

07**Comprensión de los fenómenos físicos desde perspectivas amplias y enfoques semióticos en marcos dimensionales: caso energía mecánica**

Understanding physical phenomena from broad perspectives and semiotic approaches in dimensional frameworks: the case of mechanical energy

Edwin Mosquera Lozano*, Olga Castiblanco Abril**, Germán Londoño Villamil***.

* Universidad Tecnológica de Pereira, Colombia.

** Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia.

*** Universidad de Valencia, España.

Artículo Original/ Artículo científico

Correspondencia: Edwin Mosquera Lozano, Correo: yuyu@utp.edu.co

Editor: Mario Rojas Plaza, Universidad de Antofagasta, Chile.

Conflicto de Intereses: Los autores declaran no presentan conflictos de intereses.

Recibido: 09/01/21 Aceptado: 27/02/21 Publicado: 01/12/21

DOI: <https://doi.org/10.54802/r.v3.n2.2021.95>

PERSPECTIVAS AMPLIAS CON ENFOQUES SEMIÓTICOS PARA LA DIDÁCTICA DE LA FÍSICA

RESUMEN

Las ideas para este texto tienen su origen en los resultados parciales de un proyecto de investigación de tesis doctoral sobre el uso de perspectivas amplias en física y semióticas en la didáctica. El objetivo central es ayudar a los estudiantes de la media académica (15 a 16 años) a construir conocimientos sobre la energía mecánica desde una perspectiva amplia con un enfoque semiótico. Para ello, se propone un análisis teórico desde una perspectiva dimensional que contempla la dimensión disciplinar para comprender los aspectos históricos y epistemológicos sobre la energía mecánica, la dimensión socio cultural para entender la diversidad de las formas de aprendizaje de los estudiantes y la dimensión interaccional para implementar distintas herramientas y estrategias que favorezcan los procesos de comunicación en el aula. La actividad específica consiste en el análisis de los niveles de formación inicial en registros de representación semiótica sobre trabajo y energía y los niveles de comprensión sobre la energía mecánica en estudiantes de la media académica (15 a 16 años). Se analizan tres grupos de estudiantes (casos 1, 2 y 3) mediante la aplicación de un cuestionario con preguntas abiertas y cerradas. El análisis de los niveles de comprensión se realiza mediante la adaptación de la rúbrica SOLO¹¹ y los niveles de formación mediante un enfoque cuantitativo con frecuencias y porcentajes de aciertos. Según los resultados, los niveles de formación o alfabetización científica que alcanzan muchos estudiantes en registros semióticos sobre trabajo y energía se reflejan poco en sus niveles de comprensión amplia y profunda sobre la energía mecánica en situaciones reales.

Palabras clave: *comprension, dimensional, energia mecanica, registros semioticos*

¹Structure of the Observed Learning Outcome.

PERSPECTIVAS AMPLIAS CON ENFOQUES SEMIÓTICOS PARA LA DIDÁCTICA DE LA FÍSICA

ABSTRACT

The ideas for this text originate from the partial results of a doctoral thesis research project on the use of broad perspectives in physics and semiotics in didactics. The main objective is to help students of the academic average (15 to 16 years old) to build knowledge about mechanical energy from a broad perspective with a semiotic approach. For this purpose, a theoretical analysis is proposed from a dimensional perspective that contemplates the disciplinary dimension to understand the historical and epistemological aspects about mechanical energy, the socio-cultural dimension to understand the diversity of students' ways of learning and the interactional dimension to implement different tools and strategies that foster communication processes in the classroom. The specific activity consists of the analysis of the levels of initial training in semiotic records on work and energy and the levels of understanding about mechanical energy in students of the academic average (15 to 16 years old). Three groups of students (cases 1, 2 and 3) are analyzed by applying a questionnaire with open and closed questions. The analysis of the levels of understanding is carried out by adapting the SOLO 1 rubric and the training levels by means of a quantitative approach with frequencies and percentages of correct answers. According to the results, the levels of training or scientific literacy achieved by many students in semiotic registers on work and energy are poorly reflected in their levels of broad and deep understanding of mechanical energy in real situations.

Keywords: *comprehension, dimensional, mechanical energy, semiotic registers* ¶

PERSPECTIVAS AMPLIAS CON ENFOQUES SEMIÓTICOS PARA LA DIDÁCTICA DE LA FÍSICA

Este documento hace parte de una tesis doctoral en didáctica. Su propósito es presentar una alternativa para construir conocimientos a partir de perspectivas amplias en física con enfoques semióticos. Para esto, se parte de la importancia de la energía, definida como la capacidad que tienen los sistemas para interactuar y producir cambios internos y externos entre ellos; asimismo, de las dificultades en la comprensión histórica y epistemológica que encuentran muchos estudiantes y profesores en la comprensión de este concepto (Solbes & Tarín 2004; Taber, 2009; Pérez C & Carrasco, 2013; Zapata, 2016).

De acuerdo con Solbes et ál. (2007); Londoño et al. (2009); León & Londoño (2013); UDEA (2019) & Da Silva Faria (2019), existe poco interés por el aprendizaje de la física y en gran parte obedece a las relaciones y dificultades entre la física y las matemáticas.

Por lo anterior es necesario que se planteen soluciones en el aula desde perspectivas multidimensionales. Por ejemplo, Castiblanco A. & Nardi (2018), destacan la necesidad de educar el pensamiento del profesor en tres dimensiones que son: dimensión disciplinar (DD), en la cual el profesor aprende a reconocer su propio dominio de contenidos desde una perspectiva metacognitiva, la otra se llama dimensión sociocultural (DSC), en la cual se educa para comprender en profundidad lo que significa tratar contenidos científicos en contextos diversos y con personas diversas, y una tercera dimensión sobre la interacción en el aula (DI), por consiguiente se educa el profesor para reconocer y administrar el amplio potencial que tienen diversos recursos de apoyo en el enriquecimiento de la comunicación efectiva entre estudiantes y profesores. Desde estas tres dimensiones (DD, DSC y DI) se analizan las posibilidades para mejorar los procesos de construcción de conocimientos sobre energía mecánica en la educación media.

PERSPECTIVAS AMPLIAS CON ENFOQUES SEMIÓTICOS PARA LA DIDÁCTICA DE LA FÍSICA

Aspectos sobre la dimensión disciplinar

Desde este análisis es necesario que se aborde la energía mecánica a partir de perspectivas amplias (PA), es decir, teniendo en cuenta las fuentes de energía (FU), formas de energía (FO), trabajo mecánico (T), transferencia de energía (TA), transformación de energía (TN), degradación de energía (D) y conservación de la energía mecánica (C). Desde un análisis a partir de una PA se observan debilidades en la comprensión del principio de conservación de la energía. En cuanto a la transformación se observa mayor comprensión, pero sin integrar la degradación o asociando este fenómeno a la pérdida de energía. Los investigadores ratifican las dificultades que presentan los estudiantes en el manejo de unidades, gráficas y tablas.

