

ADQUISICIÓN DE SIGNIFICADOS SOBRE ENERGÍA EN AMBIENTES NO FORMALES

Acquisition of meanings about energy in non-formal environments

María Maite, Andrés [maitea2006@gmail.com]

Carlos Saúl, Buitrago [Buitragoc36@gmail.com]

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

Recebido em: 24/08/2023

Aceito em: 18/11/2023

Resumo

El tema energético se relaciona con casi todo lo que nos rodea, hacemos y necesitamos, incluso aparece en temas de relaciones humanas como el éxito o el fracaso personal. También está presente en debates y acuerdos políticos y económicos de los países, llegando a ser causa de conflictos internacionales. Es un tema socio científico abordado en educación e incluido en muchos currículos, con diversas enfoques: formales conceptuales, ciencia-sociedad, otros. Sin embargo, en la sociedad actual siguen circulando significados que poco se acercan a los aceptados por la comunidad de la ciencia, los cuales limitan el comprender los mensajes públicos y los discursos y acciones de los dirigentes y actuar de forma crítica y responsable. Continúa siendo necesario que los ciudadanos nos apropiemos de ideas sobre energía de manera significativa y crítica, para involucrarnos de manera consciente, informada y responsable en el mundo tecno científico en el que vivimos. ¿Cómo promover en la ciudadanía la adquisición significativa de ideas científicas relativas al tema de energía? ¿Las actividades de tipo experimental serán adecuadas para ello? En este trabajo hicimos i) una exploración acerca de las ideas sobre el tema en un grupo social heterogéneo; ii) una Ruta de experiencias Demostrativas, RED, para el aprendizaje de ideas sobre energía, implementadas en ambientes no formales. Discutimos los resultados del estudio de ideas previas y la identificación de nudos críticos de significación. Describimos las actividades de la RED diseñadas para abordar los nudos críticos y los diálogos preelaborados según los principios de aprendizaje significativo crítico para mediar la interacción social. Por último, presentamos algunas evidencias de movilización de significados en las interacciones sociales durante la actividad no formal en el museo que pudieran dar cuenta de adquisición de nuevos significados sobre el tema de energía.

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

Abstract

The energy issue is related to almost everything that surrounds us, we do and we need, it even appears in human relationship issues such as personal success or failure. It is also present in debates and political and economic agreements of countries, becoming the cause of international conflicts. It is a socio-scientific topic addressed in education and included in many curricula, with various approaches: conceptual formals, science-society, others. However, in today's society meanings continue to circulate that are not close to those accepted by the science community, which limit understanding public messages and the speeches and actions of leaders and acting critically and responsibly. It continues to be necessary for citizens to appropriate ideas about energy in a meaningful and critical way, to engage consciously, informed and responsibly in the techno-

scientific world in which we live. How to promote in the public the significant acquisition of scientific ideas related to the subject of energy? Will experimental activities be suitable for this? In this paper we did: i) an exploratory study about the ideas on the subject in a heterogeneous social group; ii) a Demonstrative Experience Pathway, DEP, for learning energy ideas, implemented in non-formal environments. We discuss the results of the study about previous ideas and the identification of critical knots of significance. We describe the activities of the DEP designed to address critical knots and pre-elaborated dialogues according to the principles of critical meaningful learning to mediate social interaction. Finally, we present some evidence of mobilization of meanings in social interactions during non-formal activity in the museum that could account for the acquisition of new meanings on the theme of energy.

Keywords: Non-formal education, critical meaning learning, demonstration, energy.

INTRODUCCIÓN

En la sociedad actual el tema de energía es recurrente por diferentes medios. Las problemáticas energéticas en la dinámica de desarrollo de los países hacen relevante su abordaje. Los asuntos relacionados con la energía han sido y siguen siendo motivo de encuentros, debates y acuerdos y desacuerdos político-económico internacionales; y constituyen la razón de fondo de diversas guerras e invasiones de unos países a otros.

En la cotidianidad, lo energético se relaciona con casi todo lo que nos rodea, determina mucho de lo que hacemos y necesitamos; incluso aparece asociado con temas no científicos como el éxito o el fracaso personal, las buenas y malas relaciones humanas, entre otros. En tal sentido, el tema de energía es un contenido socio-científico relevante para los ámbitos educativos formales y no formales.

Muchos currículos de ciencias incluye este tema como central. Además, desde el siglo pasado, con mayor o menor frecuencia, se han realizado investigaciones educativas relacionadas con este tema y la formación de los ciudadanos (Doménech et al, 2001), desde propuestas formales conceptuales hasta enfoques de ciencia-tecnología-sociedad-ambiente. Sin embargo, en la sociedad siguen circulando significados distantes de los aceptados por la comunidad de la ciencia, los cuales en muchas ocasiones son un obstáculo para comprender y actuar de manera informada, crítica y responsable, ante los mensajes y discursos que al respecto reciben, o las acciones de los dirigentes de los países. Por ello, insistimos en la necesidad de continuar con una educación científica para la ciudadanía.

