los guardaparques del Parque Nacional para que allí pueda ser utilizada por los visitantes planificando para un futuro un trabajo de extensión hacia los pobladores de la zona. También se presentó al proyecto en una jornada sobre “El calentamiento global” organizado por la Universidad Blas Pascal. De todas estas actividades participaron diferentes grupos de alumnos, seleccionados, pero no los cursos en su conjunto.

El presente estudio se centra en la evaluación principalmente del objetivo vinculado a la educación. Se elaboró un cuestionario que combina preguntas referentes a conocimientos más generales relacionados al efecto invernadero, su intensificación a manos del hombre y las energías renovables con otras pertenecientes a la óptica y la transferencia energética por radiación. Se empleó la metodología del pretest y posttest para verificar la influencia del proyecto integrador sobre dichos conceptos. Sin embargo hubo que realizar una adaptación de la metodología debido a que en el momento de comenzar el trabajo en la escuela no se había planificado este trabajo, razón por la cual se debió realizar el pretest sobre otro grupo que fuera comparable. Al explicar la metodología se analizarán las limitaciones que se desprenden de ello al momento de sacar las conclusiones.

## **METODOLOGÍA**

Con el desarrollo del proyecto se tiene, como señalábamos en párrafos anteriores, la doble intención de difundir la problemática de la energía, el aprovechamiento posible de la energía solar, la naturaleza de los recursos naturales (renovables y no renovables) y el cuidado del ambiente, por un lado y, por otro de aprovechar las características de la energía solar que se ofrecen como especialmente adecuadas para implementar estrategias didácticas que colocan al alumno como protagonista y constructor de su propio conocimiento. Este último aspecto es el que será analizado con más detalle en el presente trabajo.

Se ha elegido este aspecto para la investigación porque ya se cuenta con una aplicación concluida de la estrategia en un grupo de alumnos, lo que permitirá llegar a conclusiones, que podrán ser utilizadas para mejorarla. La transferencia a la sociedad se encuentra recién en sus comienzos, por lo que no se analizará en este trabajo. Se desea evaluar de qué manera el trabajo realizado por los alumnos ayudó a fijar determinados conceptos del campo de la física lo que nos dará además un cierto indicio sobre el estado del desarrollo de la interdisciplina ya que la materia desde la que se implementa la construcción de cocinas solares y secaderos de alimentos, es ET.

Para indagar sobre la eficiencia de la estrategia utilizaremos el método de pretest y posttest, que consiste en la aplicación de un mismo cuestionario a un grupo de alumnos que denominaremos grupo experimental (GE) de la institución “A”, antes y después de la implementación de la estrategia, y comparar los resultados con aquellos de otro grupo, que denominaremos grupo control (GC), de otra Institución que llamaremos Institución “B”, al que también se le aplica el pretest y el posttest, y que no ha participado de dicha estrategia.

Al momento que se decide investigar sobre la estrategia, se cuenta con un grupo de alumnos de cuarto año de la institución “A” al que se le ha aplicado la misma. Se decide analizar el resultado de su aplicación, usando el cuestionario ya mencionado con esos alumnos (posttest) y con alumnos de primer año (pretest) de la misma institución, suponiendo que no debe modificarse significativamente, el perfil de las cohortes de alumnos que ingresan a la escuela, año tras año y que resulta razonable comparar el resultado de ambos test, como una evaluación absoluta del resultado de la estrategia en la Institución “A” (GE). Los alumnos de cuarto año, construyeron cocinas solares parabólicas durante el tercer año perteneciente al Ciclo Básico Unificado (CBU), como parte del módulo pre-profesional.