En la energía potencial gravitacional los estudiantes dan mayor relevancia a la masa y no tanto a la altura. No se observa reflexión sobre el excesivo consumo de energía en la sociedad. Parafraseando algunos autores, se puede afirmar que la PA permite a los estudiantes familiarizarse con el conocimiento científico desde la secundaria y afrontar con mayores habilidades la vida universitaria (Solbes y Tarín, 1998 ; Tarín 2000; Pérez-Landazábal y Varela-Nieto, 2006; Jewett, 2008; Ramos y Llanos, 2017; Gray et al., 2019; Medina, 2019).

Aspectos sobre la dimensión sociocultural

Se propone prestar atención a la DSC para mejorar los procesos de divulgación y alfabetización científica en los registros semióticos en el aula. Desde aquí se intenta comprender los procesos de construcción de conocimientos de los estudiantes mediante el uso de representaciones externas (semióticas) y las interacciones con sus procesos de pensamiento

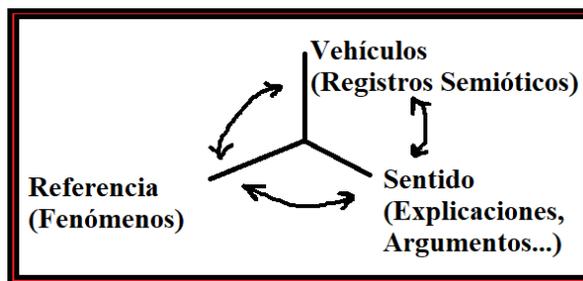
PERSPECTIVAS AMPLIAS CON ENFOQUES SEMIÓTICOS PARA LA DIDÁCTICA DE LA FÍSICA

(noesis). De esta manera se parte de los modelos semióticos triádicos o inferencialistas, porque permiten relacionar fenómenos físicos, modelos matemáticos y el sentido que le dan los estudiantes a partir de las explicaciones y argumentos (Castañares, 2002; O. Tamayo, 2006; Rosario, 2010; Pizarro M, 2014; Duval & Sáenz-Ludlow, 2016; Duval, 2017; Idoyaga, 2020; Mosquera L & Londoño V, 2021).

Como consecuencia de los enfoques inferencialistas, surge la idea de los registros semióticos triádicos (RST) para construir conocimientos a partir de un referente o fenómeno y la comprensión (sentido) que logran los estudiantes a partir del uso de los modelos matemáticos como registros semióticos (vehículos). La figura 1 ilustra un esquema general sobre los RST.

Figura 1

Registros semióticos triádicos.



Para ilustrar los fenómenos se utilizan registros semióticos icónicos (esquemas, imágenes, fotos y animaciones).

En el componente vehicular se utilizan registros semióticos gráficos (diagramas de cuerpo libre, sistemas cartesianos ortogonales) y simbólicos (ecuaciones, variables, unidades de medida).

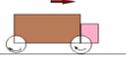
Para averiguar el sentido que dan los estudiantes a los fenómenos se utilizan registros

PERSPECTIVAS AMPLIAS CON ENFOQUES SEMIÓTICOS PARA LA DIDÁCTICA DE LA FÍSICA

semióticos verbales (escritos o hablados). La Figura 2 ilustra un ejemplo.

Figura 2

Pregunta elaborada con enfoque de los RST.

Organizar las columnas Objeto/ Fenómeno y Nombre		10
Objeto/ Fenómeno (Esquemas)	Ecuación o formula	Nombre (Interpretaciones)
		
		
		

Energía cinética, Energía potencial gravitacional, Energía potencial elástica; $E_C = \frac{m \cdot v^2}{2}$, $E_p = m \cdot g \cdot h$, $E_{px} = \frac{k \cdot x^2}{2}$

Esta situación sirve para evaluar el nivel de formación en registros semióticos sobre trabajo y energía y consiste en pedirle a los estudiantes que relacionen los registros icónicos, gráficos y simbólicos en torno al concepto respectivo.

Aspectos sobre los procesos de interacción en el aula

Desde aquí, se exigen contextos de “aprendizajes profundos (AP)”, definidos desde Tamayo (2014) quien se apoya en Sawyer. Los AP permiten a los estudiantes integrar nuevas ideas, conceptos y experiencias de manera interrelacionada; identificar patrones y principios fundamentales, evaluar ideas nuevas y relacionar sus conclusiones mediante procesos dialógicos que generan conocimientos; valorar la lógica de sus procesos argumentativos, además, reflexionar sobre su propia comprensión y sobre sus propios procesos de aprendizaje. Esto es posible mediante

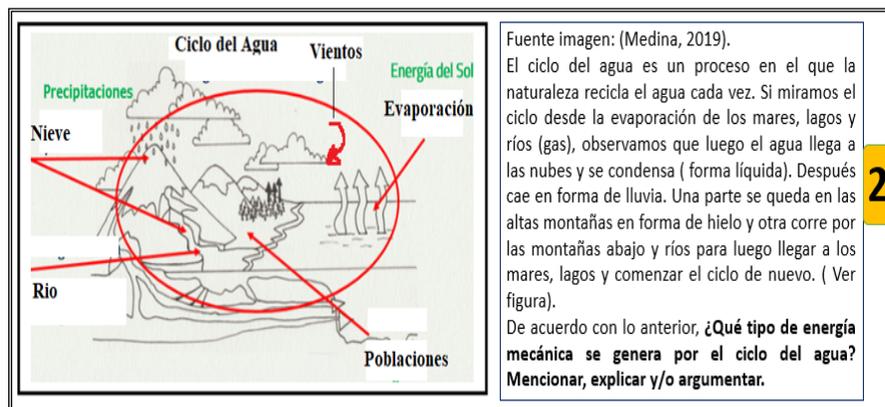
PERSPECTIVAS AMPLIAS CON ENFOQUES SEMIÓTICOS PARA LA DIDÁCTICA DE LA FÍSICA

el uso de: ideas anclaje, relación de ideas, transferencia de conocimientos, solución de problemas, procesos de argumentación, metacognición, reflexión del aprendizaje y usos correctos del lenguaje.

La Figura 3 muestra una manera de explorar estos aprendizajes.

Figura 3

Ejemplo de una pregunta del cuestionario aplicado.



Nota: Elaborada a partir de (Medina, 2019).

