

**INVARIANTES OPERATORIOS SOBRE EL CONCEPTO DE ENERGÍA  
EN ESTUDIANTES DE GRADO DÉCIMO, UNA EXPLORACIÓN  
EN SITUACIONES PROBLEMA**

**ROSA YAMILE GALVIS CASTRO**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN  
UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA  
MEDELLÍN**

**2008**

**INVARIANTES OPERATORIOS SOBRE EL CONCEPTO DE ENERGÍA  
EN ESTUDIANTES DE GRADO DÉCIMO, UNA EXPLORACIÓN  
EN SITUACIONES PROBLEMA**

**ROSA YAMILE GALVIS CASTRO**

**Monografía para optar el título de Licenciada en Ciencias Naturales**

**Asesora**

**GLORIA MARÍA CARDONA CASTAÑO**

**Especialista en educación en ciencias experimentales**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN  
UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA  
MEDELLÍN**

**2008**

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco primero a Dios por darme esta oportunidad y a mi familia por su apoyo permanente y por comprender mis ausencias durante todo el proceso de mi preparación, al Alma Mater por acogerme en su recinto, a los docentes que de una u otra forma se hicieron presente durante toda la carrera, ya que con sus conocimientos me dieron valiosas contribuciones para crecer en mi formación profesional, en especial a la profesora Gloria María Cardona Castaño, quien con sus aportes hizo posible la construcción de este trabajo. También agradezco a mis amistades que fueron de gran apoyo en las horas difíciles y que con su granito de aliento contribuyeron para culminar esta etapa tan importante de mi vida.

## CONTENIDO

	pág
AGRADECIMIENTOS.....	3
RESUMEN.....	9
INTRODUCCIÓN.....	11
1. ANTECEDENTES.....	12
2. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	15
2.1 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN.....	16
3. OBJETIVOS.....	17
3.1 OBJETIVO GENERAL.....	17
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	17
4. MARCO TEÓRICO.....	18
4.1 TEORÍA DE LOS CAMPOS CONCEPTUALES.....	19
4.2 CONCEPTUALIZACIÓN ENERGÍA.....	25
5. METODOLOGÍA.....	32
5.1 TIPO DE ESTUDIO.....	32
5.1.1 Metodología.....	32
5.1.2 Participantes.....	33
5.1.3 Técnicas de recolección de información.....	33
5.1.4 Técnicas de análisis de datos.....	34
5.1.5 Criterios de credibilidad.....	34
6. DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DE LOS INSTRUMENTOS.....	36
6.1 ANÁLISIS DEL SEGUNDO INSTRUMENTO.....	42
6.2 ANÁLISIS DEL TERCER INSTRUMENTO.....	59
6.3 ANÁLISIS DEL CUARTO INSTRUMENTO.....	72
6.4 ANÁLISIS DEL CONVERSATORIO.....	81

CONCLUSIONES .....	91
RECOMENDACIONES .....	93
BIBLIOGRAFÍA.....	94
ANEXOS.....	98

## LISTA DE TABLAS

	pág
<b>Tabla 1.</b> Descripción y análisis del instrumento 1 .....	36
<b>Tabla 2.</b> Descripción y análisis del instrumento 2A.....	42
<b>Tabla 3.</b> Descripción y análisis del instrumento 2B .....	53
<b>Tabla 4.</b> Descripción y análisis del instrumento 3 parte A .....	59
<b>Tabla 5.</b> Descripción y análisis del instrumento 3 parte B .....	67
<b>Tabla 6.</b> Descripción y análisis del instrumento 4.....	72
<b>Tabla 7.</b> Análisis del conversatorio .....	81
<b>Tabla 8.</b> Teoremas y conceptos en acción general de todos los instrumentos .....	90

## LISTA DE FIGURAS

	pág
<b>Figura 1.</b> Relaciones de Conceptos .....	31

## LISTA DE ANEXOS

	pág
<b>Anexo 1.</b> Primer instrumento.....	98
<b>Anexo 2A.</b> Segundo instrumento 2A.....	101
<b>Anexo 2B.</b> Segundo instrumento 2B.....	103
<b>Anexo 3.</b> Tercer instrumento .....	105
<b>Anexo 4.</b> Cuarto instrumento.....	107
<b>Anexo 5.</b> Fotografías.....	110

## RESUMEN

**AUTORA:** Rosa Yamile Galvis Castro.

**TITULO:** “Invariantes operatorios sobre el concepto de energía en estudiantes de grado décimo, una exploración en situaciones problema”.

**PALABRAS CLAVE:** Energía, campos conceptuales, invariantes operatorios.

**SINTESIS:** El siguiente trabajo se enmarca dentro de la investigación cualitativa, con una metodología exploratoria, realizada en la Institución Educativa Normal Superior de Envigado, con un grupo de 44 estudiantes de décimo grado, a los cuales se le dieron diversas situaciones problemas para explorar los invariantes operatorios que activan para dar cuenta del significado que poseen referente al concepto de energía.

El análisis realizado a los instrumentos implementados deja ver que los conceptos y teoremas en acción evocados por los participantes corresponden a un conocimiento común alejado de un significado científico, a pesar de que utilizan términos científicos propios de este campo, como son; Energía cinética, energía potencial, energía mecánica, transformación, entre otros. También muestra la utilización indiscriminada que hacen de otras áreas del saber como la Biología o la Geometría para enfrentarse a las situaciones planteadas.

En conclusión esta investigación permite decir que dada la importancia que tiene el concepto de energía en todos los campos conceptuales de la física; en su aprendizaje y enseñanza se deben de tener en cuenta algunos criterios como:

Indagar los invariantes operatorios evocados por los estudiantes, dado que permite conocer los esquemas que subyacen en la estructura cognitiva del sujeto. Abordar este concepto articulado con otros conceptos como lo sugiere la teoría de los campos conceptuales y no de manera aislada.

## INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación busca mostrar la importancia de explorar los invariantes operatorios que tienen los estudiantes para resolver situaciones problemas en el campo de la física, específicamente en el concepto de energía, ya que las exigencias curriculares estipulan que los estudiantes deben alcanzar un nivel de pensamiento de acción acorde a los conceptos científicos desde lo real, buscando mejorar la calidad de la educación en nuestro país.

A la vez que se propone analizar esos invariantes operatorios evocados por los estudiantes para conocer la interpretación y la conceptualización que tienen de lo que encierra el concepto de energía, con el propósito de encontrar las causas por las cuales persisten las dificultades.

De igual manera se propone en este trabajo que se propicie una reflexión en el proceso de interacción de los conceptos ya establecidos en la estructura cognitiva de los sujetos sobre lo que es energía a partir de rupturas y filiaciones, buscando facilitar su construcción científica.

Por lo anterior se justifica esta investigación en aras de mejorar las funciones del docente en el aula y contribuir de alguna manera con la solución de dichas dificultades, además se propone el uso de la teoría de los campos conceptuales Gerard Vergnaud 1994, porque es una teoría que permite estas rupturas, filiaciones anteriormente dichas además de abordar el este concepto en relación con otros (conceptos) para lograr una adecuada comprensión y evitar reducir el concepto a simples enunciados, aislados y ambiguos, como se ha venido estructurando tradicionalmente.

## 1. ANTECEDENTES

Las investigaciones realizadas con respecto a la enseñanza y aprendizaje del concepto de energía, se agrupan en dos líneas; en la primera, se encuentran las investigaciones que indagan por las dificultades que tienen los estudiantes para comprender dicho concepto y su principio de conservación. Estas dificultades son: confunden trabajo con esfuerzo (Driver y Warrington, 1985 citado por Solbes y Tarín, 2004), le asignan un carácter material a la energía (Diut 1987, Solomon 1985 citado por Solbes y Tarín 1998), considerar la energía como algo que los capacita para realizar una acción, creer que se hace concreta en la actividad explícita de un objeto, la energía la energía como algo material, (López de Almeida y Ferreira, 2004); consideran que la energía puede gastarse (Kesidou y Diut, 1993 citado por Solbes y Tarín, 1998); confunden las formas de energía con sus fuentes (Carr y Kirkwood, 1998, Solomon, 1985 Citados por Solbes y Tarín, (1998); no activan los esquemas de transformación, conservación, transferencia y degradación de la energía (Diut, 1981, 1984 citado por Solbes y Tarín 1998).

Estas dificultades son producto de razonamientos de sentido común, las cuales según Solbes y Tarín (2004), son los principales obstáculos para la comprensión del concepto de energía y de sus cuatro características fundamentales (transformación, conservación, transferencia y degradación). Aloma y Malaver (2007), consideran que el concepto de energía trae una gama de dificultades debido al tratamiento que le dan en los libros de textos, por utilizar frases donde se confunden el calor con una forma de energía o es definido como energía que se transfiere. Otro estudio que se enmarca dentro de esta misma línea es el realizado por Llancaqueo, Caballero y Alonqueo (2007), en él se indagó por los conocimientos previos y se estableció que las dificultades que presentan los estudiantes para la comprensión de significados científicos esta dada en las

mismas situaciones a que se enfrenta, además y se caracterizó y describió los niveles de comprensión que poseen los estudiantes de esos significados de los conceptos, fuerza, ondas, masa, energía y su conservación entre otros, a la vez se identificaron disposiciones de aprendizaje en estudiantes de nivel universitario. Uno de los resultados a los cuales llegaron es que los niveles de comprensión conceptual que poseen los estudiantes sobre el concepto de energía, son muy bajos al igual que hay muy poca discriminación de significados.

En la segunda línea se ubican las que describen, que la física, es un área del saber, la cual permite crear situaciones reales en el aula de clase para favorecer la introducción de conceptos y por ende su comprensión, de ahí que se plantean estrategias de introducción conceptual, que parten del reconocimiento de las dificultades que tienen los estudiantes para la comprensión del concepto de energía y sus cuatro características citadas anteriormente.

Dentro de estas propuestas se encuentra la realizada por: Castro, Mejía y Meneses (2002), quienes basados en un enfoque de sistemas e interacciones conceptuales, proponen un material considerado potencialmente significativo para la enseñanza y el aprendizaje del concepto de energía enmarcado dentro de la mecánica. Hiérrazuelo y Molina (1990), Pérez Landazábal (1995), plantean la introducción del concepto de energía como núcleo articulador de la física. López Almeida y Ferreira proponen estrategia para la enseñanza aprendizaje del concepto de energía. Ayala, Malagón y Guerrero (1998) plantean la introducción del concepto de energía a partir de su historia, sin recurrir al concepto de trabajo, estos autores plantean esta propuesta porque consideran, que el análisis de las problemáticas que le dieron origen al concepto de energía permite la contextualización desde la mirada de Bernolli y Leibniz.

Como se puede observar, los estudios realizados sobre el concepto de energía en el contexto educativo van desde la identificación de conocimientos previos hasta el diseño de propuestas pedagógicas para su enseñanza no haciéndose evidente en el rastreo realizado investigaciones que enmarquen el estudio del concepto de energía dentro de la teoría de los campos Conceptuales a nivel de la enseñanza básica primaria y básica secundaria; siendo muy probable que el motivo por el cual no se registra este tipo de estudio es la reciente acogida que presenta esta teoría, en la enseñanza y aprendizaje de las Ciencias Naturales.