A mismo tiempo, se aplicará el mismo cuestionario, en otra institución que denominaremos Institución “B”, en primer año (pretest) y en cuarto año (posttest). El resultado que se obtenga al comparar estos test, permitirá normalizar y relativizar los resultados logrados en la Institución “A”. Si bien se han elegido instituciones con características similares -ambas son públicas, pertenecientes a la misma localidad y sus especialidades están relacionadas (ciencias naturales en una, y alimentación en la otra)- para que nuestro trabajo tenga validez se hace necesario investigar si realmente ambas instituciones son comparables para lo que por un lado hemos analizado los programas de Física y Tecnología de ambas y por otro se ha incorporado al cuestionario dos preguntas referentes a la ocupación de los padres de los alumnos interrogados y a la primaria de la que éstos egresaron. Mientras que el análisis socioeconómico y el de los contenidos tratados en ciertas asignaturas parece confirmar la similitud de ambas instituciones, no ocurre lo mismo con el análisis de la proveniencia. Pareciera haber, desde las escuelas primarias, una cierta actitud de promover una determinada institución secundaria y, según experiencias de articulación primaria-secundaria que se realizaron, el nivel de las diferentes escuelas primarias no es del todo comparable, tendencia que parece confirmarse en nuestro estudio al concentrarse un mayor porcentaje de respuestas correctas en el grupo de alumnos provenientes de una de las instituciones primarias. Esto constituye un inconveniente que se tendrá en cuenta al momento de hacer juicios de valor sobre los resultados.

Se eligió el primer año para tomar el pretest ya que era el único grupo sobre el cuál se podía garantizar que en ambas escuelas los alumnos no habían participado, de ningún modo de la estrategia. Dado que las cocinas y/o los secaderos se suelen colocar

en el patio de la escuela, aún antes de recibir la aplicación de la estrategia, los alumnos de la Institución “A”, pueden ser rozados por la misma. Por otro lado, a partir de la implementación del proyecto en dicha Institución la misma ha participado globalmente en él de alguna manera, a través de la feria de producciones y otras actividades. Particularmente los alumnos que se encuentran cursando actualmente el segundo año han construido un secadero solar en la segunda etapa del año pasado mientras que los alumnos de los terceros se encuentran desarrollando la construcción de cocinas solares.

Sin embargo esta decisión, que fue la única posible al comparar años tan distantes de edades tan diferentes, nos plantea el siguiente interrogante: los cambios que se manifiestan en las respuestas respecto de algunas de las preguntas -no todas - ¿hasta que punto son consecuencia del desarrollo del proyecto integrador y hasta que grado se deben a un proceso de maduración intelectual del alumnado y a todo un proceso de formación escolar? Buscando siempre obtener una cierta confiabilidad se tomó el pretest en ambas instituciones partiendo de la base que las edades de los alumnos son similares y esperando poder observar un proceso de maduración de primer año a cuarto también similar. Los resultados del pretest nos complican nuevamente el panorama ya que es aquí donde más se hacen notar las diferencias de la formación primaria haciendo que la evolución en términos relativos con respecto a algunas preguntas del grupo experimental es más evidente que la ventaja de este grupo con respecto al grupo control en términos absolutos. ¿Hasta que punto este desarrollo se debe a nuestra estrategia?

## PRESENTACIÓN DEL CUESTIONARIO Y DE LOS RESULTADOS

A continuación presentamos las preguntas y las respuestas obtenidas en el pretest y en el postest, en ambas instituciones. El cuestionario señalaba en una primera parte, que los alumnos debían indicar en cada una de las diez preguntas, la afirmación con la cual estaban de acuerdo (una cruz en un cuadradito al lado de cada opción) y que podían seleccionar, en general, una o más afirmaciones en cada una de las preguntas.

En el caso que la pregunta sea transcripta textualmente aparecerá en letra cursiva. En cada una, analizaremos como evoluciona el porcentaje de cada opción de respuesta, seleccionada por los alumnos, entre el pretest y el postest, en cada institución, y entre ambas instituciones. Rellenaremos con gris, las celdas de las tablas con porcentajes significativos.

1. *El planeta Tierra puede ser considerado como un cuerpo que en equilibrio térmico por un lado recibe energía térmica (radiación electromagnética) del sol y por otro pierde energía térmica que en forma de radiación electromagnética sale de la superficie terrestre hacia el cosmos.*

Las opciones de respuesta fueron que la energía que recibe la tierra del sol es a) mayor, b) igual y c) menor que la que expulsa hacia el cosmos, obteniéndose los siguientes resultados:

Respuestas	Institución “B” (GC)		Institución “A” (GE)	
	pre	Post	pre	post
a) mayor	48	53	30	34
b) igual	12	14	19	22
c) menor	19	22	0	34
d) no sabe/no contesta	25	11	50	16

**Tabla I.** Porcentajes de las distintas opciones de la pregunta 1.

En la Tabla I, en general, no se perciben cambios significativos en la evolución de los porcentajes de las opciones de respuesta seleccionadas, entre el pretest y el postest en cada institución y entre ambas instituciones, excepto en la opción c, que el GE no selecciona en el pretest y llega a un 34 % en el postest. Tal vez una errónea interpretación del “efecto invernadero” y expresiones como “la tierra debe incrementar su temperatura para mantener el equilibrio”, hayan provocado este cambio en el GE.