En la Figura 3, a partir de un esquema sobre el ciclo del agua en la atmosfera se exploran las habilidades que tiene los estudiantes para reconocer, explicar y argumentar sobre la existencia de distintas fuentes de energía mecánica en la naturaleza.

En este contexto se plantea la pregunta ¿De qué manera se puede ayudar a los estudiantes de la media académica (15 a 16 años) a construir conocimientos sobre la energía mecánica desde una perspectiva amplia y un enfoque semiótico?.

PERSPECTIVAS AMPLIAS CON ENFOQUES SEMIÓTICOS PARA LA DIDÁCTICA DE LA FÍSICA

MÉTODOS

A continuación, se ilustra el proceso de análisis de los conocimientos iniciales que se encuentran en tres grupos de estudiantes de la media académica a cerca de la energía mecánica por medio de la aplicación de una prueba piloto durante los meses de mayo, junio y julio de 2021. Desde un enfoque cualitativo con estudio de casos según Creswell (2012; 2013), se tienen tres situaciones así: El caso 1 (C1), es un grupo de estudiantes de pregrado (6 estudiantes) (Colombia); el caso 2 (C2), es un grupo de estudiantes de los grados 10° y 11° de un colegio de la ciudad de Bogotá (11 estudiantes); el caso 3 (C3), es un grupo de estudiantes de los grados 10° y 11° de un colegio privado de la ciudad de Dosquebradas (Colombia) (10 estudiantes).

La selección de la muestra es de tipo no probabilístico porque se trabaja con lo que ofrece la institución educativa donde se realiza la toma de datos, o con los candidatos que se logran contactar de manera virtual como es el caso C1. En el caso C3 se trabaja de manera presencial con todos los estudiantes de grado 11 (8 estudiantes) y 2 estudiantes de grado 10, dado que es una institución educativa privada con pocos aprendices. Con respecto a C2, se logra recolectar información inicial de 25 estudiantes. En este caso todo el proceso se hace de manera virtual y solo 11 de ellos completan las dos partes del cuestionario que se aplica.

La unidad de análisis son los niveles de formación en registros semióticos sobre trabajo y energía de cada caso y los niveles de comprensión sobre la energía mecánica. Las unidades de trabajo son los tres casos. La prueba piloto consiste en la aplicación de un cuestionario con preguntas de selección múltiple sobre los niveles de formación en registros semióticos sobre trabajo y energía (CU1) y los niveles de comprensión sobre la energía mecánica mediante preguntas

PERSPECTIVAS AMPLIAS CON ENFOQUES SEMIÓTICOS PARA LA DIDÁCTICA DE LA FÍSICA

abiertas (CU2). Los cuestionarios CU1 y CU2 no están validados previamente porque obedecen a una etapa inicial de construcción de una rejilla de observación con la cual se busca revisar tareas de los estudiantes en cualquier instante del proceso de investigación y no tan solo en uno o dos momentos.

Las temáticas que se analizan en los niveles de formación en registros semióticos sobre trabajo y energía se muestran a continuación (Tabla 1).

Tabla 1

Temáticas para analizar los niveles de formación en registros semióticos sobre trabajo y energía (CUI).

Preguntas	Descripciones
1	Variables y unidades del sistema internacional (espacio, tiempo, velocidad, aceleración y fuerza)
2	Diagrama de cuerpo libre: sólido en reposo en superficie horizontal (Fuerzas, desplazamiento de trabajo mecánico)
3	Cálculo del peso de un cuerpo dada la masa
4	Definición de Trabajo
5	Definición de Energía
6	Representaciones sobre trabajo mecánico
7	Reconocimiento vectorial de Trabajo Mecánico
8	Reconocimiento vectorial de Trabajo Mecánico
9	Relaciones triádicas entre fenómeno, ecuaciones y conceptos de energías cinética y potencial gravitacional a partir de una fuente hidráulica
10	Relaciones triádicas entre fenómeno, ecuaciones y conceptos de energías cinética, potencial gravitacional y elástica
11	Relaciones triádicas entre fenómeno, ecuaciones y conceptos de trabajo mecánico, potencia y eficiencia
12	Trabajo de fuerzas conservativas en una trayectoria cerrada
13	Fuerzas conservativas y no conservativas con ejemplos

PERSPECTIVAS AMPLIAS CON ENFOQUES SEMIÓTICOS PARA LA DIDÁCTICA DE LA FÍSICA

Las preguntas 7 y 8 obedecen a los mismos contenidos. Esto se hace por necesidades en la configuración del cuestionario.

Por otra parte, en el cuestionario CU2 se analizan 19 situaciones relacionadas con la energía mecánica. Estas se describen en la Tabla 2.

Tabla 2

Objetivos y preguntas para analizar los niveles de comprensión sobre la energía mecánica CU2.

Objetivos	Descripciones	Preguntas
O1	Conocer las ideas iniciales sobre el concepto de energía.	1
O2	Reconocer las habilidades que tienen los estudiantes para identificar y argumentar la presencia de formas de energía mecánica	2, 3, 4, 9, 10 y 14
O3	Reconocer las habilidades que tienen los estudiantes para aplicar el concepto de energía potencial elástica en el diseño de un dinamómetro	5
O4	Reconocer las habilidades que tienen los estudiantes para identificar distintas representaciones del concepto de trabajo mecánico	6
O5	Reconocer las habilidades que tienen los estudiantes para aplicar el modelo vectorial de trabajo mecánico en la comprensión de situaciones reales	7
O6	Reconocer las habilidades que tienen los estudiantes para relacionar distintos tipos de registros semióticos sobre las formas de energía mecánica	8
O7	Reconocer las habilidades que tienen los estudiantes para identificar y argumentar a cerca de procesos de transferencia, transformación, degradación y conservación de la energía mecánica	11, 12, 17 y 18
O8	Reconocer las habilidades que tienen los estudiantes para aplicar el principio de conservación de la energía y los procesos de degradación de la energía en la solución de problemas	13, 15 y 16
O9	Reconocer aspectos metacognitivos de los estudiantes a cerca de la prueba que se realiza	10 y 19

PERSPECTIVAS AMPLIAS CON ENFOQUES SEMIÓTICOS PARA LA DIDÁCTICA DE LA FÍSICA

El CU2 se analiza mediante una rúbrica que contiene los niveles de comprensión según los aportes de Park & Liu (2016) quienes se apoyan en Biggs & Tang (2007) cuando hacen referencia a la rúbrica SOLO (Tabla 3).