Por otra parte, las actividades de indagación que consideran situaciones pertinentes y cercanas a las personas, tienen potencialidades didácticas relevantes y específicas en la educación en ciencias por lo que consideramos que las demostraciones experimentales diseñadas intencionalmente para introducir y debatir sobre este tema pueden ser adecuadas.

En el marco de la educación en ciencias no formal hemos retomado el tema de energía para contribuir con la adquisición de significados con sentido crítico, de manera que sean usuarios del conocimiento científico consensuado y la tecnología construida y puedan involucrarse de manera crítica y responsable en ese mundo tecno-científico en el que están inmersos. Y nos preguntamos, ¿si las actividades de tipo experimental promoverán en la ciudadanía, la adquisición de significados próximos a las ideas científicas en relación con el tema de energía?

A. La adquisición de significados como proceso progresivo en ambientes educativos no formales

Concordamos con Vergnaud (2007) en que el desarrollo conceptual es un proceso a largo plazo, progresivo y recursivo; y además, el aprendizaje tiene que ser situacional, es decir, se promueve colocando a los aprendices frente a contextos problematizados novedosos que demanden evocación de ideas, búsqueda e incorporación de nuevos significados (conceptos, relaciones y representaciones) y de reglas de acción para organizar un plan de acción resolutorio con sentido. Como el conocimiento de la ciencia constituye una estructura conceptual y metodológica bastante estable y precisa, aunque no dogmática, los conceptos y sus interrelaciones, los modelos y sus representaciones, constituyen su pilar fundamental. De ahí que en el aprendizaje de la ciencia, aprender conceptos resulta importante para darle sentido a las situaciones que abordamos.

Por lo tanto, para promover el aprendizaje de la ciencia, parece necesario organizar situaciones relacionados con conjuntos de conceptos ante las cuales los aprendices activan esquemas conceptuales; a medida que avancen en la tarea, incorporan y modifican significados (conceptos y relaciones) que les resultan operativos. Esto implica establecer secuencias de clases de situaciones en atención a la complejidad conceptual, es decir, a los conceptos y reglas de acción demandadas.

Los ambientes no formales para la adquisición de ideas de la ciencia reciben diversas denominaciones según enfoques: alfabetización, divulgación, popularización, cultura, empoderamiento, otros. La diferencia más relevante entre ellos, radica en su intencionalidad implícita. Las propuestas tradicionales tienen un carácter informativo, basado en exposiciones públicas pasivas, artículos y revistas de divulgación, programas en medios audiovisuales, entre otros. Las tendencias actuales quieren más que informar, lograr una inmersión vivencial del ciudadano en eventos de ciencia para que sea un sujeto activo y crítico ante la exposición desde una perspectiva de apropiación social del saber y hacer de la ciencia (Lozano y Pérez, 2012).

En el marco de la educación en ciencias, para que los ciudadanos adquieran significados acerca de ella con sentido crítico, es menester que ocurra una interacción socioeducativa sin jerarquías entre los actores del hecho educativo, con aceptación de la diversidad significados y respeto por el otro; donde los significados de la ciencia intervienen como uno más, sin hegemonía, ni dogmatismo, de manera que su aceptación sea consciente y razonada. (Buelga, 2007).

En consecuencia, los ambientes para el aprendizaje no formal de la ciencia deben generar la apropiación social del este saber, mediante procesos de negociación de significados surgidos y colocados durante la acción frente a situaciones problematizadas vivenciales que sean relevantes.

B. El discurso mediador y la interacción social en la adquisición crítica de significados.

En ambientes no formales estamos hablando de un aprendizaje de la ciencia para la vida, una apropiación de significados pertinentes para la participación responsable e informada del ciudadano en la sociedad. Por lo tanto, consideramos que este aprendizaje tiene que ocurrir de manera significativa y crítica, en el sentido que plantea Moreira (2005). La significación que alcanza el que aprende, desde y con su referente conceptual, esperamos que se integre con la de la ciencia; y que además alcance relativa estabilidad en su memoria para que le resulte operativa en el futuro.

El aprendizaje significativo crítico (ASC) implica que "el sujeto forme parte de su cultura, y al mismo tiempo este fuera de ella" (Ob. cit., p 88). Lo que en términos de Paulo Freire (2006) es empoderarnos, 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. En este sentido, para facilitar la adquisición de significados con actitud crítica el autor propone algunos principios:

i *Interacción social y cuestionamiento*. Facilitar la negociación entre significados en el grupo social, mediante preguntas e intervenciones por parte de la audiencia, más que respuestas reproductivas.

ii *Aprendiz como preceptor/representador*. El aprendiz es un sujeto que percibe y representa el mundo y las nuevas ideas que recibe desde su referente, siendo capaz de abandonar o modificar las que considera como inadecuadas o poco funcionales.

