

EMPODERÁNDONOS DE LOS SIGNIFICADOS SOBRE ENERGÍA EN AMBIENTES EDUCATIVOS NO FORMALES

Empowering us of the meanings about the energy concept, in non formal educational environments

Carlos S. Buitrago [buitragoc36@gmail.com]

Ma. Maite Andrés [maitea2006@gmail.com]

Universidad Pedagógica Experimental Libertador-Instituto Pedagógico de Caracas,
Dpto. Matemática y Física, Caracas, Venezuela.

Resumen

Los ciudadanos somos usuarios del conocimiento científico consensado y la tecnología; pero también tenemos el derecho y el deber de involucrarnos con responsabilidad social en el mundo tecno-científico. El conocimiento relacionado con la energía, entre otras razones, ha permanecido como un contenido escolar relevante por su transcendencia para la sociedad, la ciencia y la tecnología. En muchos países hay campañas de alfabetización acerca del tema, pero ¿es suficiente esto? parece que no. La educación en ciencia (formal y no formal) debe permitirnos comprender las circunstancias personales y sociales en las que vivimos para *empoderarnos del conocimiento de la ciencia*; ello implica lograr un desarrollo conceptual y actuar en consecuencia, lo que requiere interactuar de manera crítica con ambientes de aprendizaje contextualizados. Desde la actividad experimental nos preguntamos si las experiencias demostrativas en ambientes abiertos organizados según nudos críticos de significación respecto del tema de energía, promoverán el empoderamiento de las ideas científicas. El estudio inicia con una exploración sobre las ideas construidas acerca del tema por un grupo heterogéneo; con lo cual establecimos nudos críticos de significación y diseñamos una ruta de demostraciones experimentales potencialmente significativas y críticas.

Palabras clave: Educación no formal, aprendizaje significativo crítico, demostraciones experimentales, energía

Abstract

Citizens are users of consensual scientific knowledge and technology; but we also have the right and duty to engage with social responsibility in the techno-scientific world. The energy-related knowledge has remained as a relevant academic content for its significance to society, science and technology. In many countries, there are literacy campaigns on the subject, but is it enough this? Science education (formal and informal) should allow us to understand the personal and social circumstances in which we live, to empower knowledge of science; this implies achieving conceptual development and act, which requires interacting with contextualized learning environments in critical action. From the experimental activity we wonder if the demonstrative experiences in no formal settings organized with critical nodes of significance on the subject of energy will promote the empowerment of scientific ideas. The study begins with an exploration of ideas on the subject built by a heterogeneous group; with which we established critical points of significance and to design a route of demonstrative experiences potentially meaningful and critiques.

Keywords: Non-formal education, critical meaningful learning, demonstrative experiences, energy

Introducción

El tema de energía circula con frecuencia en la sociedad, dada la relevancia que tiene en su dinámica y para el desarrollo de los países. En torno a este tema se han suscitado enfrentamientos y alianzas políticas y económicas, al punto de ser la razón de fondo de guerras e invasiones de países. En la cotidianidad, el tema energético se relaciona con casi todo lo que nos rodea y determina mucho de lo que hacemos y necesitamos, al punto que se asocia con asuntos de relaciones humanas, como el éxito o fracaso personal entre otros. El tema constituye un contenido socio-científico muy abordado en educación.

En el contexto de la enseñanza-aprendizaje de las ciencias, la energía es un tema central que se incluye en la mayoría de los currículos, desde propuestas formales conceptuales hasta enfoques descriptivos de ciencia-sociedad. Desde el siglo pasado, con mayor o menor intensidad, se han desarrollado investigaciones educativas relacionadas con el tema así como propuestas educativas para la formación de los ciudadanos. Sin embargo, en la sociedad siguen circulando significados que poco tienen que ver con los aceptados por la comunidad de la ciencia, los cuales constituyen en obstáculos para la comprensión y actuación crítica y responsable ante los discursos que al respecto circulan y las acciones de los ciudadanos y dirigentes de los países.

Por ello, desde una propuesta de educación en ciencias no formal hemos considerado retomar el tema de energía para contribuir con un aprendizaje significativo y crítico, que incida en el empoderamiento de los ciudadanos, y así lograr que no solo seamos usuarios del conocimiento científico-tecnológico consensuado y construido, sino que también nos involucremos de manera crítica y responsable en ese mundo tecno-científico y la problemática asociada que nos circunda.

En tal sentido nos planteamos la siguiente pregunta, ¿cómo promover en la ciudadanía el empoderamiento de las ideas científicas en relación con el tema de energía, a través de actividades motivadoras de tipo experimental?

Referentes Teóricos y Antecedentes

El conocimiento de la ciencia implica una estructura conceptual y metodológica bastante estable y precisa, aunque no dogmática. En tal sentido, conceptos y relaciones entre ellos constituyen un pilar fundamental, son un lenguaje. De ahí que en el aprendizaje de la ciencia, aprender conceptos resulta importante. Concordamos con Vergnaud (2007) en que este aprendizaje es progresivo y situacional; los conceptos y sus relaciones cobran sentido cuando estamos ante situaciones, lo que conlleva a la organización de nuestra acción mediante reglas y operaciones así como de su representación. Por lo tanto, para mediar el aprendizaje de la ciencia parece necesario organizar eventos para la activación e incorporación de significados (conceptos y relaciones) que resulten operativos, en atención a clases de situaciones establecidas.

Por otra parte, en el aprendizaje del conocimiento científico en ambientes no formales, observamos propuestas denominadas como: alfabetización, divulgación, popularización, cultura, empoderamiento, otros; cuya diferencia más importante, versa en la intencionalidad implícita. Al respecto están las tendencias tradicionales de acercar la ciencia al público con intención *informativa*, y las emergentes que quieren *lograr que el ciudadano se involucre*, que pase a ser un sujeto activo y crítico, con "poder" para emplear ese saber y tomar decisiones conscientes y responsables en mejora de su cotidianidad y hacer social (Lozano & Pérez-Bustos, 2010). Mirándolo desde la psicología comunitaria, esto implica pensar en que los ciudadanos se empoderen de los conocimientos de la ciencia para lo cual es menester que ocurra una interacción socioeducativa sin jerarquías, con aceptación de la diversidad y respeto a los significados del otro; donde los significados de la ciencia se presenten en su justa medida, sin hegemonía ni dogmatismo (Buelga, 2007).

Así, los espacios para el aprendizaje noformal de la ciencia pueden propiciar la apropiación social del conocimiento, basada en: la negociación de significados surgidos y/o colocados en contextos relevantes, el debate público sobre el tema y la generación de propuestas de acción, para facilitar una posterior intervención social producto de dicha apropiación.

El diseño de estos espacios situacionales implica también pensar en los discursos mediadores, ya que existe una discontinuidad entre el lenguaje científico y el lenguaje natural de la audiencia. Ello requiere en principio, de una "traducción" de las ideas de la ciencia al lenguaje natural incorporada a los contextos cotidianos, con incorporaciones progresivas de fragmentos de la ciencia sin necesariamente tener que llegar a formalizaciones e intentando no desvirtuar el significado desde la ciencia (Borsese, 1999).