Tabla 3

Rúbrica para evaluar los niveles de comprensión

NIVELES	PUNTAJES (Ni)	DESCRIPCIONES
PRE-ESTRUCTURAL	0	Presenta una respuesta incorrecta frente al ítem o concepto consultado.
UNI-ESTRUCTURAL	1	Responde de manera correcta frente a un ítem o concepto consultado mostrando los conocimientos científicos básicos, pero, se basa en una sola idea sin explicar o argumentar la respuesta.
MULTI-ESTRUCTURAL	2	Responde de manera correcta frente a un ítem o concepto consultado mostrando los conocimientos científicos básicos, varias ideas y explicando o argumentando sobre su importancia o no, pero sin integrar las ideas como parte de conceptos, principios y teorías.
RELACIONAL	3	Responde de manera correcta frente a un ítem o concepto consultado mostrando los conocimientos científicos básicos, varias ideas, explicando o argumentando sobre su importancia o no, y, además, se integran las ideas como parte de conceptos, principios y teorías.

PERSPECTIVAS AMPLIAS CON ENFOQUES SEMIÓTICOS PARA LA DIDÁCTICA DE LA FÍSICA

Esta rúbrica se complementa con los componentes que se proponen para la PA en la energía mecánica que son: FU: fuentes, FO: formas, T: trabajo, TA: transferencia, TN: transformación, D: degradación y C: conservación, además, hace parte de una rejilla de observación que se valida en noviembre de 2021 durante las actividades de pasantía con el grupo de investigación del Dr. Ignacio Idoyaga de la Universidad de Buenos Aires Argentina.

RESULTADOS

Se ilustran los resultados sobre el análisis del CU2 a cerca de los niveles de comprensión que tienen los estudiantes sobre la energía mecánica (Tabla 4).

Estudiantes caso 1 (C1): EM-PRE-1²: *La prueba estuvo interesante. Algunas cosas me parecieron confusas*; EM-PRE-2: *La prueba fue sencilla. Se trató de cosas básicas*; EF-PRE-4: *Los cuadros deberían ser más largos*; EF-PRE-6: *La prueba estaba sencilla. El problema es el olvido con el paso del tiempo*.

Estudiantes caso 2 (C2): Con este caso no se recogieron observaciones de los estudiantes por dos razones: 1- la prueba se realizó en la plataforma Thatquiz³ y no se previó la pregunta y, 2- La mayor parte de los estudiantes realizaron la prueba de manera asincrónica y no se les pudo preguntar a través del WhatsApp.

² E (Estudiante); M (Masculino); F (Femenino), PRE (Pregrado); 1 (Estudiante No 1).

³ <https://www.thatquiz.org/es>

PERSPECTIVAS AMPLIAS CON ENFOQUES SEMIÓTICOS PARA LA DIDÁCTICA DE LA FÍSICA

Estudiantes caso 3 (C3): EM-LL-11-4⁴: *Todo muy claro, aunque algunas imágenes (18 y 11) hacen que uno fuerce la vista no dejan ver bien lo que se debe indicar; EM-LL-11-5: La prueba es algo compleja pero fácil de entender si se presta atención. En algunos casos se intenta enredar uno, pero la misma prueba lo saca de eso, es muy práctica; EM-LL-11-7: La prueba tiene muy buena dinámica. Se hace en un tiempo adecuado y es muy estricta; EM-LL-11-8: Muy buena ya que muestra el cómo pensamos abiertamente sobre estos temas, es decir, tenemos total libertad de escribir lo que pensamos; EF-LL-11-10: Un poco complicada. Si no tienen estas referencias, no vas a entender mucho debido a que habla de temas muy específicos.*

También se ilustra una síntesis de las observaciones que hicieron los estudiantes en cada caso (CU2, pregunta No 19):

Por otra parte, el análisis de los niveles de formación en registros semióticos sobre trabajo y energía mediante el cuestionario CU1, muestra un nivel de confiabilidad interna mediante el Coeficiente Alfa de Cronbach de 0,9 para el caso C1, para el caso C2 el valor es de 0,5 y para el caso C3 el valor es de 0,7. Por lo tanto, se concluye que el nivel de confiabilidad promedio es de 0,7 (Aceptable). A continuación, se muestran los resultados promedios por pregunta para cada caso (C1, C2 y C3) (Tabla 5).

Además de lo anterior, se obtiene una tabla de las frecuencias donde se relacionan los casos C1, C2 y C3 con sus niveles de comprensión N0, N1, N2 y N3 y los componentes amplios (FU, FO, T, TA, TN, D y C),

⁴ E (Estudiante); M (Masculino); F (Femenino), LL (Iniciales del nombre del colegio, I. E Rodolfo Llinás); 10 o 11 (Grados 10° u 11°), 5 (Estudiante No 5)

PERSPECTIVAS AMPLIAS CON ENFOQUES SEMIÓTICOS PARA LA DIDÁCTICA DE LA FÍSICA

Tabla 4

Síntesis sobre el análisis de los niveles de comprensión CU2.

Objetivos	Preguntas	C1, C2 y C3: Niveles de comprensión y componentes amplios observados: Según los resultados, la mayor parte de los estudiantes tienen un nivel de comprensión pre-estructural y uni-estructural, es decir, presentan una respuesta equivocada frente al ítem o muestran una sola idea al respecto. En los estudiantes de pregrado se encontró un cierto nivel de comprensión multi-estructural quizás como una suma de conocimientos y experiencias acumuladas.
O1	1	La mayor parte de los estudiantes asocian la energía cinética con movimiento y la energía potencial con reposo o quietud. La mayor parte de los estudiantes define la energía como la capacidad para realizar trabajo.
O2	2, 3, 4, 9, 10 y 14	Además, se observan falencias para identificar la energía mecánica con sus componentes en un mismo fenómeno ($E_m = E_c + E_p$). Por ejemplo, en un objeto que vuela, muchos estudiantes solo identifican la energía cinética o la potencial pero no ambas. Se observan falencias para diferenciar entre energía potencial gravitacional y elástica. Algunos estudiantes confunden los tipos de energía mecánica con sus fuentes. Por ejemplo, en algunos momentos equiparan energía hidráulica con cinética.
O3	5	Se observan debilidades para identificar los conceptos de la energía potencial elástica en una aplicación tecnológica.
O4	6	Algunos estudiantes tienen dificultades para identificar algunas representaciones semióticas de los modelos matemáticos sobre trabajo mecánico.
O5	7	Algunos estudiantes presentan dificultades para aplicar correctamente el modelo matemático vectorial de trabajo mecánico en la comprensión de fenómenos o situaciones reales. En la identificación de situaciones, donde se aplica trabajo a un cuerpo, muchos estudiantes afirman que esto sucede cuando la fuerza y el desplazamiento van en la misma dirección. Esta pregunta puede resultar un tanto ambigua porque se deben contemplar los otros ángulos entre fuerza y vector desplazamiento.
O6	8	Algunos estudiantes presentan dificultades para identificar algunos registros semióticos sobre la energía mecánica.
O7	11, 12, 17 y 18	En los tres casos (C1, C2 y C3), el componente de la perspectiva amplia que más sobre sale es la identificación de formas de energía y luego la transformación y la transferencia. En cuanto a la degradación, los estudiantes la asocian con pérdida, aparecer, desaparecer o disminución de la velocidad. Muchos estudiantes asocian conservación con permanecer con las mismas características físicas o con velocidad constante. También se observan debilidades para diferenciar entre procesos de transferencia y transformación.
O8	13, 15 y 16	Frente a la solución de problemas, los estudiantes suelen recurrir a las leyes de la dinámica de Newton y NO a la aplicación de principios como el de conservación de la energía. La representación sobre trabajo mecánico que menos reconocen los estudiantes es la fuerza versus desplazamiento (F vs X) en la energía potencial elástica.
O9	10 y 19	En el caso de la pregunta No 10 donde se muestra un grupo de jóvenes de “primera línea” ⁵ durante las confrontaciones en el paro en Colombia durante los meses de mayo y junio de 2021, ningún estudiante hizo una reflexión al respecto sin que esto signifique falta de conciencia ya que la pregunta que se realizó no inducía a tales reflexiones.