iii *El conocimiento como lenguaje*. Las percepciones de las personas están determinadas por una forma de lenguaje. Aprender ciencia implica aprender su lenguaje, lo que implica nuevas percepciones; distintas maneras de percibir el mundo que incluso pueden resultar contradictorias entre si. Por lo tanto hay que explicitarlas y confrontarlas, sin hegemonías.

iv *Concientización semántica*. Asociado a lo anterior, resulta necesario tomar conciencia de que los significados son construcciones humanas, y las palabras son etiquetas que representan esos significados. En el proceso de aprender, circulan significados que vienen de los diferentes actores, los de los aprendices (saberes previos) y los de los facilitadores u otras fuentes; resulta importante identificar los primeros para mediar en la negociación entre significados. Si el que aprende percibe los significados externos y los relaciona en forma no literal con los que tiene, consciente de la diversidad y del cambio en los significados, estaremos ante un aprendizaje significativo crítico.

v *Aprender del error*. Así como los conocimientos aceptados hoy pueden en cualquier momento pasar a ser considerados errados o no vigentes, y ser superados por nuevos conocimientos; en el proceso de aprender el "error" también debe ser algo natural. Tomar conciencia de los "errores" en nuestros significados, permitirá avanzar hacia su transformación o adquisición de otros nuevos, asumiendo a estos con validez temporal.

vi *Desaprender para aprender*. ¿Qué hacer si las ideas existentes bloquean el proceso de asimilación de nuevos significados?. En este caso parece necesario desaprender, "olvidar" aquellos saberes previos que representan un obstáculo o son irrelevantes, centrándose en lo relevante.

vii *Incertidumbre del conocimiento*. Si bien concordamos que en un área de conocimientos como es el caso de la ciencia, hay un cuerpo de ideas más o menos estable en el tiempo, que conforman el contenido del lenguaje científico; es necesario mantenerse en actitud cuestionadora. Es decir, hacerse preguntas de manera permanente para percibir; comprender que esas definiciones son construcciones sociales con las que nos comunicamos, que son dependientes del momento y del contexto; y que ese lenguaje hace uso de metáforas y modelos que re-presentan. Todo ello permite procesar, pensar, razonar y comunicar, en definitiva lograr un aprendizaje significativo crítico.

viii *Diversidad de estrategias*. Fomentar el uso de una diversidad de formas instruccionales en las que el aprendiz asuma un rol activo y protagónico. Abandonar el clásico discurso unidireccional oral acompañado de lo escrito en la pizarra, u otros medios impresos o tecnológicos como única vía de instrucción. Propiciar diversas maneras de interacción social entre los actores del proceso educativo, para que ocurra la negociación de significados y la incorporación no literal de las nuevas ideas en una diversidad de condiciones de aprendizaje.

El diseño de ambientes no formales nos reta a planificar el discurso mediador entre expositores y audiencia, sobre todo por la discontinuidad entre el lenguaje científico y el lenguaje natural de esta. Tenemos la necesidad de "traducir" las ideas de la ciencia al lenguaje natural, para incorporar de manera progresiva fragmentos de la ciencia, sin pretender llegar a una total formalización, intentando preservar y difundir algunos significados de la ciencia. (Borsese, 1999). En síntesis, consideramos que los principios ASC pueden ser una guía tanto para el diseño de las actividades no formales de educación en ciencias, como para diseñar los discursos de su desarrollo.

C. Las experiencias demostrativas en ambientes de aprendizaje no formales.

Las actividades experimentales como interrelación entre significados y fenómenos son un modo de generar aprendizaje significativo. Dentro de estas actividades están las *demostrativas*. Su versión clásica conocidas como experiencia de cátedra, con frecuencia son presentadas por el profesor y los estudiantes observan los objetos y acontecimientos con poca interacción (Ehrlich, 1990). XXXXXXXXXX (xxxx) plantean que esta forma de presentarlas moviliza poco las ideas de los estudiantes, sobre todo si estas no tienen concordancia con las aceptadas por la comunidad científica. Estos autores (ob. cit.) proponen que las demostraciones se desarrollen como experiencias abiertas, problematizadas y contextuales, y en torno a ellas se promueva una interacción dialógica con los participantes. Desde esta perspectiva, las demostraciones favorecen la movilización y negociación de los significados así como la confrontación ideas-evidencias propiciando reestructuraciones conceptuales. Si la demostración se introduce como 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 significados que presenten dificultades para ser comprendidos.
- Debatir 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.
- Posibilitar la participación y observación directa del fenómeno, facilitando la comunicación.

Como podemos notar, estas potencialidades de las demostraciones no las restringen al contexto de educación formal. Su diseño intencional en ambientes no formales podría contribuir con la educación científica crítica de los ciudadanos. En locaciones sociales como parques, festivales, centros comunitarios, espacios comunes escolares, donde las personas de manera circunstancial puedan quedar enganchadas con conceptos científicos, aprovechando el elemento sorpresa y de novedad parece logran comprender los conocimientos de la ciencia. (Bultitude y Sardo, 2012). Por lo tanto, estimamos que esta forma de presentar las demostraciones favorece la construcción de significados de manera distendida emocionalmente.