Pensamos que el aumento de temperatura del Planeta los ha llevado a pensar que es mucho lo que expulsa, en relación con la energía solar que recibe.

2. *El efecto invernadero (E.I.) y el calentamiento global son temas que últimamente son tratados con mucha frecuencia por los medios.*

Respuesta	Institución “B” (GC)		Institución “A” (GE)	
	pre	post	pre	Post
a) <i>El E.I. es un fenómeno reciente provocado por el accionar del hombre</i>	29	16	23	34
b) <i>El E.I. es un fenómeno natural que permite la vida en nuestro planeta.</i>	35	30	50	12
c) <i>La intensificación del E.I. está relacionada con el accionar del hombre.</i>	22	44	11	53
d) No sabe/ no contesta	16	11	15	3

**Tabla II.** Porcentajes de las distintas opciones de la pregunta 2

En la Tabla II, el GE manifiesta una interesante evolución de sus porcentajes, del pretest al postest, disminuyéndose en un -38% (12%-50%), los que consideran que el E.I. es un fenómeno natural, e incrementándose fuertemente, 42% (53%-11%), los que consideran que la intensificación del E.I. está relacionada con la presencia del hombre. Estas evoluciones contrastan con evoluciones menores en el GC. Preocupa que en la opción a) la evolución del GE haya sido del 11% (34%-23%). Consideramos que este resultado se debe a que el trabajar en

la estrategia al E.I. y sus causas, los alumnos han asociado al hombre como motivo fundamental de su presencia y no al hombre como causa sólo de su intensificación.

3. En esta parte del cuestionario el alumno debía, partiendo de la observación de un gráfico que muestra los intercambios energéticos entre el sol, la tierra y el cosmos, marcar aquellas afirmaciones que considera correctas, que se mencionan a continuación:

Respuestas	Institución "B" GC		Institución "A" GE	
	pre	post	pre	post
a) La radiación reflejada por nuestro planeta no puede ser devuelta al cosmos	10	8	4	15
b) La tierra absorbe una parte de la radiación proveniente del sol	32	44	23	59
c) La tierra absorbe toda la radiación proveniente del sol.	10	3	11	0
d) La tierra emite radiación de onda larga debida a su temperatura	19	13	23	21
e) La salida de esta radiación emitida es demorada por algunos gases	12	16	15	25
f) Solamente el sol emite radiación	3	11	11	25
g) La capa de ozono impide la salida de radiación emitida por la tierra	16	0	4	15
h) La capa de ozono impide la entrada de la radiación UV proveniente del sol	45	33	15	50
i) No sabe/ no contesta	12	19	23	12

**Tabla III.** Porcentajes de las distintas opciones de la pregunta 3

El GE, Tabla III, muestra en la opción "b" una evolución favorable del 36% (59% - 23%), comparado con la del GC que resulta del 12% (44%-32%). Algo similar ocurre con la opción "e" y "h". Nos preocupa lo que ocurre con las opciones "a" y "g". En la primera de ellas, sospechamos que el trabajo en la estrategia con radiaciones electromagnética que emite la Tierra, es la causa, es decir, no comprendieron el carácter parcial del fenómeno; en la segunda, sospechamos que la evolución contradictoria de porcentajes, se debe a la misma causa. En las opciones "c" y "d", tanto en el GC como en el GE, se producen cambios de porcentajes comparables. En el caso de la opción "f", los resultados estarían indicando que en ambos grupos no se ha trabajado lo suficiente el fenómeno de radiación de los cuerpos por temperatura.