Estamos entonces hablando de situaciones para una apropiación de conocimientos pertinentes -conceptos y relaciones de la ciencia para la vida- y la participación autónoma y responsable del ciudadano en la sociedad. En tal sentido, este aprendizaje tiene que ocurrir de manera significativa y crítica, tal como lo plantea Moreira (2005). La significación se refiere a la que alcanza el que aprende, desde y con su referente conceptual, siendo nuestra expectativa que esté próxima a la de la ciencia y que tenga relativa estabilidad para que le resulte operativa; para ello tiene que ser un aprendiz activo y consciente de su aprendizaje. Esta teoría nos da lineamientos para organizar actividades que sean potencialmente significativas.

Además, esperamos que el aprendizaje significativo sea también crítico, al respecto este autor plantea que "el sujeto forme parte de su cultura, y al mismo tiempo este fuera de ella" (Ob. cit., p 88) para no dejarse atrapar y valorarse a sí mismo. Lo que en términos de Paulo Freire (2006) *esempoderarnos*, es decir, comprender de manera crítica las circunstancias personales y sociales en las que se vive, para poder actuar sobre ella, transformándolas favorablemente para el bienestar social. Para mediar en el logro de este aprendizaje significativo y crítico, Moreira (2005) propone algunos principios no excluyentes. A continuación describimos los que nos resultan más relevantes.

i. *Interacción social y cuestionamiento*. Fomentar el preguntado en el receptor, para promover más la negociación de significados que las respuestas reproductivas.

ii. *Aprendiz como preceptor/representador*. Pensar al aprendiz como un sujeto que percibe y representa el mundo y las nuevas ideas desde su referente, siendo capaz de abandonar o transformar aquellas percepciones que determinan como inadecuadas y/o poco funcionales.

iii. *El conocimiento como lenguaje*. Las percepciones están determinadas por una forma de lenguaje, aprender ciencia implica aprender su lenguaje, y este determinará nuevas percepciones, ya que hay distintas maneras de percibir el mundo pudiendo resultar contradictorias entre sí. De ahí la necesidad de ponerlas en evidencia y contrastarlas de manera crítica sin hegemonías.

iv. *Concientización semántica*. Tomar conciencia de que los significados son construcciones humanas que no están en las palabras. En el proceso de aprender, circulan significados que vienen tanto del que aprende (saberes previos) como desde el entorno (docente, medios, recursos de aprendizaje, otros), por lo que resulta importante reconocer los primeros y mediar en la negociación entre significados. Si el que aprende percibe los significados externos y los relaciona en forma no literal con los propios, consciente de la diversidad y del cambio en los significados, podríamos estar ante un aprendizaje significativo crítico.

v. *Aprender del error*. Admitir que los conocimientos actuales (propios y externos) pueden pasar a ser considerados errados o no vigentes, siendo superados por otros, conlleva a tomar conciencia de los errores en los significados propios, para avanzar hacia la adquisición de los nuevos,

considerándolos con unavalidez temporal. Asumir el error como algo humano dentro del proceso de aprender.

vi. *Desaprender para aprender*. ¿Qué hacer si las ideas existentes bloquean el proceso de asimilación? En estas circunstancias, pareciera necesario "olvidar" aquellos saberes previos que representan un obstáculo y son irrelevantes, centrándose en lo relevante, lo cual implica desaprender de manera consciente.

vii. *Incertidumbre del conocimiento*. En esa construcción del lenguaje se hace uso de metáforas, modelos que re-presentan para procesar, pensar, razonar, que conforman el contenido del lenguaje de un campo, en nuestro caso de la ciencia. En el entendido de que esa construcción constituye un cuerpo de ideas más o menos estables, es decir, con una duda razonable en su significación.

viii. *Diversidad de estrategias*. Se refiere a la diversidad de formas para que el aprendiz asuma un rol activo y protagónico, que propicien diversas maneras de interacción social entre los actores del proceso educativo tal que faciliten la implementación de los principios anteriores.

Estos principios nos permiten tomar decisiones en cuanto a la organización de actividades situacionales no formales para la educación en ciencias. Si se logran aprendizajes significativos críticos, que permitan aproximaciones a los significados de la ciencia, allanamos parte del camino que lleva hacia el empoderamiento del conocimiento, pero, ¿en qué tipo de actividades pensamos?

Las experiencias demostrativas y su potencial didáctico en ambientes formales y no formales.

El contacto con las actividades experimentales de una manera no arbitraria y no instrumental, permite la negociación de significados y la interrelación ideas-fenómenos. Dentro de las diversas actividades que propician esta interrelación tenemos las *demonstraciones*.

“Las demostraciones, conocidas como experiencia de cátedra son una forma de actividad experimental que tradicionalmente se han realizado en el contexto de una clase teórica para ilustrar un concepto o la relación entre conceptos en estudio” (Figuroa & Andrés, 1994, p.2). Con frecuencia son presentadas por el docente y observadas por los estudiantes, para mostrar directamente los objetos y acontecimientos (Ehrlich, 1990). Sin embargo, Figuroa y Andrés (1994) plantean que esta manera de presentarlas no garantiza la movilización de las ideas de los estudiantes, sobre todo si estas no están en concordancia con las aceptadas por la comunidad científica y que se espera sean incorporadas. Estos autores proponen que las demostraciones se desarrollen como experiencias abiertas, problematizadas y contextuales, donde los observadores sean participantes e interactúan.

Desde esta perspectiva, las demostraciones permitirían la movilización y negociación de los significados así como la confrontación ideas-evidencias con el fin de que se inicien reestructuraciones conceptuales. En tal sentido, las demostraciones desde una situación problemática, las consideramos potencialmente útiles para:

- Fomentar la disposición para el aprendizaje.
- Mostrar a la física como una ciencia natural.
- Facilitar una representación directa y sencilla de conceptos mediante fenómenos físicos que se quieren modelar o que se están explicando.
- Interaccionar con eventos que dan sentido a significados que presenten dificultades para ser comprendidos.

- Debater sobre los conocimientos en situaciones en donde la intuición resulta ser un obstáculo.
- Ofrecer una adecuada contextualización y posibilitar la interacción con modelos de la ciencia.
- Dentro del aula de clase, posibilitar la participación y observación directa del estudiante, facilitando la comunicación profesor-estudiante, entre pares.

Como se puede notar, estas ventajas de las demostraciones no las restringen al contexto de educación formal; su diseño intencional para implementarlas en ambientes abiertos no formales podrían contribuir con la educación científica crítica de los ciudadanos. Además, parece que las personas logran comprender los conocimientos de la ciencia en situaciones no formales como las descritas; en locaciones generales como parques, festivales, centros comunitarios, espacios comunes escolares, otros, en la que de manera inesperada las personas pueden quedar 'enganchadas' con conceptos científicos de una manera no formal, aprovechando el elemento sorpresa y novedad (Bultitude & Sardo, 2012). Esta forma de presentar las demostraciones de fenómenos de físicos, estimamos que permiten construir socialmente significado sobre temas de ciencia.