D. Las Rutas de Experiencias Demostrativas.

Hemos estructurado lo que denominamos *Ruta de Experiencias Demostrativas* la cual se basa en: i) el desarrollo conceptual resulta de la interacción con situaciones problematizadas, ii) la identificación de saberes previos facilita la identificación de nudos críticos de significación y facilita la selección y secuencia de clases de situaciones, y iii) los principios de ASC son útiles para guiar el diseño didáctico de la demostración y los diálogos para la interacción social. (Tabla 1).

TABLA 1. Concreción de los principios del aprendizaje significativo crítico en la Ruta de Experiencias Demostrativas.

Principio	Concreción en la Ruta de Experiencias Demostrativas
i <i>Interacción social y cuestionamiento.</i>	Plantear preguntas en el proceso de interacción social de la RED con diversas intenciones (evocar ideas; concientizar sobre su inadecuación, su funcionalidad o no; necesidad de nuevos significados)
ii <i>Aprendiz como preceptor/representador.</i>	Contextualizar las experiencias demostrativas para enganchar emocional y cognitivamente a la audiencia.
iii <i>El conocimiento como lenguaje.</i>	Fomentar diálogos que pongan en evidencia discrepancias entre significados de la audiencia y de las ciencias, respetando las diversas formas de percibir el mundo.
iv <i>Concientización semántica.</i>	Introducir construcciones lingüísticas de la ciencia, planificar potenciales conexiones con los significados de la audiencia y entablar discursos negociadores.
v <i>Aprender del error.</i>	Tomar conciencia del "error" con potenciales argumentos previstos y persuadir sin descalificaciones, con respeto y valoración por los significados del otro.
vi <i>Desaprender para aprender.</i>	Proponer en experiencias demostrativas que estimulen el surgimiento de los significados previos de la audiencia.
vii <i>Incertidumbre del conocimiento.</i>	Incorporar elementos del lenguaje de la ciencia, en el discurso durante el desarrollo de la RED, para integrarlos en forma significativa con el lenguaje natural predominante en la interacción social.
viii <i>Múltiples estrategias.</i>	Presentar secuencias de situaciones demostrativas por cada nudo crítico de la RED.

METODOLOGÍA

La investigación que reportamos se inició con un estudio exploratorio acerca de los significados que activaban grupos diversos (estudiantes y público en general) en relación con el tema de energía. Con esto se organizaron nudos críticos de significación y se diseñó una RED con sus diálogos orientadores. Por último, se implementó la RED en un museo propiciando la interacción social y el debate con la audiencia, y los discursos durante el desarrollo de la RED fueron grabadas.

RESULTADOS

A. Estudio Exploratorio: Significados en la población en relación al tema de energía.

De una revisión de estudios sobre ideas acerca de energía (Tabla 2), se elaboró una primera versión de cuestionario que se aplicó en entrevistas personales a un grupo heterogéneo de personas (ama de casa, comerciante, profesional, estudiante, docente, obrero). Las respuestas clasificadas dieron un panorama preliminar sobre las ideas circulantes de ahí se estructuró un segundo cuestionario de diez (10) preguntas abiertas que refieren a lo cotidiano, en dos versiones: uno con lenguaje poco formal para personas sin educación formal en ciencias (universitario, técnico superior y bachiller; $N_{(\text{Grupo } 2)}: 30$); y otro, con lenguaje más formal, para estudiantes universitarios de ciencias y/o tecnología ($N_{(\text{Grupo } 1)}: 24$). Los resultados se resumen en la Tabla 3.

TABLA 2. Ideas más frecuentes sobre el tema de energía encontradas en: la revisión de 22 trabajos de investigación con estudiantes y docentes de áreas de ciencias, y público en general; en diversos productos culturales.

