

CONCEPCIONES ALTERNATIVAS SOBRE LOS CONCEPTOS DE ENERGÍA, CALOR Y TEMPERATURA DE LOS DOCENTES EN FORMACION DEL INSTITUTO PEDAGÓGICO EN SANTIAGO, PANAMÁ
ALTERNATIVE CONCEPTIONS ABOUT THE CONCEPT OF ENERGY, HEAT AND TEMPERATURE IN THE STUDENTS FROM THE TEACHING TRAINING PROGRAMS AT INSTITUTO PEDAGOGICO IN SANTIAGO, PANAMA

Viterbo Rodríguez¹
Susana Díaz-Higson²

Resumen: El artículo presenta los resultados de una investigación realizada en el año 2009 en el Instituto Pedagógico Superior Juan Demóstenes Arosemena. La metodología utilizada en el estudio es del tipo descriptiva cuantitativa y se utilizó una prueba de elección múltiple para recoger los datos. Cada ítem de la prueba centraba la atención en las concepciones alternativas sobre energía, calor y temperatura. Dicha prueba, después de su validación y pilotaje, fue desarrollada por 241 estudiantes de licenciatura de este Instituto. Luego de analizar las respuestas de los ítems, se obtuvo suficiente evidencia para concluir, significativamente, que los docentes en formación tienen concepciones alternativas: el 63.8% sobre el concepto de energía; 69% sobre el concepto de calor, y el 70.7% sobre el concepto de temperatura y movimiento ($p=0.05$). Las respuestas proporcionadas por los estudiantes demuestran que un elevado número considera que las transformaciones de energía ocurren sin ningún tipo de intercambio ni degradación de la misma. Esto revela su falta de comprensión de las leyes de la termodinámica. Las concepciones alternativas sobre el concepto de energía sugieren tres áreas o líneas principales de problemas: el concepto mismo de energía, los procesos que implican la transferencia de energía y el principio de conservación de la energía.

Palabras clave: CONCEPCIONES, DOCENTES EN FORMACIÓN, CURRÍCULUM UNIVERSITARIO, ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS, PANAMÁ

Abstract: This article presents the results of research conducted in 2009 in the Instituto Pedagógico Superior Juan Demóstenes Arosemena. The methodology used in the study is descriptive research with a predominantly quantitative approach. A test was used with multiple-choice questions to collect data. Each item of the test was focused on alternative conceptions about energy, heat and temperature. The test, after validation and Piloting, was solved by 241 undergraduate students from the teaching training programs at Instituto Pedagógico. After analyzing the answers of the items, we obtained sufficient evidence to conclude significantly, that students from the teaching training programs have alternative conceptions. A 63.8% of students have alternative conceptions about the concept of energy, 69% on the concept of heat, and 70.7% on the concept of temperature and motion ($p = 0.05$). The answers provided by the students show that a large number of them believes that energy transformations occur without any type of interchange or degradation. This reveals a lack of understanding of the laws of thermodynamics. The alternative conceptions about the concept of energy suggest three main areas or lines of problems: the concept of energy, the processes that involve energy transfer and the principle of conservation of energy.

Key words: ALTERNATIVE CONCEPTIONS, TEACHER TRAINEES, UNIVERSITY CURRICULUM, SCIENCE TEACHING, PANAMÁ

¹ Educador Escuela Normal Juan D. Arosemena, Catedrático de la Universidad de Panamá, Especialista en docencia superior, Especialista en la docencia de las ciencias naturales, Magister en biología y Magister en la formación de formadores del nivel básico general, Panamá. Dirección electrónica: viterbor@hotmail.com

² Educadora Escuela Normal Juan Demóstenes Arosemena, Especialista en docencia superior, Magister en ecología y Magister en la formación de formadores del nivel básico general, Panamá. Dirección electrónica sunanadiazhi@yahoo.es

Artículo recibido: 7 de junio, 2012

Aprobado: 6 de agosto, 2012

1. INTRODUCCIÓN

Los estudiantes cuando se disponen a aprender conceptos científicos escolares tienen ideas previas, las cuales les sirven para interpretar lo que se les está enseñando, de modo que las nuevas ideas interaccionan con sus esquemas previos.

Numerosas investigaciones sobre las concepciones alternativas de los alumnos, ante muchos fenómenos naturales, así como sus causas y características, demuestran que después de años de escolaridad en los que se ha enseñado a los alumnos las concepciones correctas, estos continúan teniendo concepciones alternativas que no corresponden con las científicamente aceptadas (Driver *et al.*, 1985; Varela, *et al.*, 1995; Pozo, 1996; Furió, 1997; y Blanco y Prieto, 1997). Al respecto, los maestros en formación del Instituto Pedagógico Juan Demóstenes Arosemena no escapan a esta realidad, ya que poseen concepciones alternativas, las cuales hay que diagnosticar para, a partir de ellas, reconstruir el conocimiento científico escolar.

Entre las causas de las concepciones alternativas se señalan: las experiencias y observaciones de la vida cotidiana del estudiante, las concepciones transmitidas por el docente, las que transmiten los libros de texto y otros materiales escolares, la interferencia del lenguaje cotidiano con el científico, las concepciones transmitidas por los medios de comunicación y la cultura propia de cada civilización (Pozo, 1996). Algunas de estas ideas son tan persistentes que, en ocasiones, se mantienen en el propio docente (Bacas, en Mellado, 2000).

Durante mucho tiempo, las concepciones alternativas cometidas por los alumnos fueron vistas como obstáculos por derribar; algo contra lo que se lucha y que la metodología de enseñanza tradicional utilizada no podría superar. En la actualidad, existe la imperiosa necesidad de conocer las concepciones alternativas de los docentes en formación, para diseñar las estrategias metodológicas más eficaces para modificarlas. Desde este punto de vista, promover el cambio conceptual en el docente en formación inicial implicaría situar al futuro formador en una nueva y más productiva situación paradigmática.

El hecho de que el docente en formación tenga concepciones alternativas, no puede ser, en modo alguno, fruto de la casualidad, sino que esto responde a ciertas causas que hay que buscar, fundamentalmente, en la tendencia a extraer conclusiones precipitadas, hacer generalizaciones acríticas, basándose en observaciones meramente cualitativas, y al

realizar análisis superficiales. Es decir, a lo que Carrascosa (2005) ha denominado "**metodología de la superficialidad**" o "**metodología del sentido común**".