Significados que circulan en relación al tema de energía.

En relación con el aprendizaje y los saberes de los estudiantes acerca del tema de energía son múltiples los estudios realizados desde hace ya bastante tiempo. Sin pretender hacer una revisión exhaustiva de los mismos, hemos analizado resultados de trabajos realizados en diversos países con diferentes poblaciones (estudiantes y docentes de física, química y ciencias de la tierra; público en general) (para ver referencias empleadas ver Anexo 1). A continuación sintetizamos en el cuadro 1 las ideas problemáticas encontradas con más frecuencia.

Cuadro 1. Síntesis de ideas sobre el tema de energía encontradas en estudios con estudiantes y docentes de ciencias en primaria.

Informantes Ideas Circulantes	Estudiantes universitarios de profesorado en:				Estudiantes de Educación Media Año:			Docentes de ciencias primaria
	Física	Química	Biología	Cs. Tierra	Quinto	Cuarto	Tercer	
- La energía no se transforma ni se degrada.	X		X	X	X	X	X	X
- Ignoran el uso de las fuentes de energía y su importancia en la tecnología.	X		X	X	X	X	X	X
- No tienes idea sobre degradación e irreversibilidad.	X		X	X	X	X	X	X
- Confunden los conceptos fuerza, trabajo, energía, calor y temperatura.	X	X	X	X	X	X	X	X
- Consideran la energía un ente concreto o un		X	X	X	X	X	X	X

fluido.							
- Relacionan la energía con la materia.	X	X			X	X	X
- La energía se crea y se destruye presumen fuentes inagotables de energía.			X	X	X	X	X
- La quema y la combustión de materiales crea energía.			X	X	X	X	X
- Confunden fuentes con reservas.	X	X	X	X	X	X	X

Así mismo, hemos encontrado en algunos productos culturales (revistas, carteles, avisos, etiquetas comerciales, prensa, otros) ideas acerca de la energía que podrían constituirse en obstáculos para el aprendizaje significativo crítico, coartando el empoderamiento de la ciudadanía de significados acordes con la ciencia, los cuales resumimos en el cuadro 2.

Cuadro 2. Ideas acerca del tema energético en productos culturales.

Producto cultural	Ideas circulantes
Etiquetas y mensajes sobre productos alimenticios y alimentación. ¹	Los nutrientes (alimentos, grasas, glúcidos) aportan materia y energía; minerales y agua no. La energía nos permite realizar actividades (incluyendo el dormir), mantener la temperatura corporal. Con la edad requerimos de menos energía. La energía parece ser un ingrediente de las bebidas y preparados "energizantes"
Prensa escrita, radio, televisión, frases de personajes. ²	Energía como: ingrediente material; algo funcional necesaria para hacer las cosas; fuerza; documento.; asociado a las emociones, la voluntad. Energía proveniente de alguna fuente. Energía como sustancia que tenemos en el cuerpo.
Grupos esotéricos (Venezuela y Colombia)	Energías buenas y malas, positivas y negativas. La energía almacenada en los cuerpos, por ello vibran. La energía se transmite de un cuerpo a otro por contacto, circulación de energía entre ellos. Los objetos inanimados (piedras, fuentes, esculturas, otros) absorben las energías que nos pueden afectar.

¹Revisión de noviembre 2013 en: <https://sites.google.com/site/terceroctri/frases-tema>, <http://www.alimentacion-sana.org/informaciones/novedades/Energ%EDa%20en%20la%20alimentaci%F3n.htm>, <http://blog.codeconutrife.com/nutricion/alimento-s-que-aportan-energia/>, <http://www.solarizate.org/pdf/castellano/fichasalumnos/FICHA1.pdf>

²Revisión de noviembre 2013 en: La Prensa, Panamá; ADN, Colombia; El Munod.es y El idealista.com, España; BID en prensa, América Latina; Radio Energía 100.5 FM-web, Venezuela; Frasescelebres.com.

¿Qué podríamos aprender acerca del tema de energía para la vida?

En este trabajo intentamos incorporar algunas ideas sobre el tema que tengan sentido en el contexto cotidiano del ciudadano, disminuyendo la diversidad de términos, discriminando entre conceptos considerados equivalentes como trabajo, calor y energía e incorporando significados para conceptos como: transferencia, transformación, degradación y procesos irreversibles. Estas ideas se muestran en la figura 1.

A partir de estas ideas y en vista de los significados que circulan en la sociedad sobre energía, pensamos en el diseño de situaciones vivenciales, donde las personas de forma voluntaria puedan involucrarse en procesos de aprendizaje significativo crítico para que se empoderen de aproximaciones a conocimientos científicos acerca del tema energético. En tal sentido, nos planteamos la siguiente pregunta central:

¿Las experiencias demostrativas en ambientes no formales, organizadas en atención a nudos críticos de significación al respecto del tema de energía (ideas científicas) promoverán en la ciudadanía un aprendizaje significativo crítico?

Los objetivos del trabajo que reportamos son:

- Identificar áreas de significación en relación con el tema de energía en los grupos sociales de interés.
- Diseñar un plan de trabajo para el aprendizaje no formal, basado en experiencias demostrativas interactivas que promueva la construcción significativa crítica de ideas sobre el tema de energía con incorporaciones del lenguaje de la ciencia.
- Diseñar una ruta de experiencias demostrativas (RED) referentes al tema de la energía potencialmente significativas con una propuesta de diálogos para la interacción social.

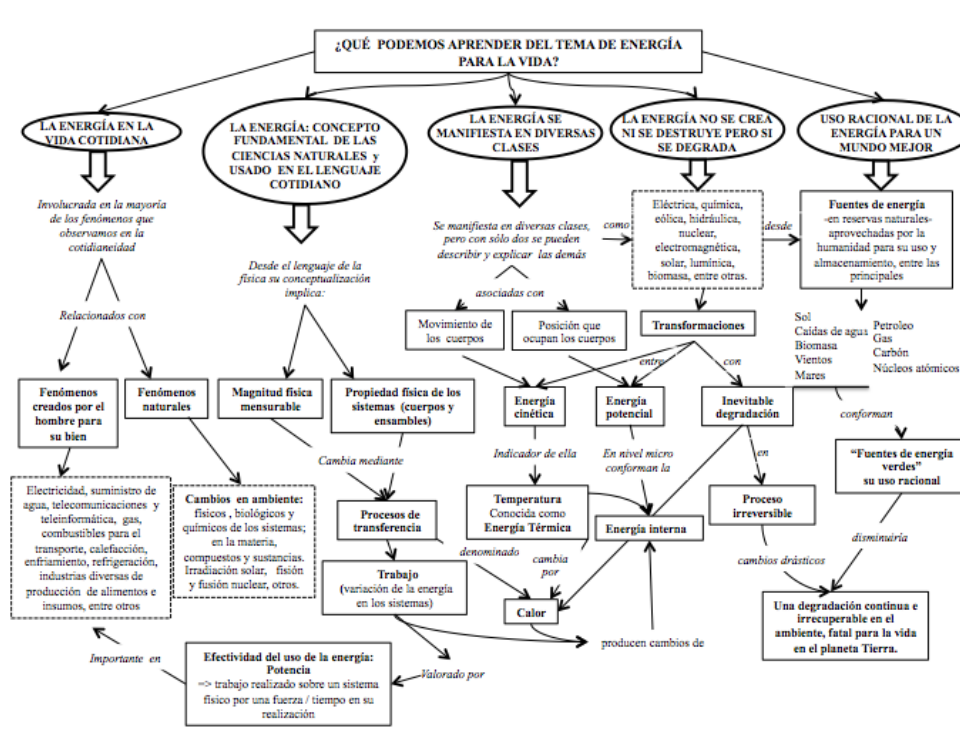


Figura 1. Ideas sobre el tema de energía para la vida.