⁵ Movimientos de jóvenes que surgieron durante las actividades del paro de 2021 en Colombia: <https://cnnespanol.cnn.com/2021/07/05/que-es-la-primera-linea-de-las-protestas-en-colombia-y-que-es-lo-que-piden/>

PERSPECTIVAS AMPLIAS CON ENFOQUES SEMIÓTICOS PARA LA DIDÁCTICA DE LA FÍSICA

Tabla 5

Niveles de formación en registros semióticos sobre trabajo y energía.

Preguntas	Descripciones	Porcentajes de aciertos			
		C1	C2	C3	Promedio
2	<i>Diagrama de cuerpo libre-sólido en reposo en superficie horizontal (Fuerzas, desplazamiento de trabajo mecánico)</i>	74%	44%	80%	66%
8	<i>Reconocimiento vectorial de Trabajo Mecánico</i>	71%	73%	50%	65%
10	<i>Relaciones triádicas entre fenómeno, ecuaciones y conceptos de energías cinética, potencial gravitacional y elástica</i>	76%	38%	80%	65%
3	<i>Cálculo del peso de un cuerpo dada la masa</i>	57%	45%	90%	64%
4	<i>Definición de Trabajo</i>	57%	64%	70%	64%
1	<i>Variables y unidades del sistema internacional (espacio, tiempo, velocidad, aceleración y fuerza)</i>	49%	47%	75%	57%
7	<i>Reconocimiento vectorial de Trabajo Mecánico</i>	43%	64%	60%	55%
12	<i>Trabajo de fuerzas conservativas en una trayectoria cerrada</i>	43%	45%	70%	53%
13	<i>Fuerzas conservativas y no conservativas con ejemplos</i>	57%	36%	60%	51%
11	<i>Relaciones triádicas entre fenómeno, ecuaciones y conceptos de trabajo mecánico, potencia y eficiencia</i>	62%	18%	63%	48%
6	<i>Representaciones sobre trabajo mecánico</i>	43%	36%	40%	40%
9	<i>Relaciones triádicas entre fenómeno, ecuaciones y conceptos de energías cinética y potencial gravitacional a partir de una fuente hidráulica</i>	43%	18%	35%	32%
5	<i>Definición de Energía</i>	14%	36%	10%	20%

PERSPECTIVAS AMPLIAS CON ENFOQUES SEMIÓTICOS PARA LA DIDÁCTICA DE LA FÍSICA

Tabla 6

Relaciones de frecuencias de los casos C1, C2 y C3 con respecto a los niveles de comprensión y componentes amplios presentes en el análisis de las preguntas abiertas del cuestionario aplicado.

Niveles de comprensión	NIVELES	C1	C2	C3	Totales
	N0	52	66	43	161
N1	21	32	41	94	
N2	31	3	18	52	
Totales	104	101	102	307	
Componentes Amplios		C1	C2	C3	Totales
	FU	13	9	10	32
	FO	35	18	34	87
	T	10	2	8	20
	TA	8	2	8	18
	TN	6	4	6	16
	D	3	2	8	13
	C	2	1	1	4
	Totales	77	38	75	190

Nota: Se excluye la fila de los niveles de comprensión 3 (N3, relacional) porque todas las frecuencias están en cero, es decir, ningún estudiante mostró este nivel de comprensión en sus respuestas. Se hace un ajuste de la muestra a 6 estudiantes, eligiendo estos valores al azar para todos los casos C1, C2 y C3. Las frecuencias de C2 no presentaron variación porque se encontró que ya estaba configurada para 6 datos en uno de los componentes de la rejilla de observación.

Finalmente, se muestra la Tabla 7, donde se relacionan los niveles de comprensión (N0, N1, N2, N3) totales para muestras unificadas a 6 estudiantes (C1, C2 y C3) y los componentes amplios (FU, FO, T, TA, TN, D, C).

PERSPECTIVAS AMPLIAS CON ENFOQUES SEMIÓTICOS PARA LA DIDÁCTICA DE LA FÍSICA

Tabla 6

Relaciones de frecuencias totales entre niveles de comprensión y componentes amplios.

	FU	FO	T	TA	TN	D	C
N0							
N1	18	49	8	6	6	6	1
N2	14	36	10	9	9	6	3
N3							

Nota: No se presentaron frecuencias para N0 y N3 con relación a los componentes amplios.

DISCUSIÓN

Según los resultados, desde la **DD** es importante que los maestros en la media académica presten atención a la comprensión amplia de la energía mecánica en sus componentes de conservación y degradación. Esto se observa especialmente en la síntesis sobre el análisis de los niveles de comprensión en el cuestionario CU2, objetivo O7, preguntas 11, 12, 17 y 18. Al parecer, los estudiantes asocian conservación de la energía con permanecer con las mismas características o conservar la velocidad cuando se trata en realidad de estados en los niveles de energía (cinética, potencial o interna) de un sistema que puede sufrir cambios debido a procesos de transferencia de energía a través de sus fronteras o bordes, ocasionados por trabajo externo sobre el sistema, procesos de transferencia de calor, materia, radiación o electricidad. El entendimiento que se obtiene de este análisis es mayor cuando se observan los bajos porcentajes que presentan los casos C1, C2 y C3 en la comprensión del concepto de energía en la revisión de los niveles de formación en registros semióticos de trabajo y energía mediante la pregunta 5 de la Tabla 5.