## 2. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

El concepto de energía, es uno de los conceptos que más relación posee con casi todos los contenidos de la física, de ahí que se considere un concepto unificador, de vital importancia Solbes y Tarín (2004).

Numerosas investigaciones en un comienzo se preocuparon por indagar las dificultades presentes en estudiantes y docentes para la comprensión del concepto de energía y sus procesos de transformación, conservación transferencia y degradación. Dentro de este tipo de estudio, se encuentran los realizados por Driver y Warrington (1985), Diut (1981, 1987, 1984), Solomon (1985), Kesidou y Diut (1993), Carr y Kirkwood (1998), Solomon (1985) Citados por Solbes y Tarín (2004); López de Almeida y Ferreira (2004); Castro, Mejía y Meneses (2002); Llancaqueo, Caballero y Alonqueo (2007).

Estos trabajos de investigación mostraron que generalmente los estudiantes comprenden el concepto de energía desde su sentido común, además concluyeron que esta concepción de lo que es energía, arraiga obstáculos cognitivos en el individuo que dificultan su adecuada conceptualización. En los docentes se hace alusión a la forma tradicional de introducir el concepto de energía limitándose a repetir lo que está escrito en los textos escolares de Ciencias Naturales, que en la mayoría de las veces, están poco actualizados a nivel conceptual y no presentan estrategias pertinentes para su enseñanza.

Los resultados obtenidos muestran la problemática real del concepto de energía a la hora de su enseñanza aprendizaje. Problemática que posiblemente es causada por los esquemas mentales que un individuo construye a partir de la interacción

Con su mundo cotidiano y que son evocados a la hora de enfrentar situaciones de aprendizaje en el aula.

La palabra esquema se entiende como los constructos existente en la memoria a largo plazo de un individuo y son, a los que él recurre, para dar explicaciones a una determinada situación, se caracterizan por estar formados por teoremas y conceptos en acción, que conforman los invariantes operatorios. Conocer los conceptos y teoremas en acción desde la teoría de los campos conceptuales, propuesta por Gerard Vergnaud es importante porque permite comprender como operan los sujetos frente a situaciones o problemas, que poseen un alto grado de dificultad cognitiva, por tal motivo este estudio tiene en cuenta los conceptos y teoremas en acción (invariantes operatorios) que son utilizados por los estudiantes para darle solución a situaciones que suponen una acción bien sea procedimental o declarativa a través del cual se activan los esquemas que poseen sobre la energía. Por todo lo anterior es pertinente plantear la siguiente pregunta de investigación en aras de fundamentar el aprendizaje de las Ciencias Naturales

## **2.1 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN**

¿Qué invariantes operatorios presentan los estudiantes del grado décimo de la Institución Educativa Normal Superior de Envigado, para enfrentar situaciones problema relacionadas con el concepto de energía, que pueden ser indicadores de su proceso de conceptualización?

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1 OBJETIVO GENERAL**

Indagar los invariantes operatorios que utilizan los estudiantes de grado décimo de la Institución Educativa Normal Superior de Envigado, para enfrentar situaciones problema acerca del concepto de energía, como posibles indicadores de su proceso de conceptualización.

#### **3 2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Implementar situaciones problema sobre el concepto de energía, que permitan evidenciar los invariantes operatorios evocados por los participantes de este estudio.

Describir los invariantes operatorios presentes en la estructura cognitiva de los estudiantes desde la perspectiva de la teoría de Campos Conceptuales.

#### 4. MARCO TEÓRICO

En las últimas 5 décadas han surgido diversas teorías cognitivas; dentro de éstas se encuentran, la teoría de Aprendizaje Significativo (Ausubel 1978), la teoría de los Modelos Mentales (Johnson – Lair 1983), la teoría de los Campos Conceptuales (Gérard Vergnaud, 1994), entre otras. Teorías que han permitido la familiarización con diferentes enunciados teóricos en relación con el aprendizaje, ya que en ellas se muestra la preocupación no solo por el como se enseña, sino por el cómo se da el proceso de afianzamiento del conocimiento dentro de la estructura cognitiva del sujeto en acción.

Esta última teoría ha sido acogida por autores como Moreira (2002), Llancaqueo (2003, 2007), Barrantes (2006), para proporcionar explicaciones de algunos contenidos y alcanzar a comprender la parte compleja o interna que se da en la estructura mental de cada sujeto.

Dentro de la teoría de los campos Conceptuales es de resaltar que inicialmente fue implementada en las matemáticas y en la física, con sugerencias a la extrapolación a áreas como la biología, la química, entre otras; Rodríguez y Moreira (2002), con la finalidad de lograr un aprendizaje conceptual que sea propio de cada rama, mediante la presentación de información conceptual y representacional a los estudiantes, que le ayude a favorecer la construcción y reflexión del contenido teórico presentado; es una teoría que se puede utilizar para analizar como se organizan las ideas, como están interconectadas y cómo genera conceptualización y representación a través del tiempo, razón por la cual es utilizada por los investigadores citados en el párrafo anterior.

Teniendo en cuenta lo anterior expuesto, el presente trabajo de investigación propone la utilización de la teoría de los campos conceptuales de Gerard Vergnaud en un sentido amplio, dado que se pueden implementar diversas situaciones que permiten activar los esquemas registrados en los estudiantes para el concepto de energía, los cuales posteriormente serán analizados utilizando los supuestos teóricos de esta teoría que a continuación se describen.

#### **4.1 TEORÍA DE LOS CAMPOS CONCEPTUALES**

La teoría de los Campos Conceptuales cuyo principal exponentes es Gérard Vergnaud, director del Centro Nacional de Investigación Científica (CNRS) de Francia, retoma el concepto de esquema propuesto por Piaget, además de algunos aportes de Vygotski, para ser llevados al aula de clase.

Es de notar el reconocimiento que le da Vergnaud al trabajo realizado por Piaget, al expresar que este último hizo un trabajo de grandes dimensiones para la educación, a pesar de que su conceptualización de esquema no fue llevada al aula de clase como si lo propone el autor de esta teoría. Además le reconoce a Vigotsky los aportes tomados de su trabajo, donde se fundamenta la importancia a la interacción social, al lenguaje y a la simbolización, que son otro tipo de representación en el progresivo dominio de un campo conceptual marcado por los estudiantes.

El principal pilar o eje de la teoría de Vergnaud cuyo enunciado es que el conocimiento se encuentra organizado en campos conceptuales, que se dan paulatinamente a través del tiempo, por lo tanto la enseñanza de los conceptos no pueden ser llevados al aula en forma precisa y explícita, es decir como meras definiciones o recetas, dado que un concepto no se aprende aisladamente de

otros y su conceptualización se debe hacer desde lo real, ya que permite localizar y estudiar filiaciones y rupturas entre el conocimiento.

Textualmente Vergnaud define un campo conceptual como.

*“(...) un conjunto informal y heterogéneo de problemas, situaciones, conceptos, relaciones, estructuras, contenidos y operaciones de pensamiento conectadas unas con otras y susceptibles de ser entrelazadas durante el proceso de adquisición (...)” Vergnaud, 1982:40 citado por caballero (2005)*

Esta teoría se caracteriza por su complejidad, pues abarca la necesidad de contener una perspectiva conceptual, actitudinal y procedimental, donde se da la aplicación y desarrollo de situaciones, que pueden ser progresivamente controladas en su grado de complejidad, tanto de los conceptos como de los teoremas necesarios para operar eficazmente en esas situaciones, y de las palabras y símbolos que pueden representar esos conceptos y operaciones para los estudiantes, dependiendo de sus niveles cognitivos en particular.

Es importante tener presente que Vergnaud (1994), se refiere a situación como eventos y ocasiones complejas de la realidad externa o interna de un individuo que suponen acción ya sea procedimental o declarativa durante la cual se activan esquemas, es decir se adquiere una forma invariante de darle solución a situaciones o problemas similares.

Se podría señalar que estas situaciones pueden ser de tipo cotidiano que permita la representación de lo real, encaminado al acercamiento científico. Donde las situaciones deben presentar una secuencia, o sea comenzar por lo más simple hasta llegar a lo más complejo que se llevará a cabo durante un largo periodo.

Vergnaud (1996), considera que una sola situación no es eficaz para crear inconformidad cognitiva, que permita comprender la conceptualización y accionar de todos los esquemas a utilizar para solucionarla, él considera pertinente utilizar una gama de situaciones, ya que accionan varios esquemas y posibilita que los conceptos propuestos pueden llegar a ser significativos, además considera, que en las situaciones se debe tener en cuenta, la variedad y la historia, dado que son las encargadas de dar sentido a los conceptos y procedimientos que queremos que aprendan.

Esta teoría considera que los conocimientos que adquiere un sujeto son formados por las diferentes situaciones que enfrenta durante el transcurso de su vida, siendo así como se logra lo que Vergnaud llama “*un progresivo dominio*”.

Teniendo en cuenta lo expuesto hasta ahora sobre la teoría de los campos conceptuales, poco se ha dicho cómo son considerados los conceptos por Vergnaud, razón por la cual se dará paso a hablar sobre estos.

Desde esta teoría el término de concepto es visto como un triplete: Situación, Invariantes y Representación (S, I, R) los cuales son encadenados unos con otros de la siguiente forma (S.) Están interconectadas con los invariantes operatorios (I. O.) y con la (R), (I O) y con (S) y con (R.) y por último (R.) con (S.) y con (I.O.), estos son definidos de la siguiente manera:

*S. se refiere a las situaciones que sirven para dar el sentido a los conceptos (referente)*

*I son los invariantes con los cuales opera un sujeto para analizar o dar respuesta a la situación (Significado)*

*R son las representaciones, bien sea, de carácter simbólico o representacional que utiliza el sujeto para representar esos invariantes (Significante) Greca y Moreira (2002).*

Vergnaud (1996), llama esquema a los constructos cognitivos organizados en la estructura cognitiva del individuo, a los cuales recurre para darle respuesta a determinada situación a la que se enfrenta. Según él, es en los esquemas donde se debe entrar a investigar y confrontar los conocimientos en acción utilizados por el sujeto, pues estos permiten que las respuestas sean operatorios o no (Vergnaud, 1990 citado por Barrantes, 2006)

Como se esbozó anteriormente el término de esquema fue establecido por Piaget, y Vergnaud lo retoma ampliando su significado, a la vez que le atribuye la cualidad generadora de acciones, por otro lado es un termino que contiene algunas reglas no rígidas o cuadrículadas ya que la secuencias de las acciones depende de los parámetros de la situación (Vergnaud 1994). Los esquemas se caracterizan por ser globales y propios para resolver una gran cantidad de situaciones, incitadoras de una serie de acciones e informaciones, aquí el comportamiento, no es el invariante, pero sí la organización del comportamiento. Los esquemas en este sentido para Vergnaud requieren de unos elementos a saber:

**“Metas y anticipaciones”** ya que los esquemas se remiten directamente a las situaciones. En esas situaciones se pueden identificar la finalidad con la cual fueron elaboradas y los objetivos a los cuales se quieren llegar.

**“Reglas de acción del tipo “si...entonces”** son las que propician la construcción de los esquemas permitiendo la prolongación de una serie de acciones del sujeto, es decir son reglas, que facilitan la formación de proposiciones y revisión de los resultados de esas acciones.