Metodología

La investigación que presentamos constituye la primera parte de un trabajo más amplio. Iniciamos con un estudio exploratorio para indagar acerca de los significados que activaban diversos grupos en relación con el tema de energía. De la revisión de investigaciones sobre ideas que circulan acerca de la energía (Cuadros 2 y 3), se elaboró una primera versión de cuestionario de preguntas abiertas que se aplicó en entrevistas personales a un grupo heterogéneo (ama de casa, comerciante, profesional, estudiante, docente, obrero). La clasificación de las respuestas permitió tener un panorama preliminar acerca de las ideas circulantes y construir un Cuestionario con diez (10) preguntas abiertas que hacen referencia a lo cotidiano, en dos versiones; una para personas sin educación formal en ciencias (universitario, técnico superior y bachiller), ($N_{\text{(Tipo I)}}: 30$) y la otra, dirigida a estudiantes universitarios de áreas de ciencias y/o tecnología ($N_{\text{(Tipo II)}}: 24$). (Anexo 2).

Estos resultados permitieron identificar ideas de anclaje, algunas en conflicto con las de la ciencia otras poco desarrolladas, de lo cual planteamos cinco nudos críticos de significación; para cada nudo se diseñaron experiencias demostrativas problematizadas con el fin de propiciar la interacción social y el debate, conformando una ruta de experiencias demostrativas (RED). El ciclo fue ensayado con un grupo de estudiantes del profesorado de física en un contexto no formal en cuanto a aspectos técnicos. Por último se desarrollaron diálogos para guiar la interacción social durante la RED.

Resultados

1. Estudio exploratorio. Los resultados de la aplicación de los cuestionarios a los dos grupos están resumidos en el cuadro 4. Ellos nos dan cuenta de pocas diferencias entre ambos, quienes comparten ideas como: *asociar energía con movimiento, fuerza y trabajo; producen la energía está en el propio cuerpo humano y sus órganos; no hacen referencia a transformación, transferencia, disipación de la energía, discriminan en muchos tipos de energía*, incluyendo en el grupo de adultos no de ciencia, lo esotérico, y *no logran explicar el significado de expresiones cotidianas que involucran el término de energía*. Con lo cual se ratifica lo encontrado en la revisión de antecedentes ya presentada.

Cuadro 4. Síntesis de las respuestas de dos grupos, sin educación formal en ciencias ($N:30$) estudiantes universitarios del área de ciencias/tecnología ($N:24$). Se subrayan las categorías de más uso.

Cuestionario I	Preguntas (Común y Tipo I)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Docentes de educación integral, primaria. (8)	<u>1.1=11</u>		<u>3.1=5</u>			<u>6.1=</u>	<u>7.2=</u>		<u>9.1=</u>	
Administrativos. (3)	1.3=1	<u>2.1=10</u>	3.2=3	4.1=7	<u>5.2=1</u>	6.2=	7.4=	<u>8.1=1</u>	9.2=	10.1=
universitarios	1.4=4	2.2=7	3.3=2	4.2=7	<u>4</u>	5	1	<u>3</u>	5	<u>2</u>
;			3.5=1	SR=1	5.3=1	A=1	A=1	8.2=2	9.3=	<u>10</u>
(4) técnicos.			A=1			SR=	<u>SR=</u>	A=1	1	10.4=
Estudiantes de último año de educación media. (15)	<u>1.1=6</u>		<u>3.1=2</u>			<u>6.1=</u>	<u>7.2=</u>		<u>9.1=</u>	<u>10.1=</u>
	1.2=2	2.1=2	3.2=1	4.1=1	<u>5.2=1</u>	<u>6</u>	2	8.1=5	1	3
	<u>1.4=6</u>	<u>2.2=12</u>	<u>3.4=4</u>	<u>4.2=1</u>	<u>3</u>	A=2	A=2	8.1=2	9.2=	10.2=
	1.5=3	SR=1	3.5=2	<u>3</u>	SR=2	<u>SR=</u>	<u>SR=</u>	<u>SR=8</u>	3	1
	SR=3		A=2	A=1		<u>7</u>	<u>11</u>		9.3=	10.3=

SR=4										
									1	1
									A=2	A=1
									<u>SR=</u>	<u>SR=9</u>
									9	
Cuestionario II	Preguntas (Común y Tipo II)									
	1	2	3	4	5'	6'	7'	8'	9'	10'
					<u>5.1=1</u>				9.1=	
					<u>3</u>				1	
			3.1=2		<u>5.2=1</u>				9.2=	
Estudiantes			<u>3.2=1</u>		<u>2</u>	<u>6.1=</u>	<u>7.1=</u>		2	10.1=
universitarios	<u>1.1=9</u>	<u>2.1=2</u>	<u>0</u>	4.1=9	<u>5.3=1</u>	<u>9</u>	<u>8</u>	8.1=7	2	2
de áreas	1.2=2	<u>3</u>	3.3=6	<u>4.2=1</u>	<u>0</u>	A=9	7.2=	<u>8.2=1</u>	9.3=	A=9
afines a	<u>1.4=8</u>	2.2=1	3.4=1	<u>3</u>	5.4=1	SR=	5	<u>2</u>	4	A=9
ciencias/tecn	1.5=3	0	3.5=7	SR=2	5.5=6	6	A=4	A=3	9.4=	<u>SR=1</u>
ología	SR=3		3.6=2		<u>5.6=9</u>		<u>SR=</u>	SR=2	5	<u>3</u>
(24)			A=1		<u>5.7=2</u>		<u>7</u>		A=5	
			SR=1		5.8=4				<u>SR=</u>	
					SR=2				<u>8</u>	

En algunas preguntas las respuestas contienen frases incluidas en más de una categoría. Los ítems subrayados son los de mayor frecuencia

Leyenda:

- 1: (1) fuerza, movimiento, halar. (2) valoración de acciones humanas. (3) actividad humana. (4) electricidad, interacciones de electrones. (5) En todo; referida como fuente o emisión de algo o alguien; o para funcionar.
- 2: (1) acciones humanas con tu cuerpo. (2) acciones que implican equipos.
- 3: (1) de la naturaleza. (2) del cuerpo humano o partes de él (3) de los alimentos. (4) de objetos (postes, cables). (5) de plantas eléctricas. (6) metabolismo
- 4: (1) todas (2) algunas.
- 5: (1) Menciona fuentes. (2) nombra tipos de energía. (3) asociado con la afectividad.
- 6: (1) repite la respuesta. (2) menciona otras energías no fuentes. (3) menciona fuentes.
- 7 y 5': (1) eléctrica. (2) natural (viento, solar, agua, biomasa). (3) cinética, potencial, mecánica. (4) procesada, física-corporal, dinámica, estática, emocional, holística. (5) nuclear. (6) calórica y térmica. (8) química. (9) lumínica, sonora.
- 8: (1) energía positiva, buen estado, suerte, ánimo. (2) energía para poder realizar actividades diarias.
- 9: (1) hay materiales que contienen energías negativas y positivas. (2) cuando dormimos recuperamos y recargamos energía. (3) descanso.
- 10: (1) hiperactividad. (2) recuperación de energía. (3) alimentos con mucha energía. (4) enfoque nutricional.
- 6': (1) discrimina.
- 7': (1) responde adecuadamente. (2) no sabe.
- 8': (1) igual trabajo. (2) más trabajo.
- 9': (1) se transfiere. (2) se disipa o pierde. (3) se transforma. (4) aumenta y disminuye.
- 10': (1) usa relación matemática.
- SR: sin respuesta.
- A: ambigua.

De la comparación entre los significados identificados entre los encuestados y los que consideramos pertinentes para la vida (Figura 1) identificamos cinco aspectos problemáticos:

- i) Falta de discriminación entre conceptos (energía, trabajo, potencia, fuerza).
- ii) Desglose en una gran diversidad de tipos de energía (muscular, mecánica, química, vegetal, buenas y malas, otros).
- iii) Confusión entre fuentes y reservas de energía.

iv) Ambigüedad entre transferencia y transformación de energía.

v) Ausencia de significados en relación a conservación, irreversibilidad y degradación.

2. Nudos críticos de significación. Considerando el principio de la *concientización semántica*, presentamos un diagrama con los cinco nudos críticos de significación que se aproximen a los de la ciencia acordados para la negociación. El nudo 1 está centrado en el uso del término *Energía* en eventos de la cotidianidad, la intención es que los significados de la audiencia salgan al debate. En los nudos 2, 3 y 4 se plantea movilizar las ideas que desde la ciencia se colocarán en interacción con uno o varios de los cinco aspectos problemáticos identificados en el diagnóstico. El último nudo (5) es una manera de volver a la cotidianidad con la intención de promover el uso de los significados construidos durante la RED, provocando un evento que implique mejora de la realidad social (modelando el empoderamiento).

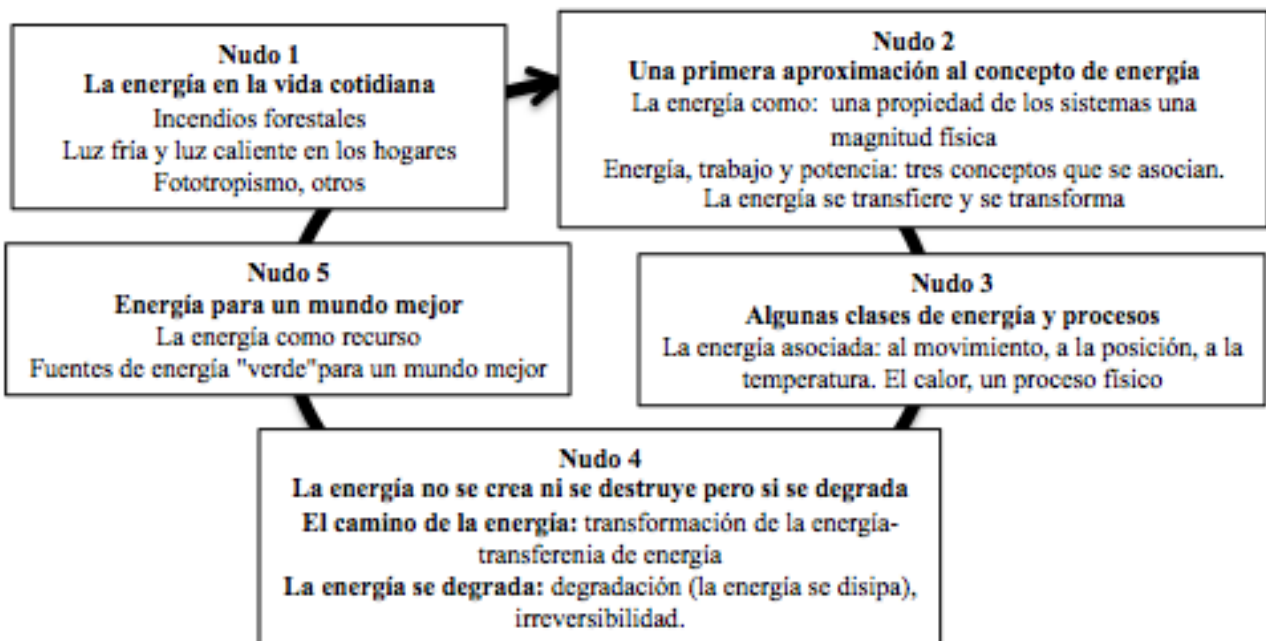


Figura 2. Secuencia de nudos críticos de significación e ideas a promover en cada uno.

3. Red de Experiencias Demostrativas. En la figura 3 presentamos la Ruta de Experiencias Demostrativas potencialmente significativas (RED) diseñada, en atención a los cinco nudos. El lema central seleccionado es: *'La energía que nos entrega luz'*, redactada en términos del lenguaje natural. Cada nudo implica una clase de situación que se propone con una pregunta que da paso a los fenómenos a presentar en las experiencias demostrativas (*principio de diversidad de estrategias*).