Esta denominada metodología del sentido común se ve reforzada, también, por las ideas simplistas existentes respecto a la naturaleza de la ciencia y a las características del trabajo científico (Fernández *et al.*, 2002). En efecto, si un docente en formación o en ejercicio piensa que la ciencia se basa en la observación pura y neutral, y que en ella no tienen cabida las especulaciones, que la imaginación y la creatividad son cualidades típicas de los artistas, pero no de los científicos, y que existe un método científico, tipo receta, que consiste en una serie de pasos a seguir en un orden determinado, la metodología que utilice este docente para aprender o para enseñar ciencias será muy diferente la que utilizaría si tuviese unas ideas más acordes con las concepciones epistemológicas actuales (Carrascosa, 2005).

2. REFERENTE TEÓRICO

Una de las líneas de investigación más dinámicas en los últimos años, dentro de la didáctica de las ciencias experimentales, es aquella que estudia las concepciones alternativas que poseen los alumnos para la interpretación de los diversos fenómenos, antes y después de recibir la enseñanza formal sobre un tema en cuestión (Furió y Guisasola, 1999; Campanario y Otero, 2000). Esta línea de investigación ha ido evolucionando a lo largo de los años como lo demuestran las diversas compilaciones bibliográficas sobre el tema (Carrascosa, 1983; Carrascosa, 1985; Gil y Carrascosa, 1992).

Existe una diversidad de términos con los que actualmente se denominan las ideas alternativas o concepciones que tienen los estudiantes en torno a los conceptos científicos (Cubero, 1994), por lo que es importante aclarar el término que se utilizará para denominarlas en este documento.

Entre los términos más comunes para referirse a las ideas alternativas o a las concepciones que tienen los estudiantes en torno a los conceptos científicos están: "errores conceptuales", "preconceptos", "concepciones espontáneas", "teorías implícitas", "teorías en acción", "ideas alternativas", "ideas previas" y "concepciones alternativas". Se han realizado diversos análisis y propuestas para intentar acordar un sólo término. Por ejemplo, Novak y Mintzes (Mora y Herrera, 2009) se adhieren al término "concepciones alternativas", considerándolo el más adecuado, debido a que toma en cuenta las ideas de los estudiantes

como concepciones personales que tienen significado y utilidad para interpretar cierta fenomenología, y porque no implica una denominación en sentido negativo, esto es, considerarlas como un error de comprensión o un conocimiento incompleto, denotación que está implícita en el término "**error conceptual**".

En esta investigación se seguirán los lineamientos dados por Novak y Mintzes (Mora y Herrera, 2009) y se utilizará el concepto de concepciones alternativas. Según Osborne y Wittrock (1983), las concepciones alternativas son ideas que desarrollan los alumnos sobre su mundo, construyen significados para las palabras que se usan en ciencia y despliegan estrategias para conseguir explicaciones sobre cómo y por qué las cosas se comportan como lo hacen. Palmer (1999) define las concepciones alternativas como algunas ideas de los alumnos, diferentes en mayor o menor grado, de los conceptos científicos, que se presentan con una cierta organización y coherencia interna y asumen una funcionalidad explicativa y predictiva en relación con los fenómenos de la vida cotidiana. Definiremos, en esta investigación, a las concepciones alternativas como respuestas contradictorias muy diferentes a las que se quieren enseñar, diferentes a los conocimientos científicos vigentes, y que los estudiantes evocan de una manera rápida y segura.

Se eligió conocer las ideas alternativas en los conceptos de energía, calor y temperatura, por ser elementos centrales en la asignatura de ciencias naturales; además, estos conceptos tienen un carácter globalizador e integrador de otros contenidos curriculares, por ser uno de los temas claves del currículo de ciencias naturales en la Educación Básica General panameña.

Aunque esta investigación solo incluye al Instituto Pedagógico Superior Juan Demóstenes Arosemena, puede servir como punto de partida para posteriores investigaciones en Panamá, sobre esta problemática en otros centros de formación docente.

3. METODOLOGÍA

Tipo de Investigación

Según el criterio del tipo de información que se quiere obtener, la metodología utilizada en esta investigación es descriptiva-cuantitativa, y se utilizó una prueba de elección múltiple, para recoger los datos.

Diseño de la Investigación

Los métodos utilizados en la investigación descriptiva, denominados métodos descriptivos, son no experimentales, por lo que el diseño de la investigación es no experimental transeccional o transversal descriptivo.

Población y muestra

Se ha centrado la atención en la población de docentes (N=431) en formación del Instituto Pedagógico Superior Juan Demóstenes Arosemena, por considerar que de esta Institución egresarán un gran número de docentes que formarán a los futuros ciudadanos.

Entre los meses de septiembre-octubre de 2009 fueron encuestados nueve grupos, cuyos profesores aceptaron que sus estudiantes fueran evaluados con la aplicación del instrumento. Los estudiantes pertenecían a los grupos 1, 5, 6, 7, 8, 9, 15, 16 y 17, lo que hacen una muestra de 241 estudiantes.

El tamaño estimado de la muestra fue calculado para un error alfa, de 5% (0.05) con un nivel de confianza del 95% (0.95) y un valor de $z= 1,96$, lo que dio el tamaño necesario de la muestra de 203 estudiantes. Al realizar la prueba de evaluación con los nueve grupos, se obtuvo 241 estudiantes, lo que excede en un 18.7% (38 estudiantes) el tamaño exigido de la muestra.

Fuentes de Información

La fuente de información la constituye los 241 estudiantes de Licenciatura en Educación Primaria de Educación Básica General del Instituto Pedagógico Superior que fueron evaluados en septiembre-octubre de 2009, lo que se enmarca dentro de las fuentes de datos primarios personales.

Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para investigar y recolectar los datos sobre las concepciones alternativas de los docentes en formación se utilizó una prueba del tipo elección múltiple. Los 17 ítems utilizados en la prueba fueron seleccionados del trabajo de Bañas (2001) y Bañas *et al.* (2003), específicamente los ítems 2, 4, 6, 7, 8, 11, 12, 14, 16, 18, 24, 26, 27, 28, 29, 30 y 34, los cuales diagnostican las concepciones alternativas de los siguientes conceptos: energía, calor y temperatura. Para el presente estudio hemos agrupado los ítems de la siguiente

manera:

- Los que diagnostican las concepciones alternativas sobre el concepto de energía el 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 y 12, específicamente en los siguientes aspectos, el principio de degradación, conservación y transformación de la energía, la asociación entre energía y movimiento y las dificultades en diferenciar tipos de energía, como por ejemplo, química y potencial.
- Los que diagnostican las concepciones alternativas sobre calor el 13 y 14, específicamente el confundir el calor como una forma de energía y el confundir el calor con la temperatura
- Los que diagnostican las concepciones alternativas sobre temperatura el 15, 16 y 17, específicamente el pensar que a mayor masa mayor temperatura y que la temperatura depende del tipo de material.