**Invariantes operatorios:** constituidos por los teoremas y conceptos en acción, estos son los que permite que el sujeto identifique los mecanismos pertinentes que los hacen operatorios, es decir, los conocimientos que trae este en su cognición y pone en acción bien sea explícitamente o tácitamente que favorezca la obtención de sus enunciados, con el fin de inferir las metas y reglas de acción.

**Posibilidades de inferencia** (o razonamientos). Permiten “calcular”, “aquí y ahora”, en estas se ponen en juego las reglas de acción, metas y anticipaciones y los invariantes operatorios, donde se requiere de una conjetura para el aquí y el ahora en determinada situación a resolver.

Según Vergnaud (1994), los esquemas se remiten necesariamente a situaciones o clase de situaciones, las cuales clasifica como:

**La primera** clase, son las situaciones, en las que el sujeto dispone de una gama de conocimientos en su estructura cognitiva, para dar respuesta o tratamiento en determinado momento a una situación mediante una confrontación con los esquemas mentales. **La segunda** clase de situaciones, es en las que el sujeto no dispone de todos los elementos necesaria para dar respuesta a una determinada situación; debido a que no posee esos elementos, debe recurrir a la indagación interna pero con resultados infructuosos ya que no encuentra nada que de cuenta de la respuesta para enfrentar esa situación, procediendo a esbozar posibles objeciones producto de reflexiones y comparaciones, pero que en resumidas cuentas no consigue las proposiciones o enunciados pertinentes, para dar una solución.

En las dos situaciones descritas hay una gran diferencia, en la primera casi inmediatamente se produce la respuestas porque el individuo tienen disponibles un esquema o recurso cognitivo que da cuenta de la respuesta de esa situación, en el segundo caso, es totalmente contrario, el sujeto no tiene recursos cognitivos

y por ello debe recurrir a diversos esquemas para tratar de acomodarlos a esa respuesta, pero muchas veces esos recursos cognitivos no son los pertinentes para dar cuenta de esa situación conduciendo a la persona al fracaso, pues no encontró como enfrentar la situación de modo correcto.

Retomando el concepto de esquema se dice que este, proporciona un vínculo indispensable entre la conducta y la representación. La relación entre situaciones y esquemas es la fuente primaria de la representación y por lo tanto de la conceptualización (Vergnaud, 1998 citado por Stipcich y otros).

Los esquemas son los encargados de la remisión a los invariantes operatorios y estos hacen la coyuntura entre teoría y práctica, pues la percepción, la búsqueda y la selección de información se basa en:

Los *conceptos-en-acción* disponibles para el sujeto. Y en los teoremas-en-acción.

Para el autor las expresiones concepto-en-acción y teorema-en-acción designan los conocimientos contenidos en los esquemas, los cuales son también designados, por Vergnaud, por la expresión más abarcativo de invariantes operatorios. Los ***Teorema-en-acción*** son entendidos **como** proposición que permiten hacer inferencias, las cuales adquieren un valor de verdad o falsedad; y los **concepto-en-acción** son entendidos como una categoría de pensamiento, que posee información relevante o pertinente para dar cuenta de una situación.

Dado todos los postulados anteriores se puede ver que esta teoría se encuentra fundamentada en una serie de elementos que la hace apropiada para ser aplicada en la enseñanza de las Ciencias.

## 4.2 CONCEPTUALIZACIÓN ENERGÍA

El hombre desde tiempos remotos se ha cuestionado sobre el fenómeno físico de la energía, y empezó a darse respuesta desde, su sentido común o cotidiano, hasta llegar a formular teorías que han sido aprobadas por la comunidad científica. Dentro de las respuestas que se elaboraron a partir del sentido común, se encuentra las ideas desarrolladas por Aristóteles, este enunció el concepto de energía a partir del movimiento, basado en el principio de causalidad, **causa material:** (de qué esta hecha), **causa formal:** (con qué forma o modelo fue hecho), **causa eficiente:** (cuál es su razón de ser) **y causa final:** la finalidad (con qué fue creado). Años más tarde, Descartes expone por primera vez un principio, que prepara la llegada de la formulación del concepto de la vis viva o energía, este se da desde el punto de vista físico y su conservación. (Sepúlveda, A. 1995).

Luego Newton trabaja el concepto de energía desarrollado en un marco matemático y experimental, respaldado por el método científico. Él definió el concepto de energía como la capacidad de realizar trabajo, desde el punto de vista de trabajo físico (Sepúlveda, A. 1995), Actualmente se entiende el concepto de energía como una magnitud física, según autores como Aloma y Malaver (2007), proponen una definición opcional del concepto de energía como resultado de los estudios realizados “propiedad o magnitud física que puede transformarse y que interviene en los procesos de cambio de estados”.

Algo importante a tener en cuenta de la energía es que no depende del tiempo es decir, la cantidad de energía que posee un sistema, no se ve afectada por el transcurso del tiempo, no queriendo decir con esto, que no se den transformaciones al interior del sistema. Para comprender la idea anterior imaginemos un grupo de personas cada una con determinada cantidad de dinero que se reúnen para un juego de cartas, donde hay una apuesta de dinero, con el transcurso del tiempo la cantidad de dinero (energía) permanece constante a

pesar de que haya habido redistribución del dinero este fenómeno se da, si no se recibe nada de ninguna fuente externa (Feynman, 1971).

La energía se concibe de dos formas: la macroscópica y la microscópica como la de los átomos, moléculas y partículas, que componen la estructura de la materia, siendo la energía microscópica el resultado de las interacciones de las partículas atómicas.

La energía mecánica macroscópica en un sistema, puede ser la potencial y la cinética, la energía potencial esta relacionada con la posición, por ejemplo: si tenemos un vaso con masa  $m$ , a una altura  $h$  con respecto a la tierra estamos hablando de energía potencial gravitatorio cuya fórmula es  $E=mgh$  donde  $m$  es la masa,  $g$  la aceleración, y  $h$  la altura. Ahora, si se mira un resorte estirado en determinada longitud, la deformación de éste con respecto a su longitud original ha causado una acumulación de energía potencial elástica, debido a la separación de las moléculas con respecto a su separación inicial, aquí podríamos hablar que posee una energía potencial elástica, cuya expresión matemática es  $E=1/2kx^2$  donde  $k$  es la constante elástica de resorte y  $x$  la deformación que ha sufrido éste. La energía potencial se caracteriza por ser almacenable, por ser ordenada, porque en ella se dan interacciones del cuerpo con el medio y además al adicionarse con la energía cinética, da como resultado la energía mecánica.

La energía cinética, según Feynman la explica con el ejemplo del péndulo donde este una vez en posición se suelta su masa yendo de un lado a otro, convirtiendo la energía potencial gravitatoria en energía cinética, con este movimiento el péndulo sube cierta altura, el péndulo tiene energía potencial gravitatoria con respecto a su posición, a medida que oscila de un extremo al otro el movimiento va perdiendo altura es decir la energía de posición se transforma en energía cinética.

Teniendo en cuenta como se presente la energía en el medio físico, hay varias clases de ésta, a saber: Energía química, energía eléctrica, energía térmica o calórica, energía nuclear, energía electromagnética, energía mecánica, energía eólica, energía solar, energía másica y sus respectivas fuentes, entendiéndose por fuente a aquellos materiales o fenómenos de la naturaleza capaces de proporcionar energía, en cualquier forma, estas fuentes, son de dos naturalezas, renovable si al utilizarlas no se agotan como la energía proveniente del sol, mares, vientos, y no renovables si al utilizarlas la fuentes de esta energía va desapareciendo como por ejemplo el petróleo, carbón, gas.

Cuando se habla de energía química estamos hablando de la energía almacenada en los enlaces, entre los átomos, que forma las diversas moléculas cuya fuente son los alimentos, los combustibles, pilas. La energía eléctrica es la asociada a las cargas eléctricas, se puede transformar en lumínica y térmica, gracias a ella existe la corriente eléctrica que hace posible el funcionamiento de muchos electrodomésticos populares. La energía térmica o calórica, es la energía cinética interna en las moléculas, partículas y átomos que forman un cuerpo. Esta clase de energía se transfiere de un sistema a otro en función de su temperatura, de modo que al pasar a otro sistema; no sufre transformación alguna sigue siendo la misma energía calórica, como ejemplo: tenemos dos vasos con agua caliente y fría respectivamente, si por algún medio físico unimos o colocamos en contacto el agua de los dos vasos, el agua más caliente le transfiere energía al vaso con agua fría, pero esa energía transferida sigue siendo calórica, cuya fuente es el movimiento de las partículas, ya que, la temperatura de todo cuerpo es una medida de la agitación molecular de éste producida por la acción bien sea del fuego o del sol, etc.

La Energía electromagnética, es la energía que transporta un fotón. Estas partículas están asociadas a las ondas electromagnéticas, la propagación de esta energía no necesita de ningún medio de transporte, es decir se propaga en el

vacío, ejemplo: las ondas de luz, luz solar y la radio, su fuente es la interacción de dos campos que se cruzan. Estas ondas tienen como característica fundamental la no dependencia del tiempo. La energía solar, cuya fuente es el sol, se utiliza por medio de paneles que atrapan el calor y posteriormente nos sirve para obtener agua caliente para el baño diario y otros usos. También tenemos La energía nuclear, es la energía interna que contiene los átomos y que actualmente tiene muchos usos en nuestro mundo. (Gaviria G. 2006).

La energía se presenta de varias formas, también cumple algunas características como son el principio de conservación de la energía, la degradación, la transferencia y la transformación. A pesar de que la energía se transforme, transfiera o degrade siempre se va conserva la misma cantidad, puesto que el principio de la conservación de la energía dice, que la energía no se crea, ni se destruye, solamente se transforma o sea pasa de una forma a otra. (Cardona, Zabala 2005), estas transformaciones se pueden dar en cadena, como es el caso de la energía química, presente en los combustibles la cual se encuentra almacenada en los enlaces entre átomos que están formando las diversas moléculas, esta energía por medio de la combustión se transforma en energía térmica o calórica, lumínica, el proceso que se da es irreversible es decir, solo se da en una dirección, nunca en dirección contraria. Se podría decir que generalmente los procesos de la naturaleza son irreversibles, ejemplo: la difusión de una sustancia. (Cardona, Zabala 2006).

Se puede citar el caso en donde se producen transformaciones y a la vez se puede analizar la degradación, ejemplo:

Un coche estacionado se quiere colocar en movimiento para ello se necesita cierta cantidad de energía química ó de combustible, en este caso gasolina; que es transformada en energía cinética por acción de la combustión; por otro lado toda la energía química almacenada en la gasolina no es utilizada solo para causar el

movimiento, también se produce algunas transformaciones como son: una parte se convierte en energía térmica que es liberada al medio en forma de calor o en forma de calentamiento, como por ejemplo por la de fricción o rozamiento de las llantas del coche, con el pavimento también por el calentamiento en las pastas de los frenos, la suma de las anteriores energía no es equivalente al valor energético que poseía esta sustancia en un principio ya que hasta este momento no hay un proceso químico donde se aproveche el cien por ciento de la energía; dando como resultado un proceso en el que los productos resultante de la transformación son de menor valor o sea de menor calidad el cual se conoce como degradación. (Cardona, Zabala 2006).