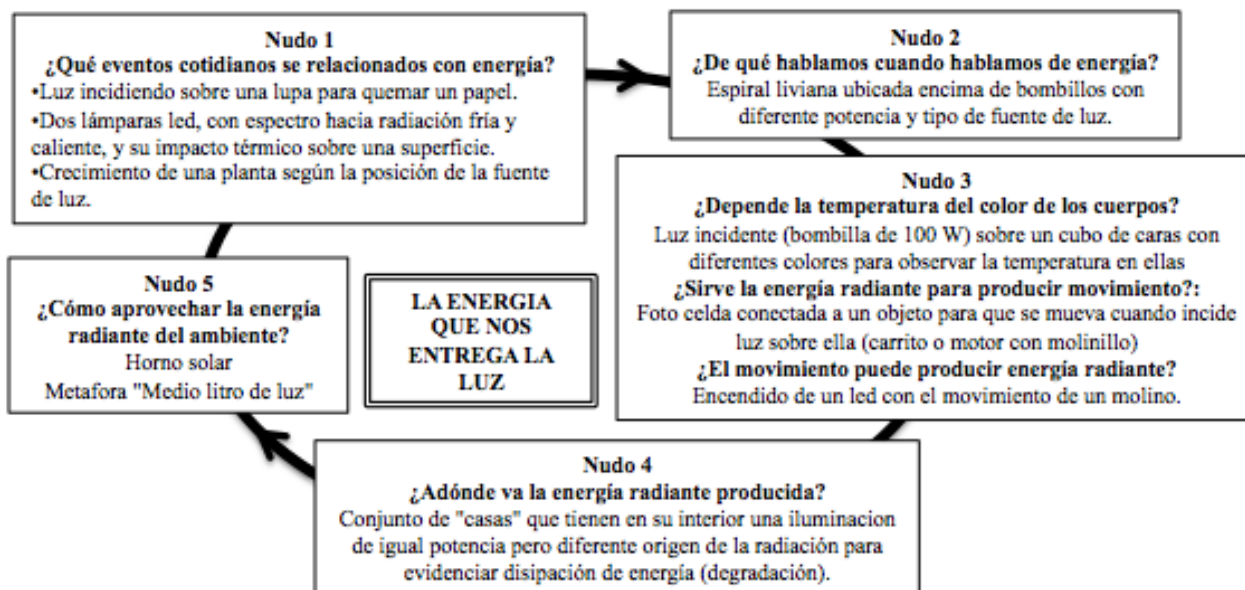


Figura 3. Ruta de Experiencias Demostrativas (RED) propuesta para la construcción de nuevos significados acerca del tema de energía siguiendo los cinco nudos críticos establecidos.

La RED fue ensayada con un grupo de estudiantes del profesorado de física fuera el ámbito de sus cursos para probar la funcionalidad de cada demostración. Las expectativas de los estudiantes en cuanto a lo que ocurriría en muchos casos generaron sorpresa; la secuencia resultó adecuada para la incorporación de ideas de la ciencia y su duración estuvo en torno a 2 horas, tiempo adecuado para mantener la atención de la audiencia y debatir en torno a los significados que circulan, dado el interés que cada fenómeno despertó.

4. Diálogos para la interacción y apropiación social de significados. Para cada experiencia demostrativa hemos construido un discurso dirigido a mediar el debate durante la interacción social considerando principios de aprendizaje significativo crítico (Cuadro 4). En la próxima sección describimos una experiencia demostrativa de la RED con su diálogo potencialmente significativo.

Cuadro 4. Concreción de los principios del aprendizaje significativo crítico en la Ruta de Experiencias Demostrativas (RED).

Principio	Concreción en la RED
<i>Interacción social y cuestionamiento.</i> Fomentar el pregunteo en el receptor. Facilitar la negociación de significados.	Plantear preguntas a lo largo del proceso de interacción social de la RED con diversas intenciones (evocar significados; concientizar sobre su inadecuación y poca funcionalidad, o potenciarlas; generar la necesidad de nuevos significados; relacionar significados con realidad social ...)
<i>Aprendiz como preceptor/representador.</i> Aprendiz como sujeto que percibe y representa el mundo y las nuevas ideas desde su referente, capaz de abandonar o transformar percepciones que determina inadecuadas y/o poco funcionales.	Contextualizar las experiencias demostrativas para enganchar emocional y cognitivamente a la audiencia y promover la representación externa de sus significados; presentar significados de la ciencia y argumentar que son más funcionales o adecuados en un lenguaje "traducido" sin hegemonía.

<p><i>El conocimiento como lenguaje.</i> Una forma de lenguaje determina la percepción. Hay distintas maneras de percibir el mundo pudiendo resultar contradictorias entre si. Aprender ciencia implica aprender su lenguaje. Necesidad de ponerlas en evidencia y confrontarlas sin hegemonías.</p>	<p>Poner en evidencia las discrepancias y debilidades/funcionalidad entre significados circulantes en la sociedad y de las ciencias, sin hegemonías.</p>
<p><i>Concientización semántica.</i> Percibir los significados externos, y relacionarlos en forma no literal con los que se tienen, conscientes de la diversidad y del cambio en los significados, implica un aprendizaje significativo crítico.</p>	<p>Introducir las construcciones lingüísticas de la ciencia con relativismo, prever potenciales conexiones con los significados de la audiencia para entablar discursos negociadores.</p>
<p><i>Aprender del error.</i> Los conocimientos actuales (sociales o de las ciencias) en cualquier momento pueden pasar a ser considerados errados o no vigentes, y superados por otros. Asumir el error como algo humano en el proceso de aprender. Tomar conciencia de ello, permitirá avanzar hacia la adquisición de los nuevos, con validez temporal.</p>	<p>Mantener respeto y valoración por los significados de la audiencia no concordantes con los de la ciencia, planificar potenciales argumentos (historia de la ciencia, dificultades operativas/funcionales con el significado errado ...) para tomar conciencia del "error" y persuadir sin descalificaciones.</p>
<p><i>Desaprender para aprender.</i> Pareciera necesario desaprender, "olvidar" aquellos saberes previos que representan un obstáculo y son irrelevantes, centrándose en lo relevante.</p>	<p>Iniciar la RED con experiencias demostrativas que pongan en el discurso los significados previos de la audiencia, tomando como referente el estudio exploratorio. Elaborar diálogos que pongan en evidencia esos significados y su irrelevancia para explicar las situaciones propuestas.</p>
<p><i>Incertidumbre del conocimiento.</i> Hacer uso de metáforas, modelos que re-presentan para procesar, pensar, razonar, nos permite un aprendizaje significativo crítico.</p>	<p>Incorporar en el desarrollo de la RED elementos del lenguaje de la ciencia, modelos, representaciones, otros.</p>

5. Una experiencia demostrativa, Nudo 3: ¿Podemos aprovechar la luz (energía radiante) para producir movimiento?

Esta experiencia consiste de una fotocelda conectada a un objeto (carrito o motor con molinillo) el cual se mueve cuando irradia una luz en su entorno que incide sobre ella.

- a. El título dado a la experiencia es un punto de partida para movilizar los saberes de la audiencia al respecto, invitándolos a dar respuestas acerca de lo que puede ocurrir antes de activar la demostración. Luego realizamos la experiencia una o dos veces para registrar las observaciones y promover el contraste con los resultados esperados, y analizar las ideas y explicaciones iniciales. Nos anclamos en la asociación que la audiencia hace entre energía y movimiento para promover la incorporación de significados acerca de los procesos físicos involucrados: Transferencia, transformación y disipación de energía (principio-p. i).
- b. Colocar cuestiones como: *¿qué sucede en el entorno del bombillo cuando irradia luz? ¿en qué se transforma esa energía radiante?*(p. i). (en la RED hay una experiencia previa donde se presentó algo semejante para hablar de energía, con lo cual esto nos permitirá observar posibles cambios). Introducir ideas de la ciencia en el debate para negociar con las respuestas de la audiencia centradas en transferencia y transformación como: *La luz del bombillo (energía radiante) irradia*

en todo el entorno así se transfiere energía al aire, las partículas del aire comienzan a moverse más rápido. Es como si una esfera que se mueve chocara de frente con otra que se mueve con menos rapidez. Es como pensar en la luz irradiada como "partículas" que chocan con las del aire. ¿Cómo percibimos este efecto? Sentimos un aumento en la temperatura (energía térmica) en el aire que se disipa en el ambiente (posible respuesta de la audiencia). Eso mismo sucede en el entorno de cualquier cuerpo caliente (p. i-iii-v-vii).