Validación de prueba

Se realizó una prueba piloto de validación de la prueba a 22 estudiantes de tercer año de la Facultad de Ciencias Naturales Exactas y Tecnología, lo que permitió saber si las respuestas satisfacían los objetivos del estudio, y constituyó un ensayo general para ver la efectividad del instrumento en la práctica. Una vez que la prueba fue resuelta, se recogieron, se clasificaron y luego se procedió a la fase de tabulación de los resultados.

Confiabilidad de la prueba

La confiabilidad de la prueba, con el uso del coeficiente alfa de Conbrach, indicó que produce datos consistentes internamente. La consistencia interna de la escala con 17 ítems fue alta (alfa=0.8989). Este resultado indicó un nivel satisfactorio de consistencia interna, ya que cuanto más próximo el índice alfa se encuentre a 1, mayor grado de consistencia y precisión demuestra.

Validez del conocimiento

Para la validez del conocimiento se aplicó el coeficiente de correlación de Pearson. Se obtuvieron ítems con un coeficiente de correlación $R > 0.68$, los cuales son aceptables ($p = 0.001$). Se observa que la validez de conocimiento se presenta en su totalidad, lo cual

indica que los ítems y el instrumento están asociados y correlacionados, lo que permite obtener un instrumento con una buena validez de conocimiento.

Grado de dificultad de los ítems

El "puntaje del ítem" se obtuvo sumando los puntajes de cada variable en el ítem considerado, de acuerdo con el valor nominal que asumieron. Así, el puntaje de cada ítem puede oscilar entre 0 y 1 puntos.

El puntaje total de la prueba es el resultado de la suma de los puntajes totales de cada ítem. Como la prueba consta de 17 ítems, el puntaje total varía entre 0 y 17 puntos. Este puntaje es la calificación total de la prueba y representa una medida del conocimiento que posee el estudiante.

Aplicando el criterio de KUDER RICHARDSON para el grado de dificultad de los ítems, se obtuvo que el 35.3% de los ítems se clasificaron como relativamente difíciles (ítems 1,7,10,12,14 y 15), 29.4% como muy difíciles (ítems 6,8,11,13 y 17), el 5.8% como muy fácil (ítem 9) y el 29.4% como ítems relativamente fáciles (ítems 2,3,4,5 y 16).

Grado de dificultad de la prueba

El valor obtenido del Grado de dificultad de la prueba (G_d) es de 33.9%, el cual se comparó con los valores proporcionados por la TABLA DE KUDER RICHARDSON (de 31 a 50 % = Relativamente difícil). La prueba proporcionada cae dentro de la categoría de prueba relativamente difícil.

Análisis estadístico de los datos

Para analizar los resultados de la evaluación de la prueba se utilizó estadística descriptiva, apoyados en el programa estadístico SPSS.

4. RESULTADOS

Concepciones alternativas sobre el concepto de energía

El valor calculado para $Z = 4.3$ es un valor mayor que $Z_{0.05} = 1.645$, se puede rechazar la hipótesis nula a nivel de significancia del 5% (0.05). Se obtuvo suficiente evidencia para concluir significativamente que más del 50% (63.8%) de los estudiantes tienen concepciones alternativas sobre el concepto de energía (Cuadro. N.º 1).

Cuadro N° 1
Porcentajes de aciertos y desaciertos para el concepto de energía

N.º Ítem	Porcentaje (%)	
	Aciertos	Desaciertos
1	44	55
2	45	54
3	55	45
4	50	50
5	45	55
6	17	82
7	10	89
8	25	75
9	85	14
10	7	93
11	9	88
12	33	66
PROMEDIO	35.4	63.8

Ítems relacionados con la identificación de concepciones alternativas sobre energía

Ítem N° 1.

Indica cuál de las siguientes afirmaciones es correcta:

- a) Siempre que se produce un cambio en un cuerpo, tiene lugar una transferencia de energía.
- b) Puede existir transferencia de energía entre dos cuerpos, sin que ninguno de los dos experimente un cambio.
- c) La energía sólo puede existir en los seres vivos.
- d) Cuando se transfiere energía de un cuerpo a otro, una parte de energía se pierde.

El 44% (107, n=241) de los docentes en formación respondió correctamente; "siempre que se produce un cambio en un cuerpo, tiene lugar una transferencia de energía". El 17% (42, n=241), piensa que puede existir transferencia de energía entre dos cuerpos sin que

ninguno de los dos experimente un cambio. El 2% (5, n=241) de los docentes en formación piensa que la energía solo puede existir en los seres vivos, no han considerado las fuentes de energía ni toda la energía que se encuentra a su alrededor. El 36% (86, n=241) cree que cuando se transfiere energía de un cuerpo a otro, una parte de energía se pierde, es decir, no tienen claro los procesos de degradación y conservación de la energía, pareciera que no llegaron a comprender la primera ley de la termodinámica.

Ítem N° 2.

Señala en cuál de los siguientes procesos, la energía se conserva:

- a) En una pelota botando desde una cierta altura.
- b) En el calentamiento de una cierta cantidad de agua con una cocina eléctrica.
- c) En una radio de pilas funcionando durante una hora.
- d) En todos ellos.

El 45 % (109, n=241) respondió como cierta la alternativa (d) "la energía se conserva en todos ellos". Lo que indica que un gran número de estudiantes no tiene claro el concepto de conservación de la energía y que, por tanto, tienen numerosas ideas alternativas al respecto. El 20% (48, n=241) respondió que la energía se conserva cuando una pelota rebota desde una cierta altura. Otro 20% (49, n=241) respondió que la energía se conserva cuando se calienta cierta cantidad de agua en una cocina eléctrica, mientras que el 14% (33, n=241) consideró que solamente se conserva la energía cuando una radio de pilas funciona durante una hora. Los docentes en formación confunden la idea de degradación de la energía con consumo o pérdida de esta, no aceptan la degradación en el sentido más general y amplio del término.

Ítem N° 3.

Señala las afirmaciones que consideres correctas:

- a) Una plancha eléctrica puede considerarse como una fuente de energía.
- b) Todos los cuerpos poseen energía.
- c) Siempre que hay transformación de energía hay transferencia de energía.
- d) En la dínamo de una bicicleta se transforma energía mecánica en energía eléctrica.

Las respuestas que los estudiantes dan en este ítem se encuentran repartidas equitativamente, a excepción de la alternativa (b), que obtuvo el 55% de las respuestas (132, n=241). Este 55% piensa que todos los cuerpos poseen energía. Casi la mitad de los encuestados tiene la idea de que todos los cuerpos poseen energía independientemente de cómo se encuentren y donde se encuentren; la otra mitad piensa que los cuerpos no tienen esta propiedad característica de la materia. El 15% (37, n=241) responde afirmativamente a la alternativa que plantea que la plancha eléctrica es una fuente de energía. Los estudiantes que piensan que la plancha puede considerarse una fuente de energía, es porque en ella se está produciendo una transformación de energía eléctrica en térmica. Los aparatos que se utilizan en la vida cotidiana juegan un papel de transformadores de energía y no de fuente de energía.