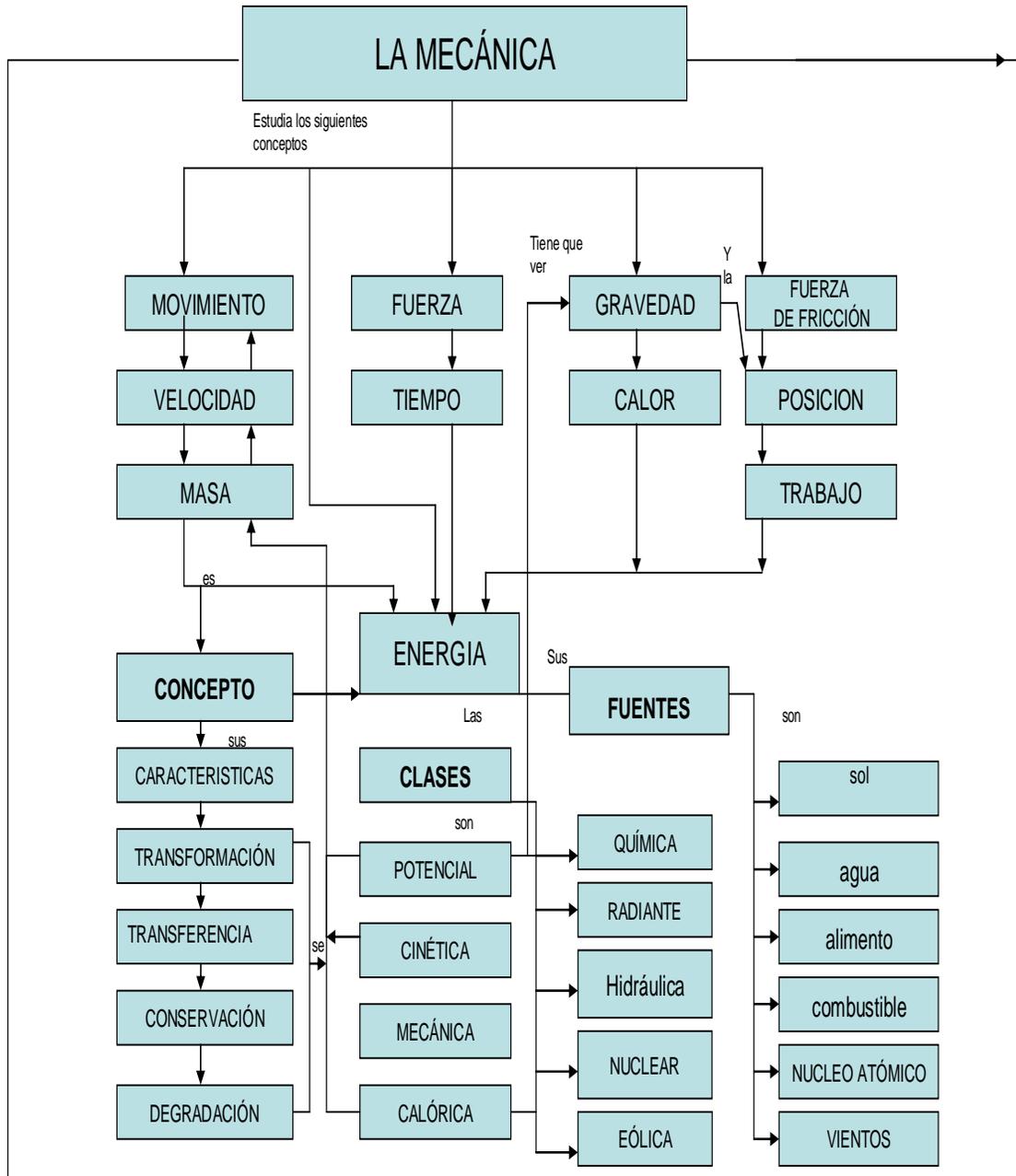
No sólo en esta clase de energía se puede evidenciar la transformación de una energía en otra, se podría citar el caso de la energía eléctrica, esta clase de energía, esta asociada a las cargas eléctricas por ejemplo: en una batería hay energía potencial almacenada que se transforma en energía eléctrica, pero la totalidad de esta energía almacenada no se aprovecha al cien por ciento ya que por el efecto joule hay una pérdida de ésta por una especie de fricción, como resultado se produce un calentamiento en las resistencias las cuales generan una onda de calor y una onda electromagnética. Al igual que se conserva y se transforma y degrada también se **transfiere**, en este proceso hay interacción de un sistema con otro, o sea cuando un sistema (c) realiza acción sobre otro sistema (o). Aquí se da transferencia de energía desde (c) a (o), ocurriendo la pérdida de energía para el sistema (c) y la ganancia de energía para el sistema (o). En la termodinámica la ley cero determina que un cuerpo caliente le transfiere calor a un cuerpo frío, no el cuerpo frío al caliente. Se sigue afirmando que este proceso no es reversible sino que siempre se da en una sola dirección.

Con la teoría de la relatividad de Einstein promulga la equivalencia de la masa y la energía y lo que se llama energía de masas en reposo, incluidos en el principio de la conservación de la energía y se calcula con la siguiente relación  $E = mc^2$ , esta

relación no contradice el principio de conservación, pero se llegó a la conclusión que la energía se puede transformar en materia y la materia en energía y aun, se sigue conservando la energía, este fenómeno fue comprobado experimentalmente. (Cardona, Zabala 2006).

En la física moderna se habla de la cuantificación de la energía y su fenómeno de indeterminación, que en un momento dado puso en duda la conservación de la energía pero que por medio de los experimentos de desintegración a nivel microscópico, estos dieron como resultado la ratificación de la conservación de la energía.

Figura 1. Relaciones de Conceptos.



Elaborado por: Yamile Galvis

## 5. METODOLOGÍA

### 5.1 TIPO DE ESTUDIO

El presente trabajo de investigación es enmarcado dentro del enfoque cualitativo, dado que permite explicar la forma en que las personas, en ambientes particulares comprenden y enfrenta situaciones diariamente; en el ámbito socio-educativo. De acuerdo a lo anterior, el fenómeno indagado es interpretado a la luz de la teoría de los campos conceptuales mediante los registros de datos y el material recolectado que permitirán evidenciar las estructuras y conocimientos en acción que pueden dar cuenta de lo investigado.

**5.1.1 Metodología.** Este trabajo de investigación es de carácter exploratorio descriptivo dado que se indaga por los invariantes operatorios que utilizan los participantes para resolver las diferentes situaciones, para la recolección de la información se utilizaron las siguientes técnicas como son: la observación participante, la cual se define como una, técnica de investigación, mediante la cual el investigador entra directamente al contexto haciendo parte activa, por un periodo relativo y determinado, de esta manera se establece relación personal con los miembros de un grupo socio-educativo con el fin de observar sus acciones a través de un proceso de investigación en este caso por medio de situaciones problema, que consisten en instrumentos de lápiz y papel que son contextualizados desde lo real, y que los participantes de esta investigación deben darle respuesta a través de la escritura y de manera expositiva. Esta última será grabada para hacer un análisis en el cual no se tergiverse la información. Las

Situaciones que se aplicaron fueron tomadas de *Castro a., Mejía L., Meneses O.* propuestas en el año 2002.

**5.1.2 Participantes.** La investigación se llevó cabo con 44 estudiantes de grado décimo, pertenecientes a la Institución Educativa Normal Superior, del municipio de Envigado, de los cuales 12 son hombres y 32 son mujeres, socio-económicamente se ubican en un estrato tres, sus edades oscilan entre 14 y 17 años.

**5.1.3 Técnicas de recolección de información.** La información se recolectó utilizando una variedad de situaciones tomadas de la propuesta didáctica de (Castro, Mejía y Meneses 2002), por ser una propuesta que no se había llevado al aula, estas situaciones fueron aplicadas en cinco momentos diferentes con la finalidad de indagar por los conceptos y teoremas en acción utilizados por los participantes para dar respuesta acerca de la energía y su transferencia, transformación, degradación, conservación, clases y fuentes de ella.

**Instrumento número 1:** en éste se le planteaba a los estudiantes la selección de dos palabras que más se relacionaran con el concepto de energía y escribir dos frases con las palabras seleccionada.

**El segundo instrumento:** consistió en dos talleres con situaciones problema escritos, en el primero (2A) se les indicaba observar un gráfico y escribir las transformaciones y transferencias y en el segundo (2B) responder algunas preguntas sobre la transformación y degradación de la energía de acuerdo a las situaciones.

**El tercer instrumento** consistió en un diagrama, donde se les planteaba preguntas sobre las clases y fuentes de energía.

**El cuarto instrumento:** se trató de una tarea de carácter analógico donde se involucraba lo actitudinal y procedimental en el cual se buscaba que relacionaran la conservación de la energía con la tarea propuesta, en este instrumento, los estudiantes se organizaron en 7 equipos.

**Quinto instrumento:** se trató de un coversatorio, una vez que los participantes dieron solución a las situaciones, se socializaron las respuestas. Esta socialización fue grabada y transcrita tal cual, se hizo con el fin de ampliar y complementar los conceptos y proposiciones ó teoremas activados por los estudiantes, para enfrentar las situaciones problema. Se hace la aclaración, que a pesar de que el trabajo de investigación fue desarrollado en el aula de clase, no contempla intervención en el aula por ser un trabajo de tipo exploratorio y por el corto del tiempo.

**5.1.4 Técnicas de análisis de datos.** Todos los datos obtenidos a través de la aplicación de las diferentes situaciones se organizaron en tablas o matrices. Para ello se codificaron los participantes desde R1 hasta R44, dada que facilita la lectura de la información recolectada.

**5.1.5 Criterios de credibilidad.** Como criterio de credibilidad para este estudio esta la observación participante,

**Triangulación de tiempo** dado que los instrumentos fueron aplicados en diferentes momentos durante un periodo de tiempo.

***Triangulación de espacio*** ya que la información recolectada por medio de las situaciones será contrastada con las respuestas del trabajo de donde se obtuvieron estas situaciones problemas.

***Triangulación de investigaciones*** en esta investigación se contrastó con otras investigaciones dando como resultados algunas concordancias y discordancias.

## 6. DESCRIPCION Y ANÁLISIS DE LOS INSTRUMENTOS

Los datos obtenidos a través de la aplicación de las diferentes situaciones problemas se organizaron en tablas. A continuación se muestra la codificación realizada para la primera situación implementada (ver anexo 1).