- b. Ahora centrados en el molino preguntamos: *¿qué pone en movimiento al molino? ¿será la luz que incide sobre él o el aire de su entorno? ¿cómo podrían explicar el proceso ocurrido en el molino?* En función de las respuestas colocaremos en el discurso ideas sobre transformación y transferencia de energía como: *La energía de movimiento de las partículas del aire chocan con el molino y lo empujan; parte de su energía se transfiere al molino, así gana energía y quizás se mueva, ¿que les parece esta idea?* (esta explicación pudiera entrar al debate desde la audiencia dada la experiencia previa, hay que debatirla hasta descartarla en atención a la idea de inercia). Introducimos otra posible explicación, llamando la atención de la audiencia en la fotocelda colocada en el molino (carro) y su función: *Esta fotocelda (señalando en el molino) permite que parte de la energía radiante se transforme y se manifieste como un voltaje que hace que circule una corriente eléctrica con lo cual funciona el motor; así tenemos energía de movimiento (cinética).* Dialogo. (p. i-iii-v).
- c. Hablando sobre disipación: *¿la cantidad de energía de la luz irradiada, equivale a la cantidad de energía de movimiento transferido al aire?* Dialogo. *¿Toda la energía que incide en la fotocelda se transforma en energía de movimiento en el molino? ¿qué otras transformaciones ocurren?* Introducimos ideas como: *En estos procesos la energía desde la fuente (bombillo) se va transformando y transfiriendo de manera que se manifiesta en otras formas y en otros objetos, pero en cada etapa parte de la energía inicial se transforma en energía térmica, el aire, los cables, el motor, todo se calienta más o menos, hablamos entonces de disipación de la energía.* Dialogo. Cerrar con la idea: *La dificultad es que esa energía disipada no la podemos reutilizar, se queda en el ambiente.* (p. i-iii-iv-v-vii).
- d. A modo de síntesis, cerramos este discurso pidiendo a la audiencia que mencione las transformaciones, transferencias y disipación ocurridas, e invitando a pasar a la próxima experiencia. (p. ii-vi).

C conclusiones y Recomendaciones

El estudio exploratorio ratificó los resultados reportados en trabajos anteriores acerca de los saberes previos de diversos grupos acerca del tema de energía; además, al parecer haber tenido formación en ciencia no genera relevantes diferencias en cuanto a las ideas que activan las personas. Pareciera que a pesar de la escolaridad, prevalecen los significados que se movilizan en la sociedad. De ahí que se justifica el desarrollo de actividades educativas no formales en relación con este tema con la intención de interactuar de manera significativa y crítica con dichos saberes, para ser presentados a diversos grupos sociales.

El trabajo diseñado para la negociación de significados en una locación no enmarcada en un curso escolar y evaluado hasta los momentos con una población de estudiantes en aspectos técnicos, da cuenta de la factibilidad de orientar su diseño y la interacción social para la negociación de significados, en atención a los principios de aprendizaje significativo crítico, lo cual nos parece amplia su perspectiva.

La organización previa de discursos potencialmente significativos -a modo de guiones de un libreto flexible- de manera intencional promueve la interacción entre saberes previos -activados

con el pregunteo- y saberes de la ciencia -colocados para el debate-; lo que permite orientar el desarrollo de las experiencias demostrativas con una intencionalidad. Por supuesto que dichos discursos son tentativos y flexibles, ya que cada audiencia en particular define su propio camino.

Queda ahora pasar a la segunda etapa, con la cual esperamos responder las siguientes cuestiones: ¿Cómo es la movilización de significados de diverso tipo de participantes en la secuencia de experiencias demostrativas no formales potencialmente significativas, diseñada en relación al tema de energía? ¿Qué evidencias dan cuenta del empoderamiento acerca del tema de energía por parte de la audiencia?

Ciertamente que el aprendizaje significativo crítico y su posterior empoderamiento es progresivo y a largo plazo, por lo cual se requiere de múltiples y diversas situaciones para movilizaciones favorables en los significados, más o menos estables, por lo que si la educación en ciencia no formal se desarrolla a través de sus diversos medios con una intencionalidad crítica y reflexiva como la presentada, pensamos que sería posible lograr que la ciudadanía se empodere del conocimiento de la ciencia.

Por último, resultaría interesante el desarrollo de trabajos como este, en otros temas de ciencia con pertinencia social, a fin de contribuir con la construcción de una cultura científica en la ciudadanía.

- Proyecto 2679, financiado por el FONACIT-MCyT, Venezuela

Referencias

Borsese, A. (1999) Hacer divulgación científica : una tarea muy delicada. *Alambique*. 21, julio, 41-48.

Bultitude, K. & Sardo A. (2012) Leisure and Pleasure: Science events in unusual locations. *International Journal of Science Education* Vol. 34, No. 18, Dic., 2775-2795.

Buelga, S (2007) El empoderamiento: la potenciación del bienestar desde la psicología comunitaria. En Gil, M. (dir) *Psicología social y bienestar: una aproximación interdisciplinaria*. 154-173. Universidad de Zaragoza.

Ehrlich, S. (1990) *Philosophy of chemistry: an emerging field with implications for chemistry education*. Annual Meeting of the History of Physics Group of the Association of Physics School Teachers. Sep. 15-19. Como-Pavia.

Figuroa, D. & Andres, M. (1994) Reto a la intuición física para construir y reconstruir las ideas. *Memorias VII Conferencia Internacional de Educación en Física*. Cuba.

Lozano Borda, M. & Pérez Bustos, T. (2010) Concepciones de la apropiación social de la ciencia y la tecnología en Iberoamérica. En: *VIII Jornadas Latinoamericanas de Estudios Sociales de la Ciencia y la Tecnología*, Buenos Aires, 20-23 de julio.

Moreira, M. A. (2005) Aprendizaje significativo crítico. *Indivisa. Boletín de Estudios e Investigación*, # 6, 83-102. España: La Salle. Centro Universitario. [Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=77100606>].

Freire, P. (2006) *Pedagogía de la autonomía*. México: Edt. Siglo XXI.

Vergnaud, G. (2007) In what sense the conceptual fields theory might help us to facilitate meaningful learning? *Investigações em Ensino de Ciências*. 12(2). 285-302.