Un número reducido, el 15% (36, n=241), opina que siempre que se produce una transformación se da una transferencia de energía. Otro 15% (35, n=241) considera que en la dínamo de una bicicleta se transforma energía mecánica en eléctrica. Llama la atención el bajo porcentaje de aciertos en la última alternativa, en la que se espera, que por estar más familiarizada con ellos, comprendieran que realmente se produce esa transformación.

Ítem Nº 4.

Señala las afirmaciones que consideres correcta:

- a) La energía en juego se conserva en todo proceso físico.
- b) La energía pierde calidad en todo proceso físico.
- c) En todo proceso físico la energía puede transferirse o transformarse.
- d) Si dos sistemas tienen la misma energía, con los dos se pueden conseguir los mismos efectos.

El 23% (56, n=241) piensa que la energía en juego se conserva en todo proceso físico. Es muy bajo el porcentaje de estudiantes que tiene en cuenta el principio de conservación de la energía. El 15% (36, n=241) cree que la energía pierde calidad en todo proceso físico. El 50% (120, n=241) de los estudiantes tiene, más o menos, claro el principio de degradación de la energía, piensan acertadamente que en todo proceso físico la energía puede transferirse o transformarse. Solamente el 11% (26, n=241) considera que dos sistemas con la misma energía producen los mismos efectos. No consideran que

dependiendo del sistema se puede aprovechar mejor o peor la energía acumulada; por tanto, depende de la eficacia del sistema y la capacidad de aprovechamiento de la energía. La energía tiene una propiedad muy importante, se conserva, es siempre la misma, aunque se transfiera o se transforme.

Ítem Nº 5.

El profesor de idiomas llega a una clase con un radio casete a pilas y lo pone en marcha. Al cabo de un cierto tiempo el radio-casete va sonando cada vez más bajo y termina por pararse. El profesor comenta que se han gastado las pilas. Señala entre las frases siguientes cuál es la correcta:

- a) La energía de las pilas se ha transformado en otros tipos de energías.
- b) La energía de las pilas se ha transferido a otros objetos u otros sistemas.
- c) Hay menos energía en las pilas.
- d) La energía de las pilas ha desaparecido.

La energía se transfiere de unos cuerpos a otros y se transforma de unos tipos en otros. Es significativo que el 55% (133, n=241) de los alumnos encuestados respondió que la energía desaparece (alternativa d, incorrecta) y el otro 45% se reparte entre las alternativas correctas a, b y c. Solamente el 6% (16, n=241) piensa que la energía de las pilas se ha transformado en otros tipos de energías. Otro 6% (14, n=241) piensa que la energía de las pilas se ha transferido a otros sistemas u objetos. El 32% restante (77, n=241) de los docentes en formación piensa que hay menos energía en las pilas.

Ciertamente la energía se transforma en otros tipos de energía, existe una transferencia y, por supuesto, las pilas al final tienen menos energía acumulada. La energía química almacenada en las pilas se ha transformado, transferido o degradado. A través de diferentes respuestas se ha observado que el docente en formación tiene más dificultades para identificar energías del tipo químico o potencial, que las asociadas a cambios o transferencias entre los sistemas.

Ítem Nº 6.

Un atleta toma un bocadillo de jamón serrano antes de correr. Señala la opción correcta:

- a) El bocadillo no tiene energía.
- b) El bocadillo crea energía química que es almacenada en los músculos.
- c) El bocadillo tiene energía química que es transferida a las personas.
- d) El bocadillo transforma la energía química en movimiento.

Los seres vivos utilizan los alimentos como fuente de energía para satisfacer sus necesidades. Los alimentos aportan al organismo diversas sustancias que son utilizadas por las células que transfieren su energía al organismo. El 26% (62, n=241) de los estudiantes piensa que el bocadillo no tiene energía. No consideran la energía de tipo químico, aquella asociada a la estructura química de las sustancias alimenticias, que aparece cuantificada en calorías, en la mayoría de las etiquetas de los productos alimenticios.

Un 26% (62, n=241) tiene la idea de que el bocadillo crea energía química que es almacenada en los músculos. Solamente un 17% respondió de manera acertada: el bocadillo tiene energía química acumulada que es transferida a las personas, mientras que un 27% (66, n=241) tiene la idea equivocada de que el bocadillo tiene la capacidad de transformar la energía química en movimiento. Es el organismo que, por medio de una serie de procesos, es capaz de obtener y utilizar parte de la energía química existente en el bocadillo.

Ítem Nº 7.

Indica cuáles de las acciones proporciona mayor aporte de energía.

- a) Dormir durante ocho horas seguidas.
- b) Tomar un vaso de agua.
- c) Tomar un baño.
- d) Tomar un bocadillo.

Un 48% (117, n=241) de los estudiantes considera que dormir proporciona energía al organismo. El motivo de pensar esto obedece a la relación que establecen entre descansar, recuperándose de un esfuerzo, con una ganancia de energía; se observa clara y rotundamente que existe una concepción alternativa entre lo que puede ser descansar y ganar energía. Lo que ellos no han pensado es que dormir también conlleva un gasto de energía, ya que el organismo sigue funcionando y necesita energía.

Un bajo porcentaje, el 10% (26, n=241), piensa correctamente que tomar un bocadillo es un buen aporte de energía al organismo, que una vez digerido y asimilado por el organismo puede ser utilizada. El 38% (92, n=241) de los estudiantes piensa que el agua aporta energía, mientras que el resto 3% (7, n=241) piensa que tomar un baño aporta energía. Los resultados anteriores parecen indicar que los estudiantes no identifican que la energía química de los alimentos es la que permite a los seres vivos realizar sus actividades.

Ítem N° 8.

Un alumno se encuentra sentado en su mesa de la clase, de repente se pone en pie, y echa a correr. ¿Cuándo crees que tendrá más energía'?

- a) Tiene más energía cuando está sentado en su mesa.
- b) Tiene más energía cuando está corriendo.
- c) En los dos casos tiene la misma energía.
- d) No tiene energía en ninguno de los dos casos.

El 25% (61, n=241) de los docentes en formación piensa acertadamente que el alumno tiene más energía cuando está sentado, se produce un mínimo en el consumo general de energía química acumulada en el organismo; ellos consideran que estando sentados es cuando mayor cantidad de energía tienen y menos consumo se produce. Un gran porcentaje 55% (132, n=241) considera que el alumno tiene más energía cuando comienza a correr. La idea alternativa del docente en formación es la asociación entre el concepto energía y el movimiento. El 18% (44, n=241) responde que en los dos casos se tiene la misma energía, mientras que un 1% (3, n=241) opina que el alumno no tiene energía en ninguno de los casos.