Procedencia	Ideas circulantes
Ideas de estudiantes y docentes de áreas de ciencias, y público en general (Artículos revisados)	<p>La energía es una entidad material.</p> <p>Falta de discriminación entre energía, trabajo y fuerza, y entre calor y temperatura.</p> <p>Ausencia de significados en cuanto a transformación, transferencia, degradación.</p> <p>Uso del término energía para referirse tanto a tipo como a fuente.</p> <p>Energía asociada al movimiento.</p> <p>El calor considerado una sustancia.</p> <p>Energía asociada a electricidad, a electrodomésticos.</p> <p>La energía se gasta, no se conserva.</p> <p>La energía se almacena (combustibles, alimentos, pilas, otros).</p> <p>La energía está asociada a seres vivos.</p> <p>Temperatura asociada a dimensiones del cuerpo.</p> <p>En lo cotidiano, la energía se usa para casi todo: cocinar, enfriar, iluminar, hacer funcionar aparatos, trabajar.</p> <p>La energía se asocia a la combustión.</p> <p>La principal fuente de energía es el Sol.</p>
Etiquetas y mensajes sobre productos alimenticios y alimentación.	<p>Los nutrientes aportan materia y energía</p> <p>La energía nos permite realizar actividades.</p> <p>Al dormir también consumimos energía.</p> <p>Las grasas nos dan más energía que los glúcidos.</p> <p>Con la edad requerimos de menos energía.</p> <p>Los minerales y el agua no aportan energía.</p> <p>Necesitamos energía para mantener la temperatura corporal</p> <p>Los alimentos son la fuente primordial de energía.</p> <p>La energía parece ser un ingrediente de bebidas y preparados "energizantes"</p>
Prensa escrita, radio, televisión, frases de personajes.	<p>Energía como ingrediente material.</p> <p>Energía como algo funcional necesaria para hacer las cosas.</p> <p>Energía como documento.</p> <p>Energía asociado a la actividad física, las emociones, la voluntad.</p> <p>Energía como motivación.</p> <p>Energía como fuerza.</p> <p>Energía proveniente de alguna fuente.</p> <p>Energía como sustancia que tenemos en el cuerpo y nos da vida.</p>
Grupos esotéricos	<p>Energías buenas y malas, positivas y negativas.</p> <p>La energía almacenada en los cuerpos.</p> <p>La energía se transmite de un cuerpo a otro por contacto y circula entre ellos.</p> <p>Los objetos inanimados (piedras, fuentes, esculturas) absorben energías que pueden afectarnos.</p> <p>Los cuerpos que tienen energía vibran.</p>

TABLA 3. Código de respuestas y frecuencia por pregunta (1 a 10) de los grupos encuestados (Grupo 1: estudiantes universitarios del área de ciencias/tecnología. N:24. Grupo 2: sin o poca educación formal en ciencias. N:30). Leyenda de respuestas al final de la tabla. Respuestas con más uso subrayadas.

Grupo 1	Preguntas (No. Respuesta = frecuencia)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Estudiantes universitarios de áreas afines a ciencias/tecnología (24)			3.1=2		5.1=13					
			3.2=10		5.2=12				9.1=1	
	1.1=9		3.3=6	4.1=9	5.3=10	6.1=9	7.1=8	8.1=7	9.2=2	10.1=2
	1.2=2	2.1=23	3.4=1	4.2=13	5.4=1	A=9	7.2=5	8.2=12	9.3=4	A=9
	1.4=8	2.2=10	3.5=7	SR=2	5.5=6	SR=6	A=4	A=3	9.4=5	SR=13
1.5=3		3.6=2		5.6=9		SR=7	SR=2	A=5		
SR=3		A=1		5.7=2				SR=8		
		SR=1		5.8=4						
				SR=2						
Grupo 2	1	2	3	4	5'	6'	7'	8'	9'	10'
Docentes de educación primaria. (8) Administrativo: Universitario (3); Técnico (4).	1.1=11		3.1=5			6.1=11	7.2=7		9.1=9	10.1=2
	1.3=1	2.1=10	3.2=3	4.1=7	5.2=14	6.2=5	7.4=1	8.1=13	9.2=5	10.3=10
	1.4=4	2.2=7	3.3=2	4.2=7	5.3=1	A=1	A=1	8.2=2	9.3=1	10.4=1
			3.5=1	SR=1		SR=1	SR=6	A=1	A=1	A=1
			A=1						SR=1	
Estudiantes de último año de educación media. (15)	1.1=6		3.1=2			6.1=6	7.2=2	8.1=5	9.1=1	10.1=3
	1.2=2	2.1=2	3.2=1	4.1=1					9.2=3	10.2=1
	1.4=6	2.2=12	3.4=4	4.2=13	5.2=13	A=2	A=2	8.1=2	9.3=1	10.3=1
	1.5=3	SR=1	3.5=2	A=1	SR=2	SR=7	SR=11	SR=8	A=2	A=1
	SR=3		A=2						SR=9	SR=9
		SR=4								

Leyenda: Respuestas a las preguntas del Cuestionario (Número de ítem según grupo•categoría=frecuencia).

- 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.

Estos resultados los contrastaremos con las ideas de la ciencia y establecimos cinco Nudos Críticos de Significación, para la potencial secuencia de la RED.

B. Estudio de casos. Diseño e implementación de una RED sobre el tema de energía.

En el diseño de la RED se tomaron cuatro de los cinco nudos críticos de significación. Para cada uno se prepararon *experiencias demostrativas problematizadas*; y una *guía de discurso* para propiciar la interacción social y el debate, según los principios de ASC.