PERSPECTIVAS AMPLIAS CON ENFOQUES SEMIÓTICOS PARA LA DIDÁCTICA DE LA FÍSICA

También es importante que los maestros presten atención especial a la comprensión de la energía potencial. Los resultados del análisis del objetivo O2 en las preguntas 2, 3, 4, 9, 10 y 14 reflejan las debilidades en este concepto cuando los estudiantes lo asocian, principalmente, a la masa y no tanto a la altura. Esto se debe, probablemente, a una falta de comprensión de la idea de sistema en el entendimiento de la energía.

La poca reflexión frente a los problemas sociales se reflejan en el análisis del objetivo O9 en las preguntas 10 y 11, donde los estudiantes NO escriben nada al respecto cuando se les muestra una “imagen o fotografía” sobre el conflicto social en su país al analizar enfrentamientos entre jóvenes manifestantes y las fuerzas policiales. Se aclara que la pregunta no se dirige específicamente a tal objetivo.

A partir de la **DSC**, se estudian las diferencias cuando se trabaja con diversidad de personas en contextos diversos. De esta manera, en la construcción del conocimientos se enfrentan las formas de pensar (noesis) y las representaciones establecidas (semióticas). Desde aquí se plantea la necesidad de realizar procesos de alfabetización científica en el uso de registros semióticos.

Sin embargo, a pesar de los valores significativos en formación de registros semióticos sobre energía mecánica, que se reflejan en términos de trabajo y energía en la media académica en los casos C1, C2 y C3, tabla 5, la mayoría de los estudiantes muestran niveles de comprensión bajo (pre-estructural) cuando intentan transferir estos conocimientos matemáticos en la explicación de fenómenos físicos.

Otros elementos donde se aprecia la diversidad de pensamientos son las opiniones que dan los estudiantes sobre los cuestionarios. Mientras algunos se sienten cómodos otros no. Algunos destacan sus aspectos prácticos o hablan sobre las dificultades en la interpretación de las imágenes que se seleccionan y otros hacen referencia a la especificidad de los conceptos que se utilizan.

PERSPECTIVAS AMPLIAS CON ENFOQUES SEMIÓTICOS PARA LA DIDÁCTICA DE LA FÍSICA

Todos estos elementos cuando se analizan desde la **DSC** deben contribuir para que el maestro construya en la **DD** al intentar hacer mejoras en los contenidos.

La **DI** se aborda mediante la búsqueda de aprendizajes profundos a partir de ejercicios de interrelación de ideas y argumentación. Esto permite conocer posibles relaciones entre algunos aspectos que se vinculan con los registros semióticos y la representación de las ideas. Por ejemplo, en la pregunta 1, del objetivo O1, en la síntesis sobre el análisis de los niveles de comprensión del CU2, se observa que los estudiantes asocian energía potencial a reposo o quietud, quizás, por el uso de representaciones estáticas que impiden a los estudiantes visualizar posibles cambios de la energía potencial de un cuerpo suspendido cuando este se encuentra en caída libre.

Esto puede ser un reflejo de posibles debilidades en la comprensión de los procesos de transformación de la energía potencial gravitacional en cinética. Asimismo, en el objetivo O2 (preguntas 2, 3, 4, 9, 10 y 14), donde se analiza el reconocimiento de distintas formas de energía, se ilustra que los estudiantes tienen dificultades en la comprensión de dos o más formas de energía mecánica cuando se hace el análisis de un fenómeno en un intervalo de tiempo.

Esta prueba piloto confirma los resultados de las investigaciones donde se ratifican las debilidades de los estudiantes para explicar el fenómeno de conservación de la energía; asimismo, los procesos de transferencia, transformación y degradación de la energía mecánica (Solbes y Tarín, 1998 ; Tarín 2000; Pérez-Landazábal y Varela-Nieto, 2006; Jewett, 2008; Ramos y Llanos, 2017; Gray et al., 2019; Medina, 2019).

Además, de acuerdo con los resultados de la tabla 6, se observa una relación de dependencia entre C1, C2 y C3, y los niveles de comprensión. El valor del estadístico mediante la prueba chi cuadrado para la tabla de frecuencias entre C1, C2 y C3 y los niveles de comprensión es χ^2 (34) y el valor crítico para $\alpha=0,05$ y 4 grados de libertad es χ^2 (9.49), lo que nos indica que se debe

PERSPECTIVAS AMPLIAS CON ENFOQUES SEMIÓTICOS PARA LA DIDÁCTICA DE LA FÍSICA

rechazar una posible hipótesis de independencia entre estas variables y se opte por establecer una relación de *dependencia*. Esto quiere decir, que se pueden encontrar diferencias entre los niveles de formación en conocimientos sobre la energía mecánica, dependiendo sí los estudiantes que se evalúan son de pregrado, si pertenecen a una institución en la media académica de carácter público o privado.

Sin embargo, entre C1, C2 y C3 y los componentes amplios se observa *independencia* entre estas variables. El valor calculado es χ^2 (7.29) y el valor crítico para $\alpha=0,05$ y 12 grados de libertad es χ^2 (21.03), lo que obliga a suponer independencia entre las variables.

Según los cálculos para la tabla 7, donde se relacionan los niveles de comprensión y los componentes amplios, se observa que el valor del estadístico mediante la prueba chi cuadrado χ^2 es igual 4,65 y el valor crítico para $\alpha=0,05$ y 6 grados de libertad es 12.6, por lo tanto, se deduce independencia entre las variables. Sin embargo, se evidencia que los estudiantes con un nivel de comprensión multi-estructural (N2), muestran mayores frecuencias en los componentes amplios de transferencia (TA), transformación (TN) y conservación (C).

Al analizar las diferencias estadísticas según la tabla 6, se hace un estudio entre los datos mediante la prueba t de student, usando el software InfoStat. Entre las frecuencias de C1 y C2 por medio de una prueba t con un nivel de significancia del 5% (0,05), el valor del p-valor es 0,62. Por lo tanto, teniendo en cuenta que $p\text{-valor} > 0,05$ se concluye que no existe una diferencia significativa entre las frecuencias. El análisis entre C1 y C3 arroja un p-valor de 0,96, y entre C2 y C3 p-valor es de 0,65. En resumen, no existen diferencias estadísticas significativas teniendo en cuenta todas las frecuencias (N0, N1, N2, N3, FU, FO, T, TA, TN, D, C) de C1, C2 y C3. Esto sirve como punto de referencia para iniciar un proceso de formación teniendo en cuenta que todos los estudiantes comienzan con niveles de formación y comprensión similares.