Ítem N° 9.

Un futbolista juega un partido de fútbol y al final se encuentra cansado. Señala que frase te parece correcta.

- a) El futbolista tiene más energía al final del partido.
- b) El futbolista tiene más energía al comienzo del partido.
- c) Tiene la misma energía al principio que al final.
- d) No tiene energía en ninguno de los dos casos.

El 85% (205, n=241) considera que el futbolista tiene más energía al comienzo del partido. Aquí no existe tanta duda, es evidente y fácil la respuesta; además, de estar muy familiarizada con un deporte que ellos conocen muy bien. No existe duda al pensar que cuando se acaba un partido se tiene menos energía que cuando se comienza. Un 6% (15, n=241) consideró que se tiene más energía al final del partido, mientras que el 7% (18, n=241) y el 1% (3, n=241) consideraron que se tiene la misma energía al principio que al final, y que no se tiene energía en ninguno de los casos, respectivamente.

Ítem Nº 10.

Tenemos una cerilla apagada, a continuación se enciende y arde. Indica cuándo crees que tiene más energía.

- a) Cuando está apagada.
- b) Cuando empieza a encenderse.
- c) Cuando va por la mitad y arde con una gran llama.
- d) En todos los casos tiene la misma energía.

El momento de mayor energía es antes de encender la cerilla, alternativa A. Es sorprendente que sólo el 7% (18, n=241) de los estudiantes encuestados respondieron acertadamente a esta pregunta. El 24% (57, n=241) consideró que tiene más energía en el momento de encenderse, mientras que la mayoría el 52% (126, n=241) piensa que es justo cuando va por la mitad y arde con mayor llama, cuando la cerilla tiene mayor energía. El 17% (40, n=241) consideró que en todos los casos tiene la misma energía, pueden estar influidos por el principio de conservación de la energía, mal entendido en este caso, ya que se está preguntando por la cantidad de energía que tiene la cerilla, y no el sistema formado por todos los elementos que intervienen.

Se observa que existe una tendencia generalizada entre los estudiantes, 76% (183, n= 241) si sumamos las alternativas B y C, de asociar energía con llama, calor y combustión; pero es precisamente allí, cuando arde, que se produce un mayor aumento de temperatura y la energía de la cerilla disminuye.

Ítem Nº 11.

Un coche va por una carretera horizontal. Si se deja en punto muerto sigue rodando un

cierto trayecto y termina parándose. ¿En qué se transformó la energía cinética del coche?

- a) En movimiento.
- b) En energía hidráulica.
- c) En otros tipos de energías más degradados.
- d) Ninguna de las anteriores.

Un 44% (106, n=241) contestó que se transforma en movimiento. Apenas consideran que la energía se transforma en otros tipos de energía más degradada (alternativa C), pero esta alternativa, que es la correcta, solo representa el 9% (23, n=241) de los estudiantes encuestados, por lo que se observa que no han considerado la modificación de la energía cinética en otras formas más degradadas que son: el rozamiento de los neumáticos con el suelo, del vehículo con el aire y del rozamiento del resto de piezas. Despierta curiosidad que 25% de los docentes en formación (60, n=241) respondió que la energía cinética del vehículo se transforma en hidráulica, energía ésta que se obtiene aprovechando la energía potencial y cinética del agua; por tanto, confunden totalmente los términos. Un 19% (45, n=241) respondió que ninguna de las anteriores, porcentaje que se podría unir al grupo que no sabe cuál es la transformación, dando un porcentaje alto de docentes en formación que no tienen claros conceptos como: degradación o conservación de la energía, energía hidráulica y vuelven a asociar los conceptos de energía y movimiento, en un número bastante elevado 44%.

Ítem Nº 12.

Refiriéndose a un coche de cuerda. ¿Cuándo tiene el coche más energía?

- a) Antes de que se le dé cuerda.
- b) Justo cuando se le da cuerda.
- c) Cuando está en movimiento.
- d) Cuando se ha parado.

A esta pregunta le dan dos respuestas significativas: un 33% (80, n=241) piensa correctamente que el coche tiene su máxima cantidad de energía, justo cuando se le da cuerda. El 48% (116, n=241) considera que el coche tiene más energía cuando está en movimiento. Los alumnos no tienen asimilada la idea de energía acumulada (potencial); se

produce una asociación clara de energía con movimiento y no toman en cuenta que parte de la energía acumulada en la cuerda del coche ya se está degradando en rozamiento y movimiento. Los estudiantes asocian el concepto de energía y movimiento. Solamente el 8% (20, n=241) considera que el coche tiene más energía cuando se ha parado.

Ítems relacionados con la identificación de concepciones alternativas sobre calor

Ítem N° 13.

¿Qué es el calor? Elige razonadamente la afirmación correcta:

- a) El calor es una forma de energía.
- b) Calor y temperatura son la misma cosa.
- c) El calor es independiente de la temperatura.
- d) Ninguna de las anteriores es correcta.

Prácticamente, el 80% (192, n=241) de los docentes en formación piensa que el calor es una forma de energía. Se observa claramente que la mayoría posee una idea alternativa muy importante, y se debe tener en cuenta a la hora de abordar este tema. Consideran el calor como una forma de energía y no como un proceso de transferencia o modificación de energía. Por tanto, con esto queda dicho también, de alguna manera, que el calor y la temperatura no son independientes, están relacionados, aunque, eso sí, no se refieren al mismo concepto; precisamente, la modificación de la temperatura es uno de los efectos físicos que produce el calor sobre la materia. Un pequeño porcentaje 5% (13, n=241) de estudiantes identifican temperatura y calor, siendo muchos más los que identifican de una forma genérica, temperatura con energía. Un 6% (15, n=241) piensa que el calor es independiente de la temperatura, mientras que un 8% (20, n=241) respondió correctamente, la alternativa D.

Ítem N° 14.

Marca con una cruz cuál o cuáles son las expresiones correctas:

- a) El calor es una magnitud física.
- b) El calor es un fenómeno físico.
- c) Calentar un cuerpo es un fenómeno físico.

d) Enfriar un cuerpo es un fenómeno físico.

El 31% (74, n=241) de los estudiantes consideró que el calor se puede medir y probablemente lo vuelven a confundir con la temperatura. No tienen una idea clara entre lo que es una magnitud física y lo que es un fenómeno físico. Un 49% (119, n=241) piensa que el calor es un fenómeno físico, pero no están seguros de que enfriar 1% (3, n=241) o calentar un cuerpo 15% (36, n=241) sea un fenómeno físico, con lo cual se deduce que existe un gran porcentaje que no tiene claro el concepto de fenómeno físico. En esta pregunta el 31% (74, n=241), más de una cuarta parte de los alumnos, interpreta el calor como una propiedad de los cuerpos, al confundirlo con una magnitud física.