La RED fue ensayada con un grupo de estudiantes del profesorado de física de la universidad en un contexto informal, con la finalidad de evaluar la pertinencia de los guiones de discurso y la ejecución de cada experiencia. La nueva versión se presentó en el Museo de Ciencias, un domingo con visitantes circunstanciales que decidieron asistir. En la audiencia había adultos, jóvenes y niños; el número de asistentes osciló entre 20 y 30. Las presentaciones fueron dirigidas por uno de los investigadores, asistido por dos estudiantes del profesorado de física. El otro investigador tomó notas de campo y grabó las interacciones verbales durante las presentaciones.

B.1. Descripción de la RED

El foco central de la RED fue la frase 'La energía que nos entrega luz', expresada en lenguaje natural. por cada nudo se formularon preguntas foco y se incluyeron uno o dos experiencias demostrativas, descritas en la Figura 1. Para cada experiencia demostrativa se elaboró un guion que orientaba el discurso potencialmente significativo.

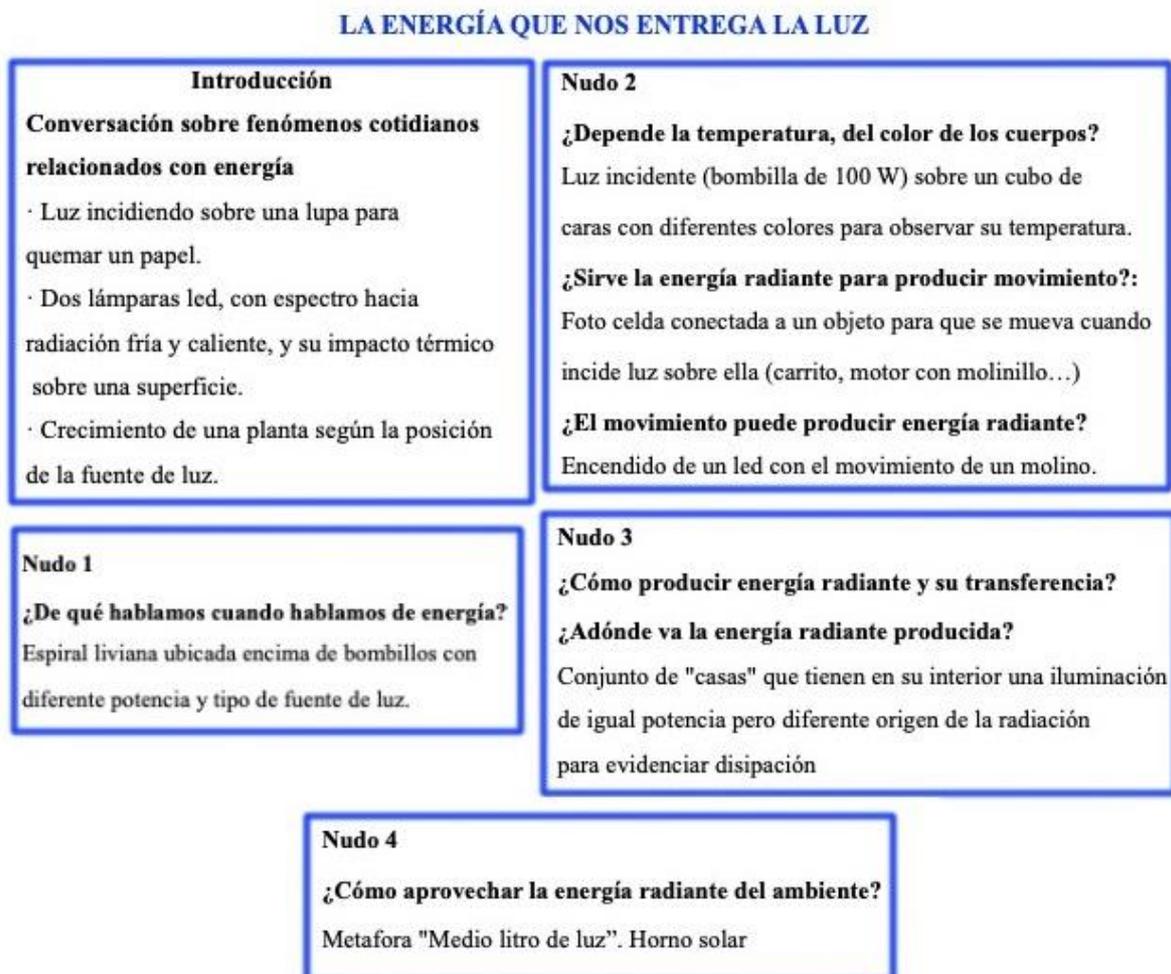


FIGURA 1. Secuencia de preguntas y experiencias demostrativas para la construcción de nuevos significados acerca del tema de energía en la RED con base a los Nudos críticos del diagnóstico.

B.2. Resultados de la experiencia en el Museo de Ciencias

Los audios de los discursos fueron transcritos y complementados con las notas de campo. Estas transcripciones fueron analizadas en atención a dos preguntas: ¿Cómo fue la movilización de significados entre los participantes durante las experiencias demostrativas sobre el tema de energía? ¿Qué evidencias dan cuenta del potencial aprendizaje de significados acerca del tema de energía por parte de la audiencia? A continuación describimos los resultados con algunas de las transcripciones.