4. El comportamiento de la atmósfera frente a los rayos solares que ingresan al Planeta Tierra o los que salen del mismo, depende

Respuesta	Institución "B" - GC		Institución "A" - GE	
	pre	post	pre	post
a) de la longitud de onda de los rayos que intentan atravesarla.	35	16	27	28
b) de la inclinación con la cual los rayos que ingresan al planeta Tierra o que salen del mismo, la atraviesan	16	30	15	19
c) de la intensidad de los rayos que la atraviesan	45	44	35	40
d) No sabe/ no contesta	12	11	27	25

**Tabla IV.** Porcentajes de las distintas opciones de la pregunta 4

Según la Tabla 4, no se perciben en el GE, cambios significativos de porcentajes entre el pretest y el postest. En la opción "a", se constata una evolución negativa en el GC, a la que no le encontramos explicación. En todo caso, nos parece oportuno destacar, que el tratamiento de las ondas, no forman parte de los temas planificados para física entre primer año y cuarto año.

5. Con el propósito de evitar contribuir al aumento del efecto invernadero es conveniente

Respuesta	Institución "B" GC		Institución "A" GE	
	pre	post	pre	post
a) No tirar basura a la calle	58	33	38	56
b) Ahorrar energía	41	44	35	37
c) Usar energía solar	19	33	23	72
d) No fumar	35	16	54	31
e) Usar el auto lo menos posible	25	36	35	34
f) No sabe/ no contesta	10	5	11	6

**Tabla V.** Porcentajes de las distintas opciones de la pregunta 5.

En esta pregunta se nota una clara diferenciación, Tabla V, del postest del GE en cuanto al uso de la energía solar que es nombrado por un 72% en comparación con el 33% del GC lo que de todas maneras era de esperar. También la evolución de los porcentajes, estaría indicando la presencia de la estrategia en el GE. Por otra parte llama la atención con qué frecuencia es señalada por todos los grupos la opción "no tirar basura a la calle" que más que con el cuidado del ambiente tiene que ver con el respeto por el prójimo.

Queda evidente que todas las problemáticas ambientales son mezcladas, especialmente en la primaria, impidiendo una identificación de causas y consecuencias que sería el paso previo necesario para lograr un comportamiento correcto.

6. Es común utilizar un criterio para clasificar las distintas formas de energía, que las diferencia entre "renovables" y "no renovables". Un tipo de energía es clasificada como "renovable" cuando

Respuesta	Institución "B" GC		Institución "A" GE	
	pre	post	Pre	post
a) su uso no contamina	35	16	42	12
b) no se agota o se agota a muy largo plazo	16	14	19	40
c) se regenera, es decir, se puede recuperar lo que se gasta	25	61	15	87
d) no contribuye al calentamiento global	25	17	19	15
f) No sabe/ no contesta	25	5	27	3

**Tabla VI.** Porcentajes de las distintas opciones de la pregunta 6.

En cuanto al concepto correcto de energías renovables se observó una clara diferencia entre el GE y el GC, en la opción "b" (Tabla VI). Fue señalado con una importante evolución, por el 40% del GE, contra el 14%, en una evolución negativa, del GC. En la opción "c", la evolución es positiva en ambos casos, aún cuando es

mayor en el GE (87%-15%, versus 61%-25%). Consideramos que el concepto relacionado con el carácter renovable de algún tipo de energía, fue trabajado con mayor intensidad en la estrategia.

7. Si exponemos un espejo plano al sol del mediodía, de tal manera que los rayos solares impacten de manera perpendicular en el espejo, al cabo de una hora su temperatura va a ser

Respuesta	Institución "B" GC		Institución "A" GE	
	pre	post	pre	Post
a) notablemente más alta	52	53	50	62
b) más baja	13	8	11.5	0
c) casi igual	29	33	19	37
d) No sabe/ no contesta	6	5	19	6

Tabla VII. Porcentajes de la pregunta 7.

En la Tabla VII, comparando en la opción "c" la evolución de los porcentajes, 18% (37%-19%) para el GE con el 4% (33%-29%) del GC, consideramos que se debe a la presencia de la estrategia. Sin embargo nos llama la atención que el porcentaje en el postest del GE, no haya sido mayor, dado su trabajo concreto con espejos. Es más, en el desarrollo de la estrategia (construcción de cocinas solares) los alumnos se acercaban al espejo, para tocarlo y ver si estaba caliente.