PERSPECTIVAS AMPLIAS CON ENFOQUES SEMIÓTICOS PARA LA DIDÁCTICA DE LA FÍSICA

Al unificar las muestras C2 y C3 a 6 estudiantes se obtiene un índice de validación interna para los instrumentos con alfa de Cronbach de 0,64 y 0,6 respectivamente, conservando valores dentro de la zona de aceptación.

A partir de estos resultados se ratifica la necesidad de configurar contextos de aprendizajes profundos a partir de perspectivas amplias que permitan a los estudiantes una mejor comprensión de los fenómenos como una posibilidad de desarrollar sensibilidad en los estudiantes frente a la realidad del problema energético que enfrenta el mundo.

CONCLUSIONES

La manera como se puede ayudar a los estudiantes de la media académica (15 a 16 años) a construir conocimiento sobre la energía mecánica desde una perspectiva amplia y un enfoque semiótico, puede ser desde perspectivas dimensionales donde el maestro aborda aspectos conceptuales (DD), socio-culturales (DSC) e interaccionales (DI). Desde la DD, se observa que la comprensión de la energía mecánica dentro de la didáctica de la física resulta compleja, principalmente, por sus relaciones con las matemáticas. Por otra parte, desde la DSC, se puede observar que los distintos casos C1, C2 y C3 coinciden en presentar niveles aceptables en el reconocimiento de algunos registros sobre trabajo y energía, sin embargo, muestran niveles de comprensión pre-estructural o uni-estructural, es decir, relación de conceptos con ideas incorrectas sobre la energía mecánica o una sola idea sin justificar. La DI, es quizás, el espacio o momento donde el maestro reconoce y evalúa los niveles de comprensión sobre la energía mecánica para hacer nuevos ajustes en la forma de estructurar los conceptos teniendo en cuenta la diversidad de

PERSPECTIVAS AMPLIAS CON ENFOQUES SEMIÓTICOS PARA LA DIDÁCTICA DE LA FÍSICA

personas y contextos formando así un ciclo infinito de mejora de su proceso didáctico.

Un aspecto que se destaca con relación a las diferencias entre los niveles de reconocimiento de registros semióticos entre los casos 2, institución educativa de carácter público, y el caso 3, institución de carácter privado. Los estudiantes de la institución privada muestran mayores niveles lo cual se debe interpretar como una preocupación por los altos niveles de pobreza que muestran las estadísticas a nivel nacional ⁶ y mundial⁷. Este aspecto hace compleja las diferencias sociales y culturales de los estudiantes que llegan a el aula, especialmente en las instituciones de carácter público.

En síntesis, la comprensión de la energía mecánica en estudiantes de la media es posible con la integración de herramientas semióticas y perspectivas amplias construyendo desde un marco dimensional que le permita al maestro generar un ciclo de mejora continua de tres momentos: lo disciplinar, lo socio-cultural e interaccional.

LIMITACIONES

La mayor dificultad radica en la aplicación de las pruebas de manera virtual porque se corre el riesgo de los problemas éticos por suplantación y, además, los obstáculos que tienen muchos estudiantes debido a la brecha digital. Sin embargo, se recibe de manera positiva la actividad por parte de los estudiantes voluntarios y sus profesores.

⁶ <https://www.semana.com/economia/macroeconomia/articulo/las-14-capitales-en-las-que-la-pobreza-y-la-desigualdad-aterran/202131/>

⁷ <https://www.cepal.org/es/comunicados/crecimiento-america-latina-caribe-2021-alcanzara-revertir-efectos-adversos-la-pandemia>

PERSPECTIVAS AMPLIAS CON ENFOQUES SEMIÓTICOS PARA LA DIDÁCTICA DE LA FÍSICA

Si se desea crear un grupo de whatsapp se recomienda hacerlo con acceso automático de tal manera que se pueda compartir el enlace a través de un formulario de Google. Con esto se optimiza el tiempo, pero se corre el riesgo de no tener certeza de la relación de nombres entre el formulario de Google y los integrantes del grupo de whatsapp.

Al parecer, en las pruebas presenciales de papel los estudiantes tienen mayor libertad de expresión por los espacios en blanco disponibles.

En la pregunta 3 del CU2 los estudiantes visualizan solo la energía cinética y NO la potencial en el punto A, porque esta se debe desplazar al borde de la represa (Anexo 1). En el punto B solo observan la energía potencial y NO la cinética. Según lo anterior, se ratifica el argumento de que los estudiantes tienen dificultades para visualizar la energía mecánica con sus componentes de manera simultánea en la observación de un fenómeno. Esta pregunta tiene un nivel de complejidad fuera de lo esperado y se deben hacer ajustes según las observaciones que hicieron los estudiantes.

El cuestionario CU2 (preguntas abiertas sobre la energía mecánica en contextos específicos) presenta mayores dificultades para los estudiantes. Por lo tanto, se requiere una revisión con las observaciones, sugerencias y bases teóricas para su futura implementación.

PERSPECTIVAS AMPLIAS CON ENFOQUES SEMIÓTICOS PARA LA DIDÁCTICA DE LA FÍSICA

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Castañares, W. (2002). Sign and representation in semiotic theories. *Estudios de Psicología*, 23(3), 339–357. <https://doi.org/10.1174/021093902762224425>
- Castiblanco A., O. L., & Nardi, R. (2018). What and how to teach didactics of physics? An approach from disciplinary, sociocultural, and interactional dimensions. *Journal of Science Education*, 19(1), 100–117.
- Creswell, J. (2012). *Educational Research : Planning, Conducting, and Evaluating Quantitative and Qualitative Research* (Pearson (ed.); Cuarta).
- Creswell, J. (2013). *Research Design. Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches- SAGE Publications*.
- Da Silva Faria, M. (2019). Dificuldade de Aprendizagem em Física à Luz da Teoria da Carga Cognitiva. In *Sustainability (Switzerland)* (Vol. 11, Issue 1). http://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/1091/RED2017-Eng-8ene.pdf?sequence=12&isAllowed=y%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.regsciurbeco.2008.06.005%0Ahttps://www.researchgate.net/publication/305320484_SISTEM_PEMBETUNGAN_TERPUSAT_STRATEGI_MELESTARI