En la transcripción del discurso durante la primera experiencia (Nudo 1, calentar el aire con la llama de la vela y hacer girar un serpentín liviano) evidenciamos que la audiencia conocía del aumento de temperatura en el entorno con la llama de la vela (P2, P3)¹, eso lo toman como causa del movimiento del serpentín, y lo relacionan con otras vivencias lo cual les ratifica que el aire caliente “empuja” al serpentín (P4). Cerramos con ideas explicativas desde el modelo corpuscular del aire.

Se muestra una vela en una lata, se prende la vela y se pregunta que pasa en el entorno.

P1: La luz.

P2: La vela es caliente.

P3: El aire calienta al aire que está alrededor de la vela

Luego se muestra un serpentín colgando de un hilo y se observa un leve movimiento irregular. Se coloca encima de la vela encendida y al rato se observa que empieza a rotar en un cierto sentido. ¿Qué lo estará moviendo?

P4: Es como en los globos, al encenderlo el aire caliente lo empuja hacia arriba. El aire empuja al serpentín, hay una fuerza que lo mueve.

F: Da una descripción a nivel de las partículas del aire y el cambio en su velocidad al calentarse, las cuales empujan al serpentín, ejerciendo una fuerza que lo hace moverse de una cierta manera.

En la experiencia en una caja metálica con cada cara de un color (rojo, negro, blanco y gris) y un bombillo incandescente en su interior, mostramos el calentamiento por radiación de las caras según el color (Nudo 2). Un participante reconoció que los colores oscuros se calientan más; además, lo relacionaron con el color de su piel y la percepción de calor, surgiendo un debate entre ellos y nociones de equilibrio térmico en los humanos. Las medidas de temperatura antes, después de conectar el bombillo, y al cabo de cierto tiempo de desconectarlo, evidenció la relación temperatura-color y la rapidez en el enfriamiento según el color; un participante concluye que “el color negro absorbe más y la pierde más rápido”. Se introduce el término de radiación de cuerpo negro y una idea muy general de su significado.

El texto del discurso durante la experiencia para entender la frase “el LED es un bombillo ahorrador” (Nudo 3), da cuenta de: Interés en el tema, conocen que en el entorno de los LED el aire se calienta menos que en los incandescentes (Ps, P2₁), relacionan la luminosidad y el calentamiento del entorno con el consumo de energía (P2₂). Surgió la inquietud por definir qué es energía (P4), un participante incorporó la definición formal de la mecánica (P2_{3,4,5}). Cerramos la sesión con ideas de: transformación de una forma de energía en otra, comparación de la cantidad de energía eléctrica que se transforma en térmica en cada bombillo y la no utilidad de la energía térmica que se transfiere al ambiente.

F: Presenta dos zocates con dos bombillos Led, describe el bombillo incandescente y su funcionamiento, y lo compara con los LED dando solo una descripción general sobre su tecnología. Hablaremos sobre el por qué la propaganda (publicidad) nos dice que los LED ahorran energía.

F: ¿Qué sentimos en el entorno de un bombillo incandescente?

Ps₁: se pone caliente, quemar si los toco

F: Conecta los Led y le pide a los niños que se acerquen a tocarlo. Ellos dicen que los sienten fríos, no están calientes.

F: Da explicaciones sobre las frases expresadas en las cajas de los LED: 9 w de energía que consume, luminosidad equivalente a un incandescente de 40w. Pregunta: ¿qué pasaría en este entorno si ponemos un incandescente de 40 W?

Ps₂: Se calienta mucho.

P2₁: La Temperatura del ambiente aumenta. En la casa se siente más calor con esos bombillos.

P3: ¿Hay bombillos led que sean equivalentes a un incandescente de más potencia, por ejemplo 120W?

F. Si, son bombillos con menos potencia, consumen menos energía y te permiten tener la misma luminosidad.

¹ La siglas: F, facilitador, P# corresponden a participantes y están numeradas para la transcripción del discurso de cada experiencia, el subíndice indica el número de intervención.

P2₂: De todas formas no hay que dejar los bombillos encendidos en la noche si no hacen falta, pues consumen energía.

Los incandescentes tienen un material que se calienta y emite luz. Pero ¿cómo funcionan esos led y los otros?

F: Describe el funcionamiento de los led y los de halógeno.

P4: ¿Cómo se define Energía? ¿Cuál sería una definición de energía?

F: La energía es un concepto del cual no damos una definición, sino que se habla de procesos asociados a ella como las transformaciones, su propagación, conservación, degradación.

P2₃: Energía es la capacidad de producir un trabajo

F: Si, esa definición está asociada con otros conceptos y se refiere más a fenómenos mecánicos.

P2₄: No, la luz es energía que llega a nuestros ojos, se transforma en un impulso eléctrico que llega al cerebro y se transforma en una imagen, eso es un trabajo.