Concepciones alternativas para el concepto de calor

El valor calculado para $Z = 6.3$ es un valor mayor que $Z_{0.05} = 1.645$, se puede rechazar la hipótesis nula al nivel de significancia del 5% (0.05). Se obtuvo suficiente evidencia para concluir significativamente que más del 50% (69%) de los estudiantes tienen concepciones alternativas sobre el concepto de calor (Cuadro N.º2).

Cuadro N.º 2
Porcentajes de aciertos y desaciertos para el concepto de calor

N.º Ítem	Porcentaje (%)	
	Aciertos	Desaciertos
13	8	91
14	49	47
PROMEDIO	28.5	69

Ítems relacionados con la identificación de concepciones alternativas sobre temperatura:

Ítem N° 15.

María y Ana están hirviendo agua. María tiene doble cantidad que Ana. Las dos utilizan mecheros iguales y termómetros idénticos para medir la temperatura. La temperatura que lee María es:

- a) Más grande que la de Ana.
- b) Igual que la de Ana.
- c) Más pequeña que la de Ana.
- d) No lo sé.

Solamente un 26% (62, n=241) respondió correctamente, que el termómetro marca la misma temperatura en los dos recipientes; un número bastante pequeño comparado con el porcentaje general de respuestas incorrectas 74% (178, n=241).

El 26% (62, n=241) opinó que la temperatura que marca el termómetro de María es más pequeña que la que marca el de Ana. Es importante observar cómo los docentes en formación se han dejado influir por la cantidad de agua que tiene el recipiente de María, no tienen en cuenta la primera parte del enunciado, y contestan que es mayor la temperatura del termómetro de Ana, pues al tener menos cantidad, se calentará más rápidamente y subirá más la temperatura.

Con respecto a la primera alternativa contestada por un 34% (81, n=241), se considera que los resultados pueden interpretarse de dos formas. Por un lado, puede ser que realmente piensen que es más elevada la temperatura en el termómetro de María, quizás inducidos por la cantidad de materia, que al ser mayor en el recipiente de María, ello provoque también un mayor número de grados en su termómetro. Por otro lado, pensamos que puede haber un error de lectura o falta de concentración a la hora de leer el enunciado.

Ítem N° 16.

Del congelador de nuestra casa sacamos dos cubitos de hielo, A y B. Uno es dos veces mayor que el otro ¿Cómo serán las temperaturas de los dos cubitos?

- a) Iguales.
- b) Mayor A.
- c) Mayor B.
- d) No lo sé.

El 57% (138, n=241) consideró que las temperaturas de los dos cubitos de hielo son iguales. Los alumnos piensan correctamente que la masa, en este caso específico, no interviene y que los dos cubos de hielo salen con la misma temperatura, independientemente

de que uno sea el doble del otro. Por el contrario, un porcentaje reducido de estudiantes, 9% (21, n=241), piensa que el cubito A tiene mayor temperatura por ser más grande. Un 6% (14, n=241) consideró que es mayor la temperatura en B. En esta alternativa puede haber un tema añadido y es que los estudiantes interpretan que a mayor temperatura, menor número de grados bajo cero. Un 28% (67, n=241) de estudiantes, porcentaje a tener en cuenta, manifestó no saber la respuesta. De una forma u otra, está claro que tanto en este ítem como en el anterior, los alumnos presentan la concepción alternativa de pensar que a mayor masa mayor temperatura y viceversa.

Ítem N° 17.

Si en nuestra clase tenemos dos placas, una de madera y otra de aluminio, y colocamos sobre cada una un termómetro digital. ¿Cómo serán las temperaturas?

- a) Iguales.
- b) Mayor para la madera.
- c) Mayor para el aluminio.
- d) No lo sé.

Es sorprendente el hecho de que solamente un 5% (12, n=241), porcentaje muy reducido, de estudiantes respondió correctamente que la madera y el aluminio tienen la misma temperatura, independientemente de la materia con la que estén formados. El 77% (186, n=241), piensa que las temperaturas son diferentes. Idea alternativa muy importante, generada por la percepción sensorial. No tienen en cuenta que todo sistema tiende al equilibrio térmico, independientemente de la composición material que tenga. Aquí incluso se pueden incluir a aquellos estudiantes (17%, 41, n=241) que manifestaron no saber cuál de los dos tiene mayor temperatura o si son iguales.

Concepciones alternativas para el concepto de temperatura:

El valor calculado para $Z = 7.06$ es un valor mayor que $Z_{0.05} = 1.645$, se puede rechazar la hipótesis nula al nivel de significancia del 5% (0.05). Se obtuvo suficiente evidencia para concluir significativamente que más del 50% (70.7) de los estudiantes tienen concepciones alternativas sobre el concepto de temperatura (Cuadro N° 3).

Cuadro N.º 3
Porcentajes de aciertos y desaciertos para el concepto de temperatura

N.º Ítem	Porcentaje (%)	
	Aciertos	Desaciertos
15	26	74
16	57	43
17	5	95
PROMEDIO	29.3	70.7

5. DISCUSIÓN

Concepciones alternativas sobre el concepto de energía

En el presente estudio se encontró en promedio el 35.4% de aciertos para los ítems relacionados con el concepto de energía (Cuadro No.1), específicamente el 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 y 12, con el 44%, 45%, 55%, 50%, 45%, 17%, 10%, 25%, 85%, 7%, 9% y 33% respectivamente . En un estudio similar utilizando los mismos ítems, pero con estudiantes de primer ciclo Bañas *et al.* (2003) encuentran porcentajes de aciertos de aproximadamente 41.4%, distribuidos para cada ítem de la siguiente manera 26.2%, 22%, 58%, 76%, 50%, 10%, 43.2%, 47.6%, 89.2%, 10.8%, 10.8% y 43.2%. Esto nos indica que los estudiantes del Instituto Pedagógico Superior a pesar de su grado de escolaridad mayor, superior no universitario, tienen porcentajes de aciertos similares ($p=0.58$, Mann-Whitney, U-Test).