Que el resultado no haya sido tan contundente como esperábamos puede deberse a que no todos los alumnos tuvieron la posibilidad de participar de estas actividades, lo que se debe corregir en el futuro.

8. Dos chapas de aluminio, una de ellas pintada de blanco y la otra de negro, se exponen a la radiación solar. Después de un cierto tiempo se mide su temperatura resultando que la temperatura de

Respuesta	Institución "B" - GC		Institución "A" GE	
	pre	post	pre	post
a) ambas chapas es igual, porque ambas se encuentran en un mismo lugar	19	8	23	0
b) de la chapa blanca es mayor porque recibe más radiación	19	0	7.5	3
c) de la chapa negra es mayor porque recibe más radiación	16	17	35	56
d) de la chapa negra es mayor porque absorbe mejor la radiación	32	80	27	72
f) No sabe/ no contesta	19	0	11	3

Tabla VIII. Porcentajes de la pregunta 8.

La opción "d" en la Tabla VIII, muestra una clara tendencia positiva en ambos grupos, aproximadamente del mismo orden. Sin embargo aparecen muchos casos (opción "c", 56% en el GE), de alumnos que marcaron dos respuestas dejando evidencia que saben por observación que la chapa negra va a tener mayor temperatura pero no tienen claridad acerca del fenómeno físico relacionado. Es común escuchar expresiones como "la chapa negra atrae el sol" a lo que se asocia la imagen que por ser negro desvía los rayos solares como si fuera algo similar a un imán.

9. Los alumnos debían, a partir de la observación de una figura que mostraba la sección de un espejo plano y de un espejo cóncavo, con tres rayos paralelos incidiendo sobre cada uno, pronosticar la trayectoria de los rayos reflejados eligiendo entre las siguientes propuestas:

Respuesta	Institución "B" - GC		Institución "A" - GE	
	pre	post	pre	post
a) Los rayos en ambos espejos son reflejados sobre sí mismos	22	11	35	12
b) Los rayos reflejados por el espejo cóncavo se concentran	25	33	0	56
c) Los rayos reflejados por es espejo cóncavo se dispersan	29	30	27	31
d) Los rayos reflejados por el espejo plano se dispersan	19	17	7	34
e) No sabe/ no contesta	16	14	31	9

Tabla IX. Porcentajes de las distintas opciones en la pregunta 9.

El concepto que el espejo cóncavo concentra evolucionó en el GE del 0% al 56% contra el 25% al 33% del GC, Tabla IX, es decir que tanto en términos relativos respecto de la evolución entre pre y postest como en términos absolutos de los porcentajes de respuestas correctas se nota una clara diferencia favorable para el GE que sin dudas podemos atribuir a la estrategia didáctica. Esperábamos en realidad que los resultados fueran aún más contundentes y atribuimos las respuestas equivocadas en parte a la dificultad de los alumnos de interpretar los dibujos de la pregunta, especialmente la falta de asociación del dibujo de un espejo cóncavo de la pregunta, con el espejo cóncavo de la cocina solar.

10. El tamaño de los espejos dibujados en la pregunta anterior, es tal que interceptan la misma cantidad de rayos solares. Se sitúa ante ellos un objeto capaz de absorber la radiación reflejada como se representa en los dibujos (en el "a" se dibuja un espejo plano con un objeto delante del mismo a una cierta distancia "d", sobre el eje óptico del montaje; en el "b", se dibuja un espejo cóncavo y un objeto delante del espejo, sobre el plano focal). La temperatura

Respuesta	Institución "B" GC		Institución "A" GE	
	pre	Post	pre	Post
a) de los objetos en ambos casos es igual	13	17	19	6
b) en a) es mayor porque el espejo plano refleja mejor la energía	35	19	27	12
c) en b) es mayor porque el espejo cóncavo recibe más energía	13	17	23	18
d) en b) es mayor porque el espejo cóncavo concentra la energía	29	25	7	53
e) No sabe/ no contesta	13	25	23	18

En la opción "d", Tabla X, el GE mejora en un 46% (53%-7%) mientras que en GC, se produce una desmejora del 4% (25%-29%), lo que considera-

mos se debe a la estrategia didáctica y especialmente a la construcción de cocinas solares. En las opciones “a”, “b” y “c”, se perciben disminuciones entre posttest y pretest, en el GE, que consideramos pasan a formar parte del inciso “d”.