P5: ¿quiere decir que la energía está en todas partes?

P2₅: Energía es la capacidad de producir un trabajo aunque no se produzca, es una capacidad.

F: Entonces hay energía en todas partes, se transforma de un tipo a otro, eléctrica a radiación, eléctrica a térmica, a energía de movimiento, otros. En los bombillos una parte se transforma en térmica y calienta el ambiente y otra en radiación, Luz, en los LED se transforma menos energía eléctrica en térmica por lo que para tener igual cantidad de luz requiero menos energía, menos potencia, que en los incandescentes. La energía térmica que se genera en los bombillos no resulta útil.

En la experiencia del “caserío” (Nudo 3: caja con cuatro tipos de bombillos diferentes que dan parecida iluminación tapados con tubos de cartón), retomamos la idea de transformación de energía eléctrica en lumínica y térmica, comparamos los bombillos de diferentes tecnologías, registramos medidas de temperatura. El discurso dió cuenta de cómo la audiencia asocia mayor energía térmica en el entorno del bombillo incandescente y menor con los LED. Insistimos en la cantidad de energía térmica que se transforma en los diferentes bombillos y su impacto en el ambiente y la sociedad.

En el modelo de casa de cartón con ventana lateral para mirar adentro y dos orificios con tapa en el techo, donde se pueden colocar botellas con agua potable (350 ml) (Nudo 4), los niños observaron el interior: sin botellas, con una y con dos botellas en el techo. El evento generó inquietud y fomentó una discusión sobre lo ocurrido en las botellas, su utilidad para iluminar sin uso de energía eléctrica y el beneficio para el ambiente. Las experiencias que requerían energía solar se hicieron en un jardín lo cual generó un buen ambiente social para la movilización de ideas.

Conclusiones y recomendaciones

El estudio exploratorio confirma que a pesar de las actividades de formación relativas con el tema de energía, en la diversidad de ciudadanos de nuestro país continúan presentes en sus esquemas significados poco precisos desde la ciencia, incluso exotéricos. Estas ideas obstaculizan la comprensión de los mensajes sobre riesgo ambiental en relación con el tema, lo que no favorece actitudes críticas ni acciones en pro de la preservación de los recursos energéticos. Resultados que concuerdan con lo reportado en la revisión de literatura sobre los saberes acerca de energía. Por ello continúan siendo una necesidad las actividades educativas con impacto significativo y crítico en relación en este tema. El trabajo de la RED en una locación no formal favoreció la negociación entre saberes previos -activados con el pregunteo- y saberes de la ciencia -colocados para el debate y su movilización; y los guiones de discurso siendo tentativos y flexibles, orientaron este proceso..

Aun cuando el aprendizaje significativo crítico con impacto futuro es un proceso progresivo y a largo plazo; pensamos que es necesario diseñar más y diversas situaciones interactivas centradas en experiencias demostrativas problematizadas con contextos relevantes, que favorezcan la movilización de los significados de la población y la inserción de las ideas de la ciencia. Fomentar una educación en ciencia no formal a través de diversos medios con una intencionalidad crítica y reflexiva del tipo presentado en este trabajo, contribuiría a que la ciudadanía se empodere del conocimiento de la ciencia. Para finalizar, nos parece interesante el desarrollo de RED en otros temas socio científicos para promover una cultura científica en la ciudadanía.

REFERENCIAS

- Borsese, A. (1999) Hacer divulgación científica: una tarea muy delicada. *Alambique*. 21, jul. 41- 48.
- Bultitude, K. y 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 “empowerment” la potenciación del bienestar desde la psicología comunitaria. En Gil, M. (dir) *Psicología social y bienestar*. 339-355. Universidad de Zaragoza.
- Doménech, J. L., Gil-Pérez, D., Martínez-Torregrosa, J., Gras, A., Guisasola, G., & Salinas, J. (2016). La enseñanza de la energía en la educación secundaria. Un análisis crítico. *Revista de Enseñanza de la Física*, 14(1), 45–60. Disponible en <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF/article/view/15998>
- Ehrlich, S. (1990). Philosophy of chemistry: an emerging field with implications for chemistry education. *Annual Meeting of the History of Physics*. Sep. 15-19. Como-Pavia.
- Freire, P. (2006) *Pedagogía de la autonomía*. México: Edt Siglo XXI
- Lozano Borda, M. y Pérez Bustos, T. (2012). La apropiación social de la ciencia y la tecnología en la literatura iberoamericana. Una revisión entre 2000 y 2010. *Redes: Revista de estudios sociales de la ciencia*, 18 (35), 45-74. Disponible en: <http://ridaa.unq.edu.ar/handle/20.500.11807/551>
- Moreira, M. A. (2006) Aprendizaje significativo crítico. *Indivisa. Boletín de Estudios e Investigación*, 6, 2005, 83-102. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/ejemplar/122155>.
- 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.