La energía se conserva, es siempre la misma, aunque se transfiera o transforme, esto es el principio de conservación de la energía, una ley física fundamental, que siempre se cumple. Sin embargo, en toda transformación la energía sufre una degradación (Gómez *et al.*, 1995 citado por Bañas *et al.*, 2003). Al analizar las respuestas de los estudiantes a los ítems 1,2, 4, y 5 se observa, que el 36%, 55%,50% y 55%, respectivamente, considera que las transformaciones de energía ocurren sin ningún tipo de intercambio ni degradación lo que revela su falta de comprensión de las leyes de la termodinámica. Bañas *et al.*, (2003) encontraron al analizar las respuestas a los mismos ítems que el 37.6%, 78%, 63.6% y 50% de los estudiantes no comprenden el principio de conservación de la energía. Estos resultados no muestran diferencias significativas con los encontrados en este trabajo ($p=0.1528$, T-Test), a pesar de las diferencias en el nivel de escolaridad. Varela *et al.* (1995) y Bañas *et al.* (2003) manifiestan que a los estudiantes les resulta difícil asumir el principio

de la conservación de la energía conjuntamente con la idea de degradación y que asocian el concepto de energía con el de fuerza y movimiento. Estudios realizados coinciden con éste, al señalar la dificultad que tienen los estudiantes para utilizar el principio de conservación de la energía y su transferencia (Solomon 1985; Hierrezuelo y Molina 1990).

Las concepciones alternativas de los estudiantes del Instituto Pedagógico Juan Demóstenes Arosemena sobre el concepto de energía, sugieren tres áreas o líneas principales de problemas: el concepto mismo de energía, los procesos que implican la transferencia de energía y el principio de conservación de la energía. Muchos de los trabajos existentes coinciden al agrupar las concepciones alternativas que tienen los estudiantes en tres grandes líneas: Conceptualización de la energía (Pérez-Landazábal *et al.*, 1995); transferencia y conservación de la energía (Solomon, 1985; Hierrezuelo y Molina 1990; Pérez-Landazábal *et al.*, 1995)

Los estudiantes del Instituto Pedagógico identifican sistemáticamente energía con movimiento, y no reconocen la existencia de energías potenciales, especialmente la energía química almacenada en los alimentos, resultados similares fueron obtenidos por Varela *et al.* (1995) y Bañas *et al.*, (2001).

Concepciones alternativas sobre el concepto de calor y temperatura.

Para los ítems relacionados con el concepto de calor, específicamente el 13 y 14 se obtuvo un porcentaje de acierto de 8% y 49%, ($\bar{X}=28.5$) respectivamente (Cuadro No.2), mientras que Bañas *et al.*, (2003) obtuvieron el 7.6% y 78% ($\bar{X}=42.8$) de aciertos en los mismos ítems, con estudiantes de primer ciclo. El análisis de los ítems referentes al calor, muestra que los futuros docentes tienen la idea de que el calor es una sustancia o lo conciben como un tipo de energía. En definitiva, para estos estudiantes, el calor puede entrar o salir y pasar de unos cuerpos a otros, significado este contrario al científico, que es una forma de transferencia de energía, entre dos sistemas que se encuentran a distinta temperatura y, por tanto, es un proceso. Algunos autores manifiestan que el significado científico del concepto calor en los niveles medio y superior resulta muy difícil para el alumno promedio (Flores, 1996; Cárdenas, 1997; Bañas *et al.*, 2001). Esta dificultad en la comprensión del concepto es favorecida, principalmente debido al uso común del concepto desde la infancia con otra connotación que, hasta ahora, le ha explicado el mundo que lo

rodea de una manera lógica, fortaleciendo así su concepción personal, lo que es difícil modificar, si no se utilizan estrategias de enseñanza adecuadas (Flores, 1996).

Bañas *et al.* (2001) encontró que la mayoría de los estudiantes tiene la idea de que el calor es una forma de energía y no interpretan el concepto como un proceso de transferencia o modificación de energía. Lo consideran como una propiedad de los cuerpos y no un mecanismo. Otra concepción alternativa muy común en los futuros docentes del Instituto Pedagógico es confundir el concepto de calor con temperatura. Concepción alternativa muy común en todos los niveles educativos, en donde los estudiantes presentan confusión entre los términos de calor y temperatura (Domínguez y García-Rodeja, 1998; Bañas *et al.*, 2001), lo que podría dificultar la comprensión de otros fenómenos térmicos. Los futuros docentes le otorgan a la temperatura una propiedad extensiva y no es considerada como magnitud intensiva relacionada con la agitación media de las partículas, tal como lo muestra el análisis de las respuestas de los ítems 15, 16 y 17, con el 26%, 57% y 5% ($\bar{X}=29.3$) de aciertos respectivamente (Cuadro No.3). Bañas *et al.*, (2003) al analizar las respuestas dadas a los mismos ítems, encuentran el 19.2%, 64.4% y 8.8% ($\bar{X}=30.8$) de aciertos respectivamente. Esto nos indica que los estudiantes del Instituto Pedagógico Superior a pesar de su grado de escolaridad mayor, superior no universitario, tienen porcentajes de aciertos similares en los ítems que diagnostican las concepciones alternativas sobre temperatura.

La enseñanza impartida en el Instituto Pedagógico Juan Demóstenes Arosemena a los futuros docentes de Educación Básica General no proporciona una adecuada formación en las materias científicas. La presencia de estas asignaturas en el plan de estudio vigente es muy escasa, y cuando aparecen, tienen menos horas, existe un sesgo muy marcado hacia las asignaturas pedagógicas, lo que se traduce en un bajo nivel de formación y de sensibilización hacia las ciencias naturales por parte de los futuros docentes. La práctica docente, supervisada solamente por docentes del área pedagógica, no parece favorecer el contacto más apropiado entre los futuros docentes y la realidad educativa de la asignatura de ciencias naturales, basta con revisar el plan de estudios del docente en formación, para darse cuenta de esto.

6. CONCLUSIONES

Tras una valoración de las ideas que se han pretendido estudiar y analizar, se recogen, a continuación, las conclusiones a las que se llegan con este estudio sobre ideas de los alumnos en relación con los conceptos de energía y calor:

- La mayoría de los docentes en formación del Instituto Pedagógico Juan Demóstenes Arosemena consideran que las transformaciones de energía ocurren sin ningún tipo de intercambio ni degradación. No comprenden las leyes de la termodinámica.
- Los docentes en formación tienen la idea de que la energía desaparece, sin considerar el principio de conservación. El docente en formación no termina de aceptar el principio de conservación de la energía en el sentido más general del término, y se dan numerosas concepciones alternativas al respecto. El concepto de degradación lo confunden con el de consumo o pérdida de energía.
- Existe en el docente en formación una tendencia a asociar energía con movimiento.
- Los docentes en formación consideran que la energía solo está presente en determinados sistemas, como por ejemplo, en los sistemas biológicos.
- Se observa claramente en los docentes en formación que existen concepciones alternativas en asociar el descanso con ganancia de energía, y entre esfuerzo físico brusco con un mayor consumo de energía.
- Los docentes en formación tienen la idea de que la energía es aprovechada en la misma proporción y produciendo los mismos resultados, independiente del sistema que la utilice.
- La mayoría de los docentes en formación tiene concepciones alternativas sobre el concepto de calor, como por ejemplo: el calor es una forma de energía, y no interpretan el concepto como un proceso de transferencia o modificación de la energía; el calor es una propiedad de los cuerpos y lo confunden con una magnitud física, confunden el concepto de calor con temperatura.

7. AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a Dianelsa Batista y Boris Ortega por su orientación en la realización de esta investigación. A Elsa Núñez coordinadora del Programa de Maestría de Formación de Formadores por su apoyo, dedicación y paciencia, a Dora Bernal Directora del Instituto Pedagógico Juan Demóstenes Arosemena por facilitarnos las instalaciones, a Elisa

Gutiérrez de Pinzón y Daira Agrazal en la corrección y estilo del texto, a los revisores anónimos por sus acertadas sugerencias.

8. REFERENCIAS

- Bañas, Carlos. (2001). **Ideas alternativas sobre la energía en los alumnos del primer ciclo de Educación Secundaria Obligatoria**. Tesis para optar por el grado de Licenciatura, Universidad de Extremadura, Badajoz, España.
- Bañas, Carlos., Mellado, Vicente y Ruiz, Constantino. (2003). Las ideas alternativas del alumnado de primer ciclo de Educación Secundaria Obligatoria sobre la conservación de la energía, el calor y la temperatura. **Revista de Educación Campo Abierto**, (24), 99-126.
- Blanco-López, Ángel y Prieto-Ruiz, Teresa. (1997). **Las concepciones de los alumnos y la investigación en Didáctica de las Ciencias**. Málaga: Servicio de Publicaciones e Intercambio Científico.
- Campanario, Juan Miguel y Otero, José. (2000). Más allá de las ideas previas como dificultades de aprendizaje: las pautas de pensamiento, las concepciones epistemológicas y las estrategias metacognitivas de los alumnos de Ciencias. **Revista Enseñanza de las Ciencias**, 18(2), 155-169.
- Cárdenas, Marta y Ragout de Lozano, Silvia. (1997). **Análisis de una experiencia didáctica realizada para construir conceptos fundamentales de Termodinámica**. Recuperado el 2 de enero de 2010, de <http://www.fsc.ufsc.br/cbef/port/14-2/artpdf/a4.pdf>
- Carrascosa, Jaime. (1983). Errores conceptuales en la enseñanza de las Ciencias: Selección bibliográfica. **Enseñanza de las Ciencias**, 1(1), 63-65.
- Carrascosa, Jaime. (1985). Errores conceptuales en la enseñanza de la Física y Química: Una revisión bibliográfica. **Enseñanza de las Ciencias**, 3 (3), 230-234
- Carrascosa, Jaime. (2005). **El problema de las concepciones alternativas en la actualidad (parte II). El cambio de concepciones alternativas**. Recuperado el 3 de enero de 2010, de <http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=92020307>
- Cubero, Rosario. (1994). Concepciones alternativas, preconceptos, errores conceptuales... ¿distinta terminología y un mismo significado? **Investigación en la Escuela** 23, 33-42.
- Domínguez, José Manuel y García-Rodeja, Eugenio. (1998). Las partículas de la materia y su utilización en el campo conceptual calor y temperatura. **Enseñanza de las Ciencias**, 16(3), 461-475.

- Driver, Rosalind y Warrington, Lynda. (1985). Student's use of the principle energy conservation in problems situations **Physics Education**, **20**, 171-176.
- Fernández, Isabel; Gil-Pérez, Daniel; Carrascosa, Jaime; Cachapuz, Antonio y Praia, Joao. (2002). Visiones deformadas de la ciencia transmitidas por la enseñanza. **Enseñanza de las Ciencias**, **20**(3), 477-488
- Flores, Susana; Hernández, Gisela y Sánchez, Guillermina, (1996). **Ideas previas de los estudiantes. Una experiencia en el aula**. Recuperado el 3 de enero de 2010, de <http://usuarios.upf.br/~clovia/Edambpos/textos/instr/ideias.pdf>
- Furió, Carles. (1997). Las concepciones alternativas del alumnado en ciencias: dos décadas de investigación. Resultados y tendencias. **Alambique: Didáctica de las ciencias experimentales** **7**, 7-17.
- Furió, Carles y Guisasola, Jenaro. (1999). Concepciones alternativas y dificultades de aprendizaje en Electrostática. Selección de cuestiones elaboradas para su detección y tratamiento. **Enseñanza de la Ciencias**, **17**(3), 441-452.
- Gimeno Sacristán, J. (1992). Profesionalización docente y cambio educativo. En Alliaud, Andrea y Duschtzky, Laura, **Maestros, práctica y transformación escolar** (pp. 131 – 135). Buenos Aires: Miño y Dávila Editores.
- Gil, Daniel y Carrascosa, Jaime. (1992). Concepciones alternativas en mecánica. **Enseñanza de las Ciencias**, **10**(3), 314-327.
- Hierrezuelo-Moreno, José y Molina, Eduardo. (1990). Una propuesta para la introducción del concepto de energía en el bachillerato. **Investigación y Experiencias Didácticas**, **5**(1), 23-30.
- Mellado, Vicente (2000). "¿Es adecuada la formación científica del profesorado de ciencias de secundaria para sus necesidades profesionales?". **Alambique: Didáctica de las ciencias experimentales**, **24**, 57-65
- Mora, Cesar y Herrera, Diana. (2009). Una revisión sobre ideas previas del concepto de fuerza. **Latin- American Journal of Physics Education**, **3**(1), 72-86.
- Osborne, Roger y Witrock, Merlin. (1983). Learning science: A generative process. **Science Education**, **67**, 489-508
- Palmer, David (1999). Exploring the link between student's scientific and nonscientific conceptions. **Science Education**, **83**(6), 639-653.
- Pérez-Landazábal, María; Favieres, Ana; Manrique, María y Varela, Paloma. (1995). **La energía como núcleo en el diseño curricular de física**. Recuperado 3 de enero de 2010, de <http://ddd.uab.es/pub/edlc/02124521v13n1p55.pdf>

- Pozo, Juan (1996). Las ideas del alumnado sobre la ciencia: de dónde vienen, a donde van... y mientras tanto qué hacemos con ellas. **Alambique: Didáctica de las ciencias experimentales**, 7, 18-26
- Solomon, Joan. (1985). Teaching the conservation of energy. **Physics Education**, 20, 165-170.
- Varela, Paloma; Favieres, Ana; Manrique, María y Pérez-Landazabal, María. (1995). **¿Cómo construyen los estudiantes el concepto de "energía"? Una aproximación cualitativa.** Recuperado el 3 de enero de 2010, de <http://www.doredin.mec.es/documentos/00820073003870.pdf>