## CONCLUSIONES

Llegamos a la conclusión que la estrategia didáctica fue más exitosa cuando los alumnos realmente pudieron *observar* los fenómenos, lo que ocurrió desde la pregunta siete en adelante. Es en estas preguntas, donde pudimos confirmar una diferencia contundente del GE respecto del GC. A su vez esta diferencia fue más notoria mientras la pregunta estaba más estrechamente ligada a la experiencia concreta realizada, en nuestro caso al funcionamiento de la cocina solar. Creemos que esto está relacionado con la dificultad de abstracción que tienen la mayoría de los alumnos, lo que es una problemática con la que nos enfrentamos en toda nuestra tarea docente.

Una de las maneras de desarrollar en el alumno la capacidad de abstracción sería enfrentarlo con el mismo fenómeno físico en diferentes situaciones concretas para que descubra lo que tienen en común y pueda sacar sus conclusiones que deberán ser relacionadas con la base teórica. Es fundamental la práctica experimental intensa, no esporádica y que se establezca el vínculo con los conceptos teóricos. En general los resultados señalados están confirmando lo que expresábamos en el sentido de que quienes enseñamos ciencias, no aprovechamos en general la vida diaria, las necesidades que el hombre tiene de encontrar respuestas para sus interrogantes, como un camino para despertar el interés de los jóvenes (Salinas, ob. Cit.; Capuano, 1997; Sebastía 1987).

En nuestra experiencia pudimos comprobar esto con algunos alumnos que habían participado de una variedad de experiencias y a los que se los evaluó a parte. Estos alumnos fueron los que participaron del armado de la cocina solar durante el cual tuvieron que ir ajustando los tornillos que unen los gajos hasta que el foco fuera óptimo. Además expusieron el proyecto en una jornada sobre el calentamiento global y presentaron la cocina a alumnos de una escuela primaria. Estos alumnos contestaron el cuestionario completamente sin errores. Esto nos muestra que debemos intensificar la práctica experimental y tratar de involucrar a todos los alumnos en la difusión ya que cuando ellos tienen que transmitir sus conocimientos a otros llegan a la comprensión profunda.

Por otra parte los resultados obtenidos en las cuatro primeras preguntas que fueron tratados de manera teórica no muestran cambios contundentes entre los grupos GC y GE, ni una tendencia clara de la evolución entre primero y cuarto año, sobre todo teniendo en cuenta que el pre y posttest no se realizaron sobre los mismos alumnos. Aquí falló de alguna manera la relación entre la teoría y la práctica y también el vínculo de la Educación Tecnológica con otras materias, especialmente Física. Consideramos que la teoría involucrada e incluso la resolución numérica de problemas, no se trabajó en la estrategia, con la intensidad debida.

Si bien ya antes de realizar este trabajo se había percibido esta falencia y se estuvo tratando de revertirla se hicieron evidente una serie de limitaciones que podemos diferenciar en dos grupos: institucionales/organizativos y conceptuales. Mientras que los primeros que se refieren a los tiempos y espacios institucionales necesarios para organizar una interdisciplina eficiente son más fáciles de revertir, siempre y cuando se cuente con el apoyo de la dirección de la escuela, los problemas al nivel conceptual están relacionados con la formación docente.

Hemos podido comprobar con el cuestionario una serie de conceptos y análisis equivocados que ya hemos nombrado con anterioridad como la mezcla de todas las problemáticas ambientales no solamente entre sí (por ejemplo que la disminución del espesor de la capa de ozono es responsable del calentamiento global) si no también con la enseñanza de hábitos (no tirar basura en la calle). El análisis de los programas de Física y Educación Tecnológica no tan solo revela que el tema ondas no es tratado en el CBU - y en el CE muchas veces está en último lugar por lo que tampoco se alcanza a ver en profundidad - sino que en Educación Tecnológica cuando se enseña el tema energía esto se realiza en una forma anecdótica sin enseñar las bases físicas.