**Tabla 1.** Descripción y análisis del instrumento 1

Situación	Pregunta	Palabra Elegida	Participantes	Categorías Relevantes	Proposiciones Textuales								
	<p>a. entre las palabras que se indican a continuación elige dos, las que te parezcan más relacionadas con la energía y escribe dos frases que indique la relación entre la energía y cada una de las palabras que has elegido.</p> <table border="1" data-bbox="423 1346 787 1444"> <tr> <td>alimentos</td> <td>electrodomésticos</td> </tr> <tr> <td>explosivos</td> <td>fuerza</td> </tr> <tr> <td>movimiento</td> <td>atleta</td> </tr> <tr> <td>pila eléctrica</td> <td>trabajo</td> </tr> </table>	alimentos	electrodomésticos	explosivos	fuerza	movimiento	atleta	pila eléctrica	trabajo	alimentos	R1, 2, 3, 4, 6, 9,10, 15, 14, 17, 13, 12, 11, 8, 7, 16, 41, 42.	Transformación utilidad	Los alimentos son fuente de energía para el cuerpo humano. El organismo los transforma y los utiliza para todas sus actividades.
alimentos	electrodomésticos												
explosivos	fuerza												
movimiento	atleta												
pila eléctrica	trabajo												
			R14,	Fuerza	Los alimentos nutritivos ayudan a tener fuerza para hacer algo fuerte, ejemplo: el ejercicio, levantar algo y jugar.								
			R4,5	Utilidad	Los alimentos son hechos en los electrodomésticos para que el humano los consuma.								

		Electrodomésticos	R7,11, 13, 10, 9, 16, 41, 23, 24, 43, 40, 30, 29, 28, 27,25, 3, 8, 37	Energía eléctrica. Funcionalidad	La energía eléctrica es transportada hacia los electrodomésticos para que estos funcionen.
			R26	Energía almacenada	Algunos electrodomésticos pequeños utilizan la energía almacenada en las pilas para poder funcionar.
			R31,32,4,1412	Utilidad	En la cocina se utilizan Electrodomésticos para hacer los alimentos.
		Movimiento	R15, 17, 22, 24,37 36,	Produce y consume	Al una persona moverse produce y consume energía.
			R1, 2, 8, 23, 25, 34, 33, 35, 19.	Energía cinética	Porque una clase de energía es la energía cinética que tiene que ver con el movimiento.
			R20.	Transformación	Cuando un carro se mueve se dan varias transformaciones de la energía.
			R18.	Aceleración	La aceleración de un cuerpo puede crear energía.
			R21, 39	Partículas de energía	Las partículas de la energía no se quedan en un mismo lugar, están en constante movimiento.

			R38.	Movimiento, Trabajo.	El movimiento puede generar energía que se define como la capacidad de realizar trabajo.	
		Pila eléctrica	R 32, 43, 40, 30, 29, 28, 27, 26	Energía almacenada	La pila eléctrica tiene energía almacenada.	
			R26,5, 22, 31, 36	No contesta		
			R34.	Ausente	No elabora la proposición.	
		Fuerza	R6.R42, 39, 21, 20 19	Fuerza, Potencial Movimiento		Un objeto en reposo tienen energía potencial, al aplicarle fuerza estaremos dándole movimiento al.
				Presión		Cuando se hace fuerza, se hace presión Y cuando se hace presión se produce energía.
				R18	Fuerza de atracción	La fuerza de atracción de un cuerpo con respecto a otro está relacionada con la energía.
		Trabajo.	R35, 33	Energía.	La energía se define como la capacidad de realizar trabajo.	

<p>b. ¿Cuándo tiene el camión de Micky más energía? justifica tu elección.</p> <p>Antes de que se le dé cuerda.</p> <p>Justo cuando se le da cuerda.</p> <p>Cuando está en movimiento.</p> <p>Cuando se ha parado.</p> <p>Siempre la misma.</p>	Siempre la misma.	R35,	Diferentes tipos de energía	Porque lo único que cambia es que en cada caso hay un tipo diferente de energía pero de todas formas se está hablando de energía en general.
		R1, 6, 41, 9, 33.	Transformación de la energía.	La energía va ha ser siempre la misma, es decir el carro está parado y se vivencia energía potencial y cuando está en movimiento energía cinética por lo que la energía se transforma en otro tipo de energía.
		R7, 11, 16.	Movimiento.	Porque está en continuo movimiento.
	Justo cuando se le da cuerda	R28, 27, 26, 2, 17, 3, 12, 10,	Energía acumulada.	Porque en ese momento la energía esta acumulada en un punto y después se libera para que el carro de Micky avance.
		R24,34,18	Movimiento, energía mecánica y cinética.	Tiene más energía porque está en movimiento y tiene energía mecánica y cinética.
		R5.	Cambio de energía.	Porque al dársele cuerda al carro, cambia de energía.
	Cuando está en movimiento.	R31, 34, 32, 19. 13, 40, 22, 4, 14, 43, 8, 36, 37. 29, 25, 23.	Energía Cinética, Movimiento.	Cuando está en movimiento porque allí utiliza la energía cinética y está es la que poseen los cuerpos en virtud de su movimiento.
		R20, 21.	Movimiento, varios tipos de energía.	Porque al estar en movimiento se aplican varios tipos de energía.
		R30, 15, 39, 38, 42.	Gasto de energía.	Ya que allí está gastándose toda la energía que uno le pasa al darle cuerda.
		R24	Ausente.	No justifica su elección.

		R18.	Aceleración, Velocidad, Masa,	Ya que se puede ver la aceleración, velocidad y la masa que son términos ligados a la energía.
--	--	------	----------------------------------	--

Está codificación muestra los significados que la palabra energía tiene para los estudiantes. Significados que se remiten básicamente a identificar el concepto de energía con la fuerza o con el trabajo, asociarla exclusivamente al movimiento, considerar que se puede almacenar dentro de los objetos, por ejemplo cuando ellos expresan que los alimentos tienen energía almacenada, que se desgasta, que solo sirve para hacer funcionar diferentes electrodomésticos.

Considerar la energía como una propiedad la cual hace que las cosas funcionen según Michinel y Alessandro – Martínez citado por Aloma y Malaver (2007) podría inducir a que los estudiantes pensarán que un objeto como, por ejemplo, las nubes, no tienen energía almacenada. Aparte de las anteriores ideas también se indicó que le dan un carácter animista. Consideran que la energía se aplica.

Algunas de estas ideas fueron identificadas en el trabajo realizado por Meneses, Castro y Mejía (2002), quienes encontraron que los esquemas explicativos que utilizan los estudiantes están dentro de un contexto mecánico: “Hay energía si hay movimiento”, “la energía la genera el movimiento a partir de la fuerza”.

Aquí es importante resaltar que las palabras **alimento y electrodomésticos** fueron seleccionadas prioritariamente, como los conceptos en acción ya que estos son los utilizados por la mayoría para darle respuesta a esta situación. Las palabras explosivo y atleta, no las tuvieron en cuenta para establecer relación alguna con la energía, se infiere como teoremas en acción activados u operatorios los siguientes:

La energía se encuentra en las cosas para hacer algo, es decir la energía es considerada como algo inherente de los cuerpos, que poseen movimientos y que solo sirve para realizar ciertas funciones.

Por otro lado en el segundo punto se evidencia la idea persistente que tienen los estudiantes de asociar la energía exclusivamente al movimiento, pues un gran número seleccionó la opción en la cual se considera que **“el camión de Mickey tiene más energía cuando esta en movimiento”** como teorema en acción tenemos “si hay energía, hay movimiento” o sea asociar la energía exclusivamente al movimiento a nivel macroscópico, porque si no ven el movimiento; creen que no hay energía, con este teorema dan cuenta de esta situación. Idea que deja ver la inexistencia de la energía potencial, en este caso la potencial elástica y sus demás características e igualmente se puede decir que exceptuando a R1, 6, 41, 9 y 33 los demás participantes desconocen la transformación de la energía. En cuanto a su conservación y degradación en las respuestas que dan no hacen alusión a estas.

Son pocos los estudiantes (R35, 1, 6, 41, 9, 33, 7, 11, 16) que en este punto seleccionaron la elección correcta, sin embargo su justificación corresponde al conocimiento común o en otros casos a una integración entre este tipo de conocimiento y el escolar. Únicamente R21 y 39 reconocen la energía desde lo microscópico. Ellos consideran que la energía tiene partículas las cuales están en continuo movimiento.

Algo que se hizo evidente es la utilización por parte de los estudiantes de conceptos a los cuales se le atribuyen significados diferentes según el contexto en el cual se utilice la palabra. Estos son los casos de los conceptos de presión, impulso, fuerza, potencia entre otras, a los cuales les dan connotaciones diferentes a las científicamente aceptadas desde el área de la física. También se nota una concepción mecanicista de la energía, pues hay quienes afirman que la

energía es la capacidad para realizar trabajo, definición que ha venido replanteándose por no poder aplicarse en todos los casos.

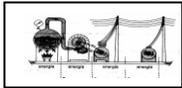
## 6.1 ANÁLISIS DEL SEGUNDO INSTRUMENTO

TRANSFORMACIÓN Y TRANSFERENCIA DE ENERGIA, Ver anexo 2A.

**Tabla 2.** Descripción y análisis del instrumento 2A

Situación	Pregunta	participantes	Categorías relevantes	Proposiciones textuales
Número 2	1. ¿Explica como funciona un invernadero?	R 2,3,4,6,7,10,11,12,20, 23 27, 35,38,76, 41,16,1,42,	Reproducción. Utilidad	Es un cultivo el cual está bajo techo con luz artificial para las plantas que necesitan luz para reproducirse.
		R 19,33,30, 28,36	Plantas. Energía. Desarrollo. Nutrición	Un invernadero funciona cuando las plantas pueden obtener energía para tener un buen desarrollo y para nutrir la planta
		R 21	Flujo de energía. Preservación. Crecimiento.	Es un lugar sellado donde se puede controlar el flujo de energía para un mayor preservación o para un mejor crecimiento de lo que se cuida o siembra
		R24,32,39,43,26,25, 18,22	Vegetales	Lugar adecuado para el cultivo de flores, vegetales

		R34,35,37 40,5,8,13,14,17,29,31		No contestan.
2. enumere las transformaciones de energía que tienen lugar en el sistema sol-tierra	R2,4,20,21,24,25,1,34,36,4 0,13,29	Calórica, lumínica, térmica, eléctrica, cinética	Las transformaciones de energía que se dan son: Calórica, lumínica, térmica, eléctrica, cinética	
	R3		No contesta	
	R6,35,14	calórica lumínica	Las transformaciones de energía que se dan son: calórica lumínica	
	R7,41,30	Energía solar, eléctrica, lumínica	Las transformaciones de energía que se dan son: Energía solar, eléctrica, lumínica	
	R10,19,2338,33,42	Energía solar, lumínica, calórica	Las transformaciones de energía que se dan son: Energía solar, lumínica, calórica	
	R11	Energía química y calórica	Las transformaciones de energía que se dan son: Energía química y calórica	
	R12,37,22	no codifica		
	R31	Energía calórica, térmica, lumínica, potencial, química.	Las transformaciones de energía que se dan son: Calórica, térmica, lumínica, potencial, química	
	R27,16,17	Energía Calórica, eléctrica solar, lumínica	Las transformaciones de energía que se dan son: Calórica, eléctrica solar, lumínica	
	R32,39,5,8	Energía Calórica, lumínica, Eléctrica	Las transformaciones de energía que se dan son: Calórica, lumínica, Eléctrica.	