Anexo 1: Referencias en la revisión de antecedentes sobre ideas acerca de energía

- Ameneyro, H. & Mora, C. (2010) Cuaderno de mediación de significados para la enseñanza del concepto de energía mecánica. *Lat. Am. J. Phys. Educ.* 4 (3). Sept.
- Cordero, S. & Mordeglia, C. (2007) Concepciones sobre energía de estudiantes de carreras universitarias no físicas. *Jornadas de Enseñanza e Investigación Educativa en el campo de las Ciencias Exactas y Naturales*. 18-19 de octubre de 2007.
- Cordero, S., Dumrauf, A. & Ocampo, O. (2003) "Sabemos que gracias a ella ocurre casi todo en el universo...": Ideas de estudiantes y propuestas de enseñanza sobre la energía. *Atas Electrónicas do 4º ENPEC*.
- Domenech, J. L. et al (2003) La enseñanza de la energía: una propuesta de debate para un replanteamiento global. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 20(3), 285-311.
- Domínguez, J. M., Pro, A. & García-Rodeja, E. (1998) Las partículas de la materia y su utilización en el campo conceptual de calor y temperatura: un estudio transversal. *Enseñanza de las Ciencias*, 16(3), 161- 175.
- Finegold M. & Trumper R. (1989) Categorizing pupils' explanatory frameworks in energy as a means to the development of a teaching approach. *Research in Science Education*, 19. 97 - 110.
- García-Rodeja, I. (1997) ¿Qué propuesta de actividades hacen los libros de primaria? *Alambique*, 11, 35-43.
- Garrido, R. (1998) Conceptos de energía, calor y temperatura. (Unidad 2.13). *Formación continuada del profesorado de Ciencias. Una experiencia en Centroamérica y El Caribe*. OEI. Consultado el 20 Abril 2014. Disponible en: <http://www.oei.org.co/fpciencia/art02.htm>.
- Gutiérrez, E.; Capuano, V. C.; Perrotta, M.; De La Fuente, A. & Follari, B. (2000) ¿Qué piensan los jóvenes sobre radiactividad, estructura atómica y energía nuclear? *Enseñanza de las Ciencias*. 18 (2), 247-254.
- Hernández, A. (2008) *España, cambiando con el cambio*. España.: Ediciones Universidad de Salamanca.
- Michinel, J. L. & D'Alessandro, M. A. (1994) El concepto de energía en los libros de texto: de las concepciones previas a la propuesta de un nuevo lenguaje. *Enseñanza de las Ciencias*, 12(3), 369-380.
- Mondelo Alonso, M., García Barros, S. & Martínez Losada, C. (1994) Materia inerte/Materia viva ¿tienen ambas constitución atómica? *Enseñanza de las Ciencias*, 12(2), 226-233.
- Nuñez, G., Pereira, R., Maturano, C. & Mazzitelli, C. (2007) Dificultades en la formación disciplinar de docentes de Ciencias Naturales. Memorias de las *I Jornadas Nacionales de Educativa y II Jornadas Regionales de Investigación Educativa*. Universidad Nacional de Cuyo, Mendoza, Argentina.
- Pérez De Landazábal, M. C.; Varela, P. & Favieres, A. (2000) La energía en las aulas: un puente entre ciencia y sociedad. *Alambique*, 24, 18-29,
- Pozo, J. I. (1996) Las ideas del alumnado sobre la ciencia: de dónde vienen, a donde van...y mientras tanto qué hacemos con ellas. *Alambique*, 7, 18-26.
- Rodríguez, V. & Díaz, S. (2012) Concepciones alternativas sobre los conceptos de energía, calor y temperatura de los docentes en formación del Instituto pedagógico de Santiago de Panamá. *Revista electrónica actualidades Investigativas en Educación*, 12(3), 1-26. Septiembre-noviembre,
- Sebastia, J. citado en Pozo, J.A.; Sanz, A.; Gómez Crespo, M.A. & Limón, M. (1983) Las ideas de los alumnos sobre la ciencia, *Enseñanza de las Ciencias*, 9(1), 83-94.

Solarte, M. (2006) Los conceptos científicos presentados en los textos escolares: son consecuencia de la transposición didáctica. *Revista Electrónica de la Red de Investigación Educativa* [en línea]. 1(4) (Enero-Junio de 2006)

Solbes, J. & Tarín, F. (1996) La conservación de la energía: Un principio de toda la física. Una propuesta y unos resultados. *Enseñanza de las Ciencias*, 22(2), 185–194.

Talanquer, V. (2006) Commonsense Chemistry: A Model for Understanding Students' Alternative Conceptions. *Journal of Chemical Education*, 83, 5, 811-816.

Trumper, R. (1990a) Being constructive: An alternative approach to the teaching of the energy concept - part one. *International Journal of Science Education*, 12, 343-354..

Trumper, R. (1990) Energy and a constructivist way of teaching. *Physics Education*, 25, 208 -212.

Varela, P.; Favieres, A.; Manrique, M. J. & Pérez De Landazábal, M. C. (1993) *Iniciación a la Física en el marco de la teoría constructivista*. Madrid: C.I.D.E.

Velásquez, S. (2012) *Propuesta metodológica para la enseñanza del concepto de energía en los grados de educación media, fundamentada el modelo de enseñanza por comprensión*. Trabajo presentado para optar al grado de Magister en Enseñanza de las Ciencias Naturales. Medellín. Colombia.

Anexo 2: Preguntas de los cuestionarios

Los dos cuestionarios comparten las cuatro primeras preguntas. Preguntas TIPO I para ciudadanos sin educación formal en ciencias (universitario, técnico superior y bachiller), (lenguaje natural) - Preguntas TIPO II para estudiantes universitarios de áreas de ciencias y/o tecnología (lenguaje natural y científico). Las preguntas 7 (tipo I) y 5' (tipo II) son equivalentes.

Preguntas comunes	
<ol style="list-style-type: none"> 1. ¿Qué te viene a la cabeza cuando escuchas la palabra energía? 2. Nombra algunas actividades de las que realizas diariamente que se relacionan con la energía 3. La energía involucrada en esas actividades ¿de dónde crees que proviene? ¿qué le ocurrió en el proceso? 4. De los nombres que te damos ¿cuales requieren energía?: lavadora, nevera, brazo, bolígrafo, corazón, cerebro, flauta, tijeras, televisión, árboles y estrellas. 	
Preguntas (Tipo I)	Preguntas (Tipo II)
<ol style="list-style-type: none"> 5. ¿Qué fuentes de energía se emplean en tu comunidad? ¿En qué? 6. ¿Qué otras fuentes de energía se podrían emplear? 7. ¿De qué tipo de energía has oído hablar? 8. ¿Qué sentido tienen para ti estas expresiones: “recibe buenas energía”, “tenemos que estar cargados de energía” 9. ¿Qué sentido tienen para ti estas expresiones?: “hay materiales que absorben malas energías”, “el dormir recarga de energía” 10. ¿Qué significan para ti estas frases: "aliméntate para que tengas energía", “bebidas energizantes”, “el dulce te pone energético”? 	<ol style="list-style-type: none"> 5'. ¿Qué tipo de energías conoces? 6'. Establece la diferencia entre reserva energética y recurso energético 7'. La electricidad que usas a diario, ¿sabes cómo se produce? 8'. ¿Qué requiere más trabajo, levantar una carga a cierta altura o levantar la mitad de la carga hasta el doble de la altura? 9'. ¿Qué ocurre con la energía de un cuerpo cuando sobre este se ejerce trabajo? 10'. ¿Cómo relacionas energía con la potencia para realizar un trabajo?