Esto es un problema que en parte se debe a que los docentes de Tecnología muchas veces por su formación no tienen un conocimiento suficiente del tema. En las escuelas analizadas la mayoría de los docentes son arquitectos, algunos agrónomos y hasta un contador. Haciendo un análisis por separado de las diferentes secciones del GE y habiendo previamente comprobado la continuidad de los mismos alumnos por sección (de 3ºA pasaron a 4º A) se observó que la mayoría de las respuestas correctas fueron realizadas por una sección, lo que subraya de cierta manera la influencia personal del docente sobre el aprendizaje y por ello la urgencia e importancia de superar esta situación que tiene su origen en las reformas educativas improvisadas.

Sin embargo en la institución A, como consecuencia del proyecto, se está trabajando en este sentido sobre la capacitación de los docentes y este año los programas y planificaciones revelan una mayor coherencia conceptual y la incorporación de la práctica experimental como uno de los pilares. Podemos agregar aquí que varios de los temas que se presentaron como trabajo final al curso de "Práctica Experimental" estaban relacionados a la energía solar como por ejemplo un ensayo de secado. Esto muestra que -con alguna lentitud- el proyecto está extendiendo su influencia sobre el resto de la comunidad educativa. Podemos atribuirlo en parte al éxito que tuvo el proyecto en cuanto a la motivación y la integración de alumnos problemáticos en el trabajo.