		R43,28,R43	Energía, calórica, solar y lumínica	Las transformaciones de energía que se dan son: calórica, solar y lumínica. Las transformaciones de energía que se dan son: calórica, solar y lumínica
		R26	Energía calórica, lumínica y eólica	Las transformaciones de energía que se dan son: calórica, lumínica y eólica
		R18	Energía Calórica, lumínica, eléctrica, cinética.	Las transformaciones de energía que se dan son: Calórica, lumínica, solar, nuclear, eléctrica, cinética.
<p>3. en la fotografía hay un gran número de transformaciones y transferencia de energía. ¿Y transferencia identifica? ¿Cuáles son esas transformaciones y transferencias?</p> 	R36	Química, solar calórica.	Las transformaciones y transferencias de energía que hay son: Química, calórica.	
	R31,22,8,42,1,25,39,2	Energía química, eléctrica, hidráulica,	Las transformaciones y transferencias de energía que hay son:	
	R3,29	térmica, lumínica	Las transformaciones y transferencias de energía que hay son: Energía química, eléctrica, hidráulica, térmica, lumínica.	
		R30,28,16,33,38,19,7	Cinética potencial, eléctrica y mecánica	Las transformaciones y transferencias de energía que hay son: Cinética potencial, eléctrica y mecánica
		R22,14,13,8,5,34,26,25	No contesta	

		R17,4,40,35,41,32, 20,10	calórica, eléctrica, mecánica, cinética	Las transformaciones y transferencias de energía que hay son: Calórica, eléctrica, mecánica, cinética.
		R37	.Potencial, eléctrica y calórica	Las transformaciones y transferencias de energía que hay son: Potencial, eléctrica y calórica
		R27,2, R23	Mecánica, cinética, eléctrica calórica, cinética y eléctrica	
	4. un niño salta de un trampolín ¿Cuáles son las transformaciones de energía que se puede dar? el niño alcanza su máxima altura al saltar. los pies del niño tocan el trampolín el niño esta momentáneamente en reposo sobre el trampolín	R22,31,25, 36,35,33,38,21, 6,10,19	Cinética, potencial	a. cinética b. potencial No contesta
		R4,18,9,23,3,2,14,17,28,30, 40,34,16,43,41,27,24,20,7	Cinética y potencial	Las transformaciones son: cinética y potencial.
		R39,1,42,32	potencial rozamiento	Las transformaciones son: potencial, rozamiento potencial
		R13	No contesta	
		R12,11	Potencial calórica	potencial calórica potencial

	5. Describe las transformaciones de energía que ocurre cuando un atleta realiza un salto con garrocha	R30,28,17,14,8,5,40,37,36,35,34,1,6,33,43,41,38,32,27,24,21,20,4,7,10,42, 12	Energía cinética potencial	Las transformaciones que se dan son: cinética, potencial
		R13	Presión cinética	Genera presión y después tiene energía cinética
		R26,11	No contesta	
		R6,19	Potencial, cinética	Las transformaciones que se dan son: potencial, cinética
		R30,28,17,14,8,5,40,37,36,35,34,16,33,43,41,38	Energía cinética y potencial	Energía Cinética y potencial
		R26,11,12,24,27,42,34,29	No contesta	
		R40,39,4,15,18	potencial	Energía potencial
	6. ¿El salto con garrocha se transforma cuando la Garrocha de madera se cambia por una de fibra de vidrio?	R19,14,10,21,38,33,36,28,3,26,7,20,5,8,17,14,2,25,1	No contesta	
		R12,24,27,43,34,37,40,39,4	Energía potencial	En el salto con la garrocha de madera se transforma en energía potencial.
		R6,12,31,22	No se identifica	Si porque esta se puede romper al coger el impulso y apoyarse en ella
		R32,41,16,35,30,42,23,9	Cinética y potencial	Es energía cinética y potencial
	7. ¿Qué clase de energía hay en el resorte de un reloj?	R31,15	Energía potencial, eléctrica, mecánica	El resorte de un reloj tiene energía potencial, eléctrica y mecánica
		R13,22,29,10	Energía cinética	El resorte de un reloj tiene energía cinética
		R35,30,26	Energía mecánica	El resorte de un reloj tiene energía mecánica

		R44	No responde	
		R12,34,43,24,4,11,40,3,23,25,37	Energía potencial	El resorte de un reloj tiene energía potencial.
		R33,14,42,5,8,38,32,6,28	Energía mecánica potencial cinética	El resorte de un reloj tiene energía mecánica, cinética y potencial
		R2,20,18,21,39,17	Energía mecánica y cinética	El resorte de un reloj tiene energía: mecánica y cinética
		R41,27,16,7,19,35,19	Cinética y potencial	El resorte de un reloj tiene energía: cinética y potencial.
	<b>8. ¿Qué clase de energía utiliza el reloj mecánico de cuerda?</b>	R17,39,19,21,38,26,20,14,2,33,	Energía mecánica y cinética	Un reloj mecánico de cuerda utiliza energía mecánica y cinética.
		R9,1,36,28,7,32,16,29,27,42,41,31	energía cinética, mecánica, potencial	Un reloj mecánico de cuerda utiliza: energía cinética, mecánica y potencial
		R18,34,12,25,23,3,40,14,6,43,8,5,30	energía potencial y mecánica	Un reloj mecánico de cuerda utiliza
		R37	Energía potencial	Un reloj mecánico de cuerda utiliza: energía potencial.
		R24,44	Potencial funcionamiento	Un reloj mecánico de cuerda utiliza energía potencial cuando se le da cuerda coge energía y esto permite el funcionamiento
		R22	Energía cinética	Un reloj mecánico de cuerda utiliza: energía cinética
		R35	energía cinética y potencial	un reloj mecánico de cuerda utiliza energía potencial

9. ¿qué pasa con la energía de un reloj cuando se atrasa?	R4,12,34,43,23	Energía potencial, química y desintegración.	La energía potencial cambiaría, ya que sus componentes se han desintegrado, ocasionando que el reloj se atrase o se detenga.
	R33,14,19,28,36,26,9	Agotar	Que la energía esta agotada
	R32,24,21,7,10,17,35,41,42 30,39,27,5,8,16,38,1	no se identifica	Va disminuyendo su energía.
	R2,20,18	No se identifica	Falla
	R22	conservación	La energía se conserva y no se pierde.
	R11,44	No contesta	
	R25,13	energía potencial, química	a energía potencial se conserva pero la química se modifica, por tal razón el reloj
	R29,31	no se identifica	se atrasaría o pararía La energía se esta acabando y esto hace que el reloj se atrase.

Teniendo presente los conceptos y proposiciones identificados en la tabla anterior se analizó la información pregunta por pregunta cómo se muestra a continuación:

En la primera pregunta **¿Explica como Funciona un invernadero?**, las explicaciones que dan los estudiantes es desde el campo de la biología, pues ellos expresan que un invernadero “es un lugar sellado donde se puede controlar el flujo de energía para una mayor preservación o para un mejor crecimiento de lo que se cuida o siembra”, además lo conciben como un espacio en el cual las plantas obtienen energía para su desarrollo, nutrición y reproducción.

Estas explicaciones ponen de manifiesto que los participantes no saben cómo funciona un invernadero, como concepto en acción tenemos: La reproducción, cultivo, nutrición, planta, luz artificial. Identificado en la proposición “Es un cultivo, el cual esta bajo techo con luz artificial para las plantas que necesitan luz para la nutrición y reproducción”. Como teorema en acción se infiere **que para que haya reproducción y nutrición debe haber luz.**

En la segunda pregunta enumere las transformaciones de energía que tienen lugar en el sistema sol-tierra, los conceptos en acción son: Calórica, lumínica, térmica, eléctrica, cinética a pesar que los estudiantes reconocieron un gran número de las transformaciones que se dan en este sistema, la gran mayoría (R2,4,20,21,24,25,1,34,36,40,13,29) consideran a la energía térmica y a la energía calórica como energías diferentes, por otra parte las proposiciones son los mismos conceptos, pues no elaboraron proposición.

En la pregunta número tres en la fotografía hay un gran número de transformaciones y transferencia de energía. ¿Cuáles transformaciones y transferencias identificas? para esta situación activaron como conceptos en acción los siguientes conceptos, Energía Calórica, eléctrica, mecánica, cinética, no se hizo evidente lo referente a las transferencias de la energía, lo observado para las transformaciones ponen de manifiesto la dificultad que tienen los estudiantes para considerar como parte de la energía mecánica, a la energía cinética y a la energía potencial, igualmente se pudo observar que quizás por la interpretación que le dieron a la imagen mostrada dedujeron que en esta se les estaba haciendo alusión a la energía química cuando realmente esta no era la intención de la representación mostrada. En cuanto al teorema no se identifica se sugiere en próximas investigaciones completar esta pregunta con una explicaron o sustentación a la respuesta dada.

En la pregunta número cuatro un niño salta de un trampolín ¿Cuáles son las transformaciones de energía que se puede dar?

**el niño alcanza su máxima altura al saltar.** En este punto la mayoría de los estudiantes respondieron que en esta posición el niño se encuentra con una energía **cinética y potencial** identificada como conceptos en acción. Respuesta desde la cual se identifica una falta de comprensión hacia la pregunta ya que le dan solución solo desde la acción (saltar). La ausencia de proposiciones no permite identificar los teoremas en acción

**Los pies del niño tocan el trampolín.** Aquí se evidencia una gran variedad de respuestas que van desde sus conocimientos escolares como es el caso de R39, 1,42 y 32, quienes expresan que cuando el niño toca el suelo su energía es de rozamiento, para R12,11 es calórica y para R26 es energía química. Respuestas que no coinciden con la energía de posición que toma el niño cuando sus pies tocan el trampolín. Para R4,18,9,23,3,2,14,17,28,30,40,34,16,43,41,27,24,20,7. La mayoría consideran como concepto en acción a la energía **potencial**.

**El niño esta momentáneamente en reposo sobre el trampolín.** En esta pregunta todos coinciden en expresar que cuando el niño esta momentáneamente en reposo sobre el trampolín posee **energía potencial**. Esta respuesta deja ver el desconocimiento que tienen para establecer la energía potencial elástica y la energía potencial gravitatoria y las transformaciones, por tal motivo es muy común que en los diferentes instrumentos aplicados, no solamente en este, ellos se refieran únicamente a la energía potencial. Se idéntica como concepto en acción energía potencial se infiere como teorema en acción **Estar parada o en reposo indica que hay energía potencial**.

En la pregunta número cinco describe las transformaciones de energía que ocurre cuando un atleta realiza un salto con una garrocha se identifica que los

estudiantes solo reconocen la transformación de la energía potencial en cinética, desconociendo la transformación de la energía química en energía calórica y cinética en el cuerpo del atleta. R13 deja ver una respuesta más desde la conjugación de sus conocimientos escolares y cotidianos pues en su respuesta expresa: “genera presión, después tiene energía cinética”.por tanto se considera como los conceptos operantes a: energía potencial y cinética y como teorema operante se identifica. Que si hay presión hay generación de energía.

En la pregunta número seis **¿El salto con garrocha se transforma cuando la garrocha de madera se cambia por una de fibra de vidrio?** En esta situación la respuesta son más desde las experiencias cotidianas algunos como R32, 41, 16, 35, 30, 42, 23,9, contestaron que se da transformación de potencial – cinética sin ninguna argumentación, podría decirse que no tuvieron en cuenta si en el momento de subir con la garrocha de fibra de vidrio se dan ó no transformaciones, como podría decirse que ocurre con la garrocha de madera que se comporta como un resorte.