PERSPECTIVAS AMPLIAS CON ENFOQUES SEMIÓTICOS PARA LA DIDÁCTICA DE LA FÍSICA

- Duval, R. (2017). Understanding the mathematical way of thinking - The registers of semiotic representations. In *Understanding the Mathematical Way of Thinking - The Registers of Semiotic Representations*. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-56910-9>
- Duval, R., & Sáenz-Ludlow, A. (2016). *Comprensión y Aprendizaje de las Matemáticas: Perspectivas Semióticas Seleccionadas* (D. I. en E. DIE (ed.)).
- Gray, K. E., Wittmann, M. C., Vokos, S., & Scherr, R. E. (2019). Drawings of energy: Evidence of the Next Generation Science Standards model of energy in diagrams. *Physical Review Physics Education Research*, 15(1), 10129. <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.15.010129>
- Idoyaga, I. (2020). Representaciones Visuales en la Educación en Física. Desafíos para la Alfabetización de la Mente Digital. In *V Encuentro Internacional de Matemáticas y Física; 10° Congreso Nacional de Enseñanza de La Física y La Astronomía*. <https://www.enmafi.com/ponencias>
- Jewett, J. W. (2008). Energy and the Confused Student IV: A Global Approach to Energy. *The Physics Teacher*, 46(4), 210–217. <https://doi.org/10.1119/1.2895670>
- León, A. P., & Londoño, G. (2013). Las actitudes positivas hacia el aprendizaje de las ciencias y el cuidado del ambiente. *Amazonia Investiga*, 2(3), 109–129. <https://www.amazoniainvestiga.info/index.php/amazonia/article/view/653>

PERSPECTIVAS AMPLIAS CON ENFOQUES SEMIÓTICOS PARA LA DIDÁCTICA DE LA FÍSICA

- Londoño, G., Solbes, J., & Guisasola, J. (2009). Aprovechamiento conceptual y actitudinal de las visitas a un parque temático. *Didáctica de Las Ciencias Experimentales y Sociales*, 92(23), 71–92. <https://doi.org/10.7203/dces..2407>
- Medina, N. (2019). “ El gran motor de agua ”. Diseño e implementación de una secuencia de enseñanza y aprendizaje sobre la conservación de la energía mecánica contextualizada en el ciclo del agua bajo un enfoque CTSA. *Revista de Innovación En Enseñanza de Las Ciencias. REINEC. Vol. 3, Núm. 1 (2019)*, 3(1), 26–53. <https://doi.org/10.5027/reinnec.V1.I1.53>
- Mosquera L, E., & Londoño V, G. (2021). Los Registros Semióticos Triádicos (RST) En Contextos Argumentativos Para La Comprensión De La Cinemática En Estudiantes De La Media (15 a 16 Años): Análisis De Casos Múltiples Triadic Semiotic Records (RST) In. *Miradas UTP*, 31–45. <https://doi.org/10.22517/25393812.24870>
- Park, M., & Liu, X. (2016). Assessing Understanding of the Energy Concept in Different Science Disciplines. *Science Education*, 100(3), 483–516. <https://doi.org/10.1002/sce.21211>
- Pérez-Landazábal, M. C., & Varela-Nieto, M. P. (2006). Una propuesta para desarrollar en el alumno de secundaria una visión unificada de la física a partir de la energía. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de Las Ciencias*, 3(2), 237–250. https://doi.org/10.25267/rev_eureka_ensen_divulg_cienc.2006.v3.i2.06

PERSPECTIVAS AMPLIAS CON ENFOQUES SEMIÓTICOS PARA LA DIDÁCTICA DE LA FÍSICA

- Pérez C, E., & Carrasco, N. (2013). Un estudio etimológico de las raíces de la energía. *Revista UIS Humanidades*. Vol. 41, No. 2. Julio - Diciembre de 2013, Pp. 13-33.
<https://revistas.uis.edu.co/index.php/revistahumanidades/article/view/4927/5045>
- Pizarro, D. A. (2014). Identificación de los factores que impiden la relación entre el objeto representado en clases de ciencias naturales y las representaciones externas en el grado décimo de la IETA Fernández Guerra. In *Universidad Nacional de Colombia*.
<https://core.ac.uk/download/pdf/77275898.pdf>
- Ramos, J. L., & Llanos, M. (2017). Cultura Energética desde la Escuela. In *Universidad del Norte*.
- Rosario, P. . (2010). *La Filosofía de Gottlob Frege*. 1–42. papers3://publication/uuid/9C2290B2-F3D1-4DA4-8DC2-969F0E24DAAD
- Solbes, J., Montserrat, R., & Furió, C. (2007). Desinterés del alumnado hacia el aprendizaje de la ciencia. *Didáctica de Las Ciencias Experimentales y Sociales*, 21, 91–117.
<https://doi.org/10.7203/dces..2428>
- Solbes, J., & Tarín, F. (1998). Algunas dificultades en torno a la conservación de la energía. *Enseñanza de Las Ciencias: Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*, 16(3), 387–398. <https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/21544>

PERSPECTIVAS AMPLIAS CON ENFOQUES SEMIÓTICOS PARA LA DIDÁCTICA DE LA FÍSICA

- Solbes, J., & Tarín, F. (2004). La conservación de la energía : Un principio de toda la física. Una propuesta y unos resultados. *Enseñanza de Las Ciencias*, 22(2), 185–194.
<http://ddd.uab.cat/record/1654>
- Taber, K. S. (2009). *Progressing science education: Constructing the scientific research programme into the contingent nature of learning science: Building the Protective Belt of the Progressive Research Programme* (Springer E.D (ed.)). https://doi.org/10.1007/978-90-481-2431-2_6
- Tamayo, O. (2006). Representaciones semióticas y evolución conceptual en la enseñanza de las ciencias y las matemáticas. *Revista Educación y Pedagogía*, 18(45), 39–49.
- Tamayo, O. E. (2014). Aprendizaje en profundidad. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, No. 2, Vol. 10, 7-10. Manizales: Universidad de Caldas, 10(2), 7–10.
- Tarín, F. (2000). *El principio de conservación de la energía y sus implicaciones didácticas*. Universidad de Antioquia UDEA. (2019). Admisión 2019-2. In *Journal of Chemical Information and Modeling* (Vol. 53, Issue 9).
- Zapata, J. (2016). Contexto en la enseñanza de las ciencias: análisis al contexto en la enseñanza de la física. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de Las Ciencias*. (Bogotá, Colombia), 11(2), 193.
<https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.gdla.2016.v11n2.a3>

PERSPECTIVAS AMPLIAS CON ENFOQUES SEMIÓTICOS PARA LA DIDÁCTICA DE LA FÍSICA



[Comprensión de los fenómenos físicos desde perspectivas amplias y enfoques semióticos en marcos dimensionales: caso energía mecánica](#) © 2021 by [Edwin Mosquera Lozano](#) is licensed

under [CC BY-NC-SA 4.0](#)