## BIBLIOGRAFÍA

- Amieva, R.; Barral, J., 2003. Estudio sobre el tratamiento de las energías renovables en las asignaturas de educación tecnológica del Ciclo Básico Unificado y el Polimodal. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente. ASADES. Vol 7, N° 2.* pp. 10.01-10.06.
- Barberá, O. y Valdés, P., 1996. *El trabajo práctico en la enseñanza de las ciencias: una revisión.* Enseñanza de las Ciencias, Vol. 14, N° 3; pp. 365-379.
- Barral, J.; Amieva, R. y Carrasco, G., 1999. Promoción de las energías renovables trabajando con docentes de nivel medio. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente. Vol 3, pp.10.13*
- Capuano, V.; Dima, G.; Follari, B.; de la Fuente, A.; Perrotta, T. y Gutiérrez, E., 1997. Determinación del diámetro de los hilos y su separación, en una tela de serigrafía. *Memorias REF XI. Mendoza.* pp. 250-256.
- Capuano, V.; Dima, G.; Follari, B.; de la Fuente, A.; Perrotta, T. y Gutiérrez, E., 1999. Determinación del diámetro de los hilos y su separación, en una tela de Serigrafía. *Memoria de la XI Reunión Nacional de Educación en la Física.* pp. 250-256.
- Capuano, V.; Follari, B.; Dima, G.; de la Fuente, A.; Gutiérrez, E. y Perrotta, M.; 2001a. Los Experimentos Cruciales en la Enseñanza de la Física y el espejo de Lloyd. *Memorias del Encuentro Nacional de Profesores de Física.* Córdoba. pp. 119-127.
- Capuano, V.; Follari, B.; Perrotta, M.; Dima, G.; Gutiérrez, E. y de la Fuente, A.; 2001b. La validez de un modelo en una experiencia integradora. *Memorias del Encuentro Nacional de Profesores de Física.* Córdoba. pp. 129-139.
- Capuano, V. y Martín, J.; 2001. La Calidad de una Medición y los instrumentos utilizados. *Memorias de la Duodécima Reunión Nacional de Educación en la Física.* Buenos Aires. Trabajo N° 55.
- Capuano, V. y Martín, J., 2003. El Anemómetro de Copas y un modelo sencillo para el aula. *Memorias de la XIII Reunión Nacional de Educación en la Física.* Trabajo 104. I.S.B.N. 987-1003-15-3. Río Cuarto (Cba.). Páginas: 7.
- Czajkowski, J.; Planas, R. y Moralli, L., 2001. Creación de un Laboratorio de Diseño ambientalmente conciente en el ámbito de una Escuela Técnica de enseñanza Media. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente. ASADES. Vol 5, N° 2.* pp. 10.19-10.24.
- Follari, B.; Perrotta, M.; Dima, G.; Gutiérrez, E.; de la Fuente, A. y Capuano, V.; 2001. Una propuesta experimental para el estudio de las cuerdas vibrantes. *Memorias de la Duodécima Reunión Nacional de Educación en la Física.* Buenos Aires. Trabajo N° 54.
- Fondère, F. y Séré, M. G., 1997. *Una sesión innovadora de trabajo de laboratorio para enseñar proceso de datos. Segundo curso de estudios de Física a nivel universitario.* Enseñanza de las Ciencias, Vol. 15, N° 3; pp. 423-429.
- Gil Pérez, D y Paya, J., 1988. *Los Trabajos Prácticos de Física y Química y la metodología Científica.* Revista de Enseñanza de la Física, Vol.2, N° 2; pp.73-79.
- Gil Pérez, D. y González, E., 1993. Las Prácticas de Laboratorio de Física en la formación del profesorado. (I) Un análisis crítico. *Revista de Enseñanza de la Física Vol. 6 N°1;* pp. 47-61.
- Gil Pérez, D. Navarro Faus, J y González, E. 1994. *Las prácticas de laboratorio de Física en la formación del profesorado. Un análisis crítico.* Revista de Enseñanza de la Física, Vol.7, N° 1; pp.33-47.
- Hodson, D., 1985. *Filosofía de la Ciencias y Educación Científica.* Editorial Diada, Sevilla.-Gimeno S. y Perez Gomes, A. Comprender y transformar la enseñanza. 1998. Editorial Morata, 136 p
- Maiztegui, A., 1991. Problemas creados por la Ciencia y la Tecnología del siglo XX, *Boletín de la Academia Nacional de Ciencias, tomo 60, Entregas 1<sup>o</sup> y 2<sup>o</sup>.* Córdoba, Argentina. pp 11-13.
- Martín, J. y Capuano, v., 2005. *La validación experimental de modelos teóricos en la enseñanza de las ciencias naturales.* Enviado a la XIV Reunión Nacional de Educación en la Física. Bariloche, octubre de 2005. Páginas: 7.
- Martínez, M.; Rodríguez, A.; Capuano, V. y Heinze, O.; 2001. Acercándonos al medio ambiente mediante el estudio de la Física del sistema Fluvial. Una propuesta para su Enseñanza. *Memorias del Encuentro Nacional de Profesores de Física.* Córdoba. pp. 97-107.
- Sagan, C., 1997. El mundo y sus demonios. La ciencia como una Luz en la oscuridad. Editorial Planeta. Buenos Aires.
- Salinas, J y Cudmani, L., 1992. *Los laboratorios de Física de Ciclos Básicos Universitarios Instrumentados Como Procesos Colectivos de Investigación Dirigida.* Revista de Enseñanza de la Física, Vol. 5, N° 2; pp.10-16.
- Sandoval, J., 1996. *Las prácticas de Física básica en laboratorios universitarios.* Revista de Enseñanza de la Física, Vol. Extraordinario; pp. 5-8.
- Sebastiá, J., 1987. ¿Qué se pretende en los Laboratorios de Física Universitaria? *Enseñanza de las Ciencias.* Vol. 5 N° 3. España. pp. 196-204.
- Sogari, N, 1999. Energía solar: experiencia en una escuela agrotécnica *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente. Vol 3, pp.10.33*
- Tricarico, H., 1985. *Física ¿Enseñanza Experimental?.* Revista de Enseñanza de la Física, Vol. 1, N° 1; pp. 26-29.
- Villani, A. y Orquiza de Carvalho, L., 1995. *Conflictos cognitivos, experimentos cualitativos y actividades didácticas.* Enseñanza de las Ciencias, Vol. 13, N° 3; pp. 279-294.

## ABSTRACT

This study aimed to investigate in which manner the realization of a teaching strategy based on the construction of solar termical energy applications in the middle school was able to improve the assimilation of certain conceptions of physics. The students answered a test before and after their participation in the project. These results were compared with those of another group which hadn't worked with the strategy. In those questions related directly with teh observation and experimental practice we could appreciate a clear advantage of the students who were involved in the project. On the contrary, in the themes which were taught in a more theoretical manner, the differences were negligible and even contradictory. Therefore, it seems to be necessary to amplify the experimental practice establishing the link to the related theoretical conceptions and to intensify the interdisciplinary work. And this is not posible without an improvement of teachers further education.