En las preguntas número siete y ocho **¿Qué clase de energía tiene el resorte de un reloj?** y **¿qué clase de energía utiliza un reloj mecánico de cuerda?** Se nota que los estudiantes posiblemente no tienen claridad en cuanto al resultado de la sumatoria de la energía potencial más la energía cinética, la cual da como resultado la energía mecánica. Para ellos la energía potencial, la energía cinética y la energía mecánica, son tres clases de energía diferentes. Igualmente se hizo evidente el desconocimiento presente para diferenciar la energía potencial elástica de la energía potencial gravitatoria a pesar que utilizan constantemente el término energía potencial. Solamente algunos (R35, 30 y 26) estiman que la energía presente en el resorte de un reloj es el resultado de la sumatoria de la energía potencial y la energía cinética. Sin embargo esta respuesta carece de la especificación, a que energía potencial se está refiriendo, igualmente sucede con la segunda pregunta, pues solamente R37 identifica que la energía utilizada por un

reloj mecánico de cuerda es la energía potencial, aquí se hace la salvedad que al igual que en la pregunta anterior, en está tampoco especifican si es energía potencial elástica o energía potencial gravitatoria. Para estas preguntas los conceptos en acción más reiterativos son: Energía **cinética**, energía **potencial** y **mecánica**, los teoremas en acción no se identifican pues no hay proposición alguna, se podría inferir transformación.

En la última pregunta **¿Qué pasan con la energía de un reloj cuando se atrasa?** Se evidencio la influencia de sus conocimientos cotidianos. Para ellos la energía se agota, disminuye, falla o se acaba por lo que se puede intuir que desconocen el principio de conservación de la energía. En R12, 4, 34, 43 y 23 algunos implícitamente estarían expresando que la energía potencial se transforma, sin embargo se nota una confusión, pues atribuyen una transformación de la energía en otra al hecho que los componentes que poseen la energía potencial que se desintegran. R25 y 13 aparentemente utilizan el concepto de conservación y modificación como sinónimos. Es importante tener presente que la gran mayoría consideró que un reloj posee energía química. Lo cual deja ver que no tienen una claridad frente a este tipo de energía. En la parte donde debían enunciar cuales transferencias se dieron, no mencionaron nada. Por otro lado los conceptos en acción son: energía potencial y energía química.

Ver Anexo 2B

**Tabla 3.** Descripción y análisis del instrumento 2B

Situación	Pregunta	Participantes	Categorías relevantes	Proposiciones textuales
Número 2b	Juan toma su moto le coloca combustible y se va a darle la vuelta oriente, al llegar a Rionegro se dio cuenta que la gasolina que le había puesto a la moto se había agotado	R6.	Conversión combustión	La gasolina se convirtió en energía porque esta es el combustible que hace funcionar a la moto se cumple el proceso de la combustión
		R2	combustión	Se quema o sea se consume, mediante el proceso de la combustión
		R28	Transformación de la energía cinética en calórica	La gasolina es consumida por la moto. El proceso que se cumple es que se transforma la energía cinética en calórica
	¿Que se hizo la gasolina con que arranca la moto?	R14	No se identifica	Se quema, es decir se consumió
		R15	Combustión	Se fue agotando porque necesitaba de energía para arrancar el proceso fue la combustión
		R26	Evaporo degradación	La gasolina se evaporo, cumplió el problema de la degradación
		R43	Transformación Energía cinética	La gasolina se transforma a energía cinética y cumple el proceso de evaporización produciendo también energía calórica
		R10,11,13,4	Energía química, cinética mecánica calórica	La gasolina que es energía química se convirtió en energía cinética y luego mecánica y luego en energía calórica
		R12	Energía cinética Energía calórica	La gasolina se convirtió en energía cinética la cinética en calórica

		R19,20	Movimiento Energía química Transformación Energía cinética, calórica	Todos se consume porque esta le da movimiento a la moto tiene energía química, y se transforma en energía cinética y calórica.
		R21,39	Transformación, degradación	Se transforma en una energía aprovechada por la moto y el proceso que se utiliza es la degradación
		R23	Transformación Energía cinética, energía calórica	La gasolina con que arranca la moto se transforma en energía cinética y el proceso que se cumple es que se convierte en energía calórica
		R24,32,25	Se transforma energía cinética calórica química	Se transforma en energía cinética, también energía calórica y energía química.
		R38	Energía cinética movimiento	Se convirtió en energía cinética y genera movimiento (energía calórica)
		R39	transformada	La gasolina fue transformada y se cumple el proceso de degradación.
		R41	Energía de movimiento y mecánica	La gasolina con que arranca se acaba por medio de procesos que hacen funcionar la moto y esta se acaba y tiene energía de movimiento y mecánica
		R33	Degradación transformación, energía química a energía calórica	La gasolina se degrado para transformarse de energía química a cinética y luego calórica.

		R1	Transformación energía química, potencial Movimiento. Energía cinética Mecánica Calórica.	La gasolina con que arranca la moto se transforma a partir de diferentes procesos que realiza la moto como tal, porque al iniciar la gasolina se hecha a la moto y hay energía química , al arrancar hay energía potencial, al estar en movimiento hay energías cinética y también se podría dar la energía mecánica y calórica
		R34	Transformación	Se convierte en otro tipo de energía y se cumple el procesote transformación
		R35,40 42,29	Energía no renovable, movimiento, en forma eléctrica y mecánica, química, potencial, cinética, y calórica	La gasolina es una fuente de energía no renovable, fue utilizada para darle energía al motor y así este producir movimiento, en forma de energía eléctrica y mecánica. La gasolina pasa de energía química a potencial, cinética y a la mecánica y así produce movimiento, produciendo también energía calórica
		R37	Energía cinética y calórica	La gasolina hizo el proceso de conversión en energía cinética y cambio a calórico.
		R36	Evaporo, energía	La gasolina se evaporo, ya que este liquido cumplió con darle energía al motor de la moto para que ella pudiera andar
		R27	Energía cinética movimiento	Tiene energía cinética ya que genera moviendo.

		R31	energía potencial, química, movimiento energía cinética, energía calórica No se identifica	Esta sufrió un proceso, primero esta se encuentra en energía almacenada como gasolina, posee energía potencial en forma de energía química al combustir proporciona movimiento o sea energía cinética y la energía calórica, utilizando la energía cinética para proporcionarle el movimiento a la moto. La gasolina se fue acabando a medida que la moto hizo su recorrido, ya sea porque no fue suficiente.
		R8	Movimiento fuerza de energía	La gasolina cumple la función de darle a la moto la forma de darle movimiento, es decir la gasolina es como una fuerza de energía donde con esta la moto esta en movimiento.
		R3	evaporación	Se evapora en humo, espeso y se cumple la evaporización.
		R7	movimiento	Me parece que la gasolina se acaba ya que esta en continuo movimiento.
	¿En qué tipo de energía se transforma?	R2,10,23,,24,39,35,40,36	Energía Cinética calórica y química	Se convierte en energía cinética, calórica y química
		R6,28,14,43,11,20,21,34,37,42,31,5,8,3,18,4	Energía cinética y calórica	Se convirtió Energía cinética y calórica.
		R15,38,33,27	Energía calórica	Creo que se convirtió en energía calórica
		R16,17	Energía potencial	Se convirtió en energía potencial.
		R12,25,1		No contesta
		R19	Energía potencial y química	Se convierte en energía potencial y química.
		R32	Energía química	Se convierte en energía química.

		R41,9	Energía mecánica, cinética, potencial, química y calórica	Se convierte en energía mecánica cinética, potencial química y calórica
c. el producto de la combustión es de menor o de mayor calidad	R2	Residuos, Contaminación ambiente, tóxicos	De menor calidad por los residuos tóxicos que contaminan el ambiente	
	R26,24	Energía química Energía calórica	La calidad que tiene la energía química es mejor que la calórica, ya la energía química se va consumiendo poco a poco.	
	R28,10,19, 32,34,36	No se identifica	De menor calidad porque ya esta muy agotada.	
	R14	No se identifica	Yo creo que gracias de mejor calidad , ya que dura más y anda mejor la moto	
	R15	Combustión Energía calórica	Creo que gracias a la combustión la moto avanza , pero es de mejor calidad la calórica	
	R26,43,21	Evaporar	Es de menor calidad porque se evapora muy fácil	
	R12,23,37	Energía	Mejor calidad porque produce mucha energía	

La organización de la información recolectada mediante la situación anterior permitió identificar los siguientes conceptos en acción, que son evocados por los estudiantes para dar cuenta de las transformaciones y degradaciones de la energía en este instrumento: **Conversión, combustión, evaporación, degradación, transformación, movimiento, energía química, cinética, mecánica, calórica, potencial, energía no renovable, fuerza de energía, residuos tóxicos, contaminación y ambiente.** Estos conceptos en acción en su mayoría corresponden a los términos utilizados científicamente. Sin embargo, las proposiciones dejan ver que el significado de los conceptos en acción no corresponde con el significado asignado desde la concepción científica.

Las proposiciones encontradas en esta situación son: dos por tener el mismo número de participantes que opinan lo mismo:

“La gasolina es una fuente de energía no renovable, fue utilizada para darle energía al motor y así este producir movimiento en forma de energía eléctrica y mecánica”.

“La gasolina pasa de energía química a potencial, cinética y a la mecánica” Se convirtió energía cinética y calórica, produciendo movimiento, produciendo también energía” Se infiere como teorema transformación y movimiento.

**“De menor calidad porque ya esta muy agotada”** estas proposiciones muestran que son muy pocos los estudiantes que manifiestan claridad frente a las transformaciones de la energía, pues en muchos predomina un conocimiento desde la utilización del término en la cotidianidad, por ejemplo cuando se les preguntó ¿qué se hizo la gasolina con que arranca la moto y qué proceso se cumplió? Las respuestas que dan aluden que se consumió, se agotó o se convirtió, otros traen conocimientos desde otras disciplinas para dar su explicación, como es el hecho de escribir que se evaporó.

Por otra parte se evidencia que el término calidad es utilizado desde la connotación de bueno o malo o de mayor calidad o de menor calidad, no lo relacionan con la intencionalidad con que se utiliza este término desde el proceso de degradación de la energía.

Para ellos la energía no se conserva pues esta cambia o se merma. Aquí sale a la luz la dificultad que tienen para relacionar los conceptos de transformación y conservación de la energía, pues la mayoría considera que la energía no se conserva porque está por medio de sus transformaciones se agota (R37, 34, 42, 43, 6, 35,31,33,1,20, 8, 5, 28, 25, 29, 41, 10,4,7,36). Algo en lo cual se nota que

tienen claridad es en el hecho de que saben, que el proceso de transformación de la energía no es reversible, por ejemplo, tienen claridad que la energía calórica no se puede transformar nuevamente en energía química.

## 6.2 ANÁLISIS DEL TERCER INSTRUMENTO

CLASES Y FUENTES DE ENERGIA. (Ver anexo 3).

**Tabla 4.** Descripción y análisis del instrumento 3 parte A

Situación	Pregunta	Participantes	Categorías relevantes	Proposiciones
Número 3.	1. identificar en el siguiente diagrama, de acuerdo a la descripción, el tipo o tipos de energía que se presenta. fogata encendida	R42,20,39,38,3 7,8,12,2,35,1,3 1,23,25,13,5,24 ,17,7,	Calórica lumínica	Los tipos de energía de la fogata son: Calórica y lumínica
		R28,26,9,10,16 ,41,11,43,15,33 ,30,27,19,6,32, 3418	Calórica, candela	Los tipos de energía de la fogata son calórica. Por medio de la candela
		R29,4,3,14	Lumínica radiante calórica	Los tipos de energía de la fogata son: Lumínica radiante Calórica
		R21	Lumínica química calórica	Los tipos de energía de la fogata son: Lumínica química, calórica
		R36	Solar cinética	Los tipos de energía de la fogata son: Cinética, Solar
		R40	Cinética, Química	Los tipos de energía de la fogata son Cinética
		R22	Cinética, calórica	Los tipos de energía de la fogata son

	Foco ô lâmpara encendida	R38,37,2,1,13,5,18,29,6,11,116,41	Lumínica Eléctrica	El foco representa la siguiente energía: Lumínica, calórica
		R26	Radiante	El foco representa la siguiente energía: radiante
		R31,23,25,17,24,22, 21, 39	Lumínica, calórica, eléctrica,	El foco representa la siguiente energía: Lumínica, calórica, eléctrica
		R7,10,33,30,27,19,36,40	Lumínica	El foco representa la siguiente energía: lumínica
		R35,32,1	Eléctrica, lumínica Radiante	El foco representa la siguiente energía: Eléctrica, lumínica y radiante
		R14,12,28,8,3443,15	Eléctrica	El foco representa la siguiente energía: eléctrica
	Bola saltando en el piso	R2,1.13,5,31,23,25,17,24,29,22,39,6,11,16,41,9,7,10,33,19,36,40,35,3,32,4,14,8,12,34,43,15,26	Cinética	La clase de energía que tiene es: Cinética
		R42		No contesta
		R28,37	Cinética, potencial	La clase de energía que tiene es: cinética, potencial
		R27,30	potencial	La clase de energía que tiene es: potencial
		R21	Potencial, calórica	La clase de energía que tiene es: potencial, calórica
		R18,38	Cinética, calórica	La clase de energía que tiene es: Cinética, calórica
	Un cohete en movimiento	R2,1,13,31,23,25,17,22,11,16,41,9,7,10,33,19,35,32,4,14,8,27,28,34,15,43,38	cinética	Un cohete en movimiento tiene la siguiente energía: cinética

		R3	Cinética ,hidráulica	Un cohete en movimiento tiene la siguiente energía: Cinética hidráulica
		R37	Hidráulica, potencial	Un cohete en movimiento tiene la siguiente energía: Hidráulica potencial
		R40,26	hidráulica	Un cohete en movimiento tiene la siguiente energía: hidráulica
		R29,6	mecánica	Un cohete en movimiento tiene la siguiente energía: mecánica
		R39,24,21,42	Potencial, química	Un cohete en movimiento tiene la siguiente energía: Potencial química
		R5	eléctrica	Un cohete en movimiento tiene la siguiente energía: eléctrica
		R30,12	potencial	Un cohete en movimiento tiene la siguiente energía: potencial
		R20	Cinética calórica	Un cohete en movimiento tiene la siguiente energía:
		R36	Eólica, eléctrica	Un cohete en movimiento tiene la siguiente energía: Eólica, eléctrica
		R18	Calórica cinética eléctrica potencial	Un cohete en movimiento tiene la siguiente energía:
	Molino de viento en movimiento	R39,26,32,1,27,34,15,37,29,6,5,12	Eólica	El molino en movimiento representa la siguiente energía: Eólica
		R23,25,17,2,42,20,36	Cinética, eólica	El molino en movimiento representa la siguiente energía: Cinética, eólica
		R13,3	Hidráulica Eólica	El molino en movimiento representa la siguiente energía: Hidráulica, eólica
		R24	Hidráulica, cinética	El molino en movimiento representa la siguiente energía: Hidráulica, cinética
		R14	Eléctrica, Eólica	El molino en movimiento representa la siguiente energía: Eléctrica, eólica

	Vaca pastando	R23, 5,26	Energía química	La vaca pastando tiene energía química
		R39,21,25,17,4 2,24	Calórica química potencial	Tiene energía calórica, química y potencial.
		R32,34,29,6, 31	cinética	La vaca pastando tiene energía cinética
		R22	Calórica, potencial	La vaca pastando tiene energía calórica, potencial
		R20	Potencial, química	La vaca pastando tiene energía potencial y química
		R20	No se identifica	Tiene energía motriz
		R4,27,15,37,12, 1,11,16,41,9,7, 10,33,19,35,8,2 8,43,38,30,18,2 ,36,3,13,14	potencial	La vaca pastando tiene energía potencial.
	Descarga eléctrica	R16,41,18,38	Calórica, lumínica eléctrica	La descarga eléctrica representa las siguiente energía: Calórica, lumínica eléctrica
		R43,8	lumínica	La descarga eléctrica representa las siguiente energía:
		R36,13,17,22	química	La descarga eléctrica representa las siguiente energía:
		R21,39,24	Calórica eléctrica	La descarga eléctrica representa las siguiente energía: Calórica eléctrica
		R1,27,15,37,12, 4,11,9,7,10,33, 35,30,28,2,14,2 6,5,23,25,42,32 ,34,29,6,40,20	eléctrica	La descarga eléctrica representa las siguiente energía: Eléctrica por el movimiento de los electrones
		R31	No se identifica	La descarga eléctrica representa las siguiente energía: Física

		R3	Lumínica, eléctrica	La descarga eléctrica representa las siguiente energía: Lumínica, eléctrica
		R19	atómica	La descarga eléctrica representa las siguiente energía: atómica
	Fuentes de gas o fumarola	R21	Calórica lumínica, térmica, química	La fuente de gas o fumarola tiene: Calórica lumínica, térmica , química
		R18	Calórica, eléctrica mecánica	La fuente de gas o fumarola tiene: Calórica, eléctrica mecánica
		R30	potencial	La fuente de gas o fumarola tiene: potencial
		R38	Calórica, lumínica	La fuente de gas o fumarola tiene: Calórica, lumínica
		R3	Química, Radiante, calórica	La fuente de gas o fumarola tiene: Química, Radiante, calórica
		R32	Mecánica, potencial	La fuente de gas o fumarola tiene: Mecánica potencial
		R2	Potencial, calórica	La fuente de gas o fumarola tiene: Potencial, calórica
		R28	Calórica, química	La fuente de gas o fumarola tiene: Calórica, química
		R40,26	nuclear	La fuente de gas o fumarola tiene: nuclear
		R6,29	Mecánica, Térmica	La fuente de gas o fumarola tiene: Mecánica, Térmica
		R17	potencial	potencial
		R24,39	Térmica	La fuente de gas o fumarola tiene: Térmica
		R13,36	Hidráulica	La fuente de gas o fumarola tiene: Hidráulica
		R25,42,23,27	potencial	La fuente de gas, fumarola tiene: potencial
		R12,1,11,9,7,1 0,33,35,19,41,1 6,8,43	Energía calórica	La fuente de gas o fumarola tiene: Energía calórica

		R4,15,37,14,5, 20,34,31	química	La fuente de gas o fumarola tiene: química
--	--	----------------------------	---------	---

En este instrumento se identificaron los siguientes conceptos y proposiciones utilizados por los participantes para enfrentar estas situaciones problemas, los conceptos más destacados fueron las siguientes energías: **Calórica, lumínica, eléctrica, eólica, cinética, potencial y química**. Con estos conceptos se analizó la información pregunta por pregunta, cómo se muestra a continuación:

Para la primera pregunta, **fogata encendida**, se encuentra que 20 estudiantes de los 44 afirman que la energía presente en la fogata es **calórica y lumínica**; estos son los conceptos en acción activados; teniendo una relación significativa con el concepto teórico y real; algunos participantes como el codificado como R19 identifica una sola energía, y la explica por medio de la siguiente proposición “calórica por medio de la candela”.

De la segunda pregunta, **foco o lámpara encendida**, se dedujeron los siguientes conceptos en acción: **eléctrica, lumínica, radiante, calórica, química, cinética y liberada**. De estas nociones las más relevantes de acuerdo al número de estudiantes fueron la **eléctrica y lumínica** (13 participantes) estas corresponden a las categorías o conceptos en acción.

Otros estudiantes (R31, 23, 25, 17, 24,22, 21, 3,) identificaron 3 tipos de energía, la lumínica, calórica y eléctrica; los demás participantes solo expresaron una clase de energía, ya fuera la lumínica, radiante, eléctrica, química, cinética o liberada. A diferencia, el participante denominado como R 19, asegura que la energía presente es la lumínica “porque permite la luz y alumbrá”.

Para la pregunta número 3, **bola saltando en el piso**, el concepto en acción identificado por la mayoría (34) y representa los conceptos en acción es la **energía cinética**, sólo el participante R37 reconoce que hay energía cinética y potencial; los demás participantes reconocen dos tipos de energía como la potencial y calórica. Se sigue evidenciando el desconocimiento sobre las transformaciones. En la pregunta número 4, **cohete en movimiento**, el concepto en acción activado por un grupo significativo de estudiantes (26) es la **energía cinética**, los demás participantes identifican otros tipos de energía como son la mecánica, potencial, hidráulica, química, calórica, eólica y eléctrica. El participante codificado con el R18 identifica 4 tipos de energías, la calórica, cinética, eléctrica y potencial.

De la pregunta 5, **molino de viento en movimiento**, 16 estudiantes eligieron como concepto en acción la **energía cinética**, para un número de 10 estudiantes, reconocen en el molino de viento dos tipos de energía la cinética y la eólica; 9 identifican sólo la energía eólica. Los demás participantes reconocen otras energías como la hidráulica y la cinética o eólica.

Para la pregunta 6, **vaca pastando**, el concepto en acción puesto en evidencia para la mayoría de los estudiantes (24) es la **energía potencial**, lo cual permite detectar la confusión de los participantes en cuanto al concepto de energía potencial; ya que estos asocian la energía potencial con el estado de reposo. Los demás participantes identifican energías como la calórica, química, cinética, motriz, calórica-potencial y química-potencial.

En la pregunta 7, **descarga eléctrica**, 25 estudiantes determinaron como concepto en acción la **energía eléctrica**, (4) determinaron la energía química y los participantes (R 16, 18, 38, 41) mencionan como energías en la descarga eléctrica a la energía calórica, lumínica y eléctrica. El resto de los estudiantes identifican un solo tipo de estas energías antes mencionadas o la energía química, física, atómica y lumínica.

Para la pregunta 8, **fuentes de gas o fumarolas**, el concepto en acción que predomina en la mayoría de los estudiantes es la **energía calórica**, sin embargo es de notar que el participante codificado como R21 identifica las energías calórica, lumínica, térmica y química. Para los demás estudiantes las energías que identifican a parte de las mencionadas son: la mecánica, hidráulica, potencial, nuclear y radiante.

En términos generales, se encontró como resultado de este instrumento que las respuestas dadas fueron muy lacónicas y no se logra extraer más conceptos o proposiciones claras; sin embargo se infiere que los teoremas en acción son las mismas nociones conceptuales, es decir los conceptos activados vendrían a ser los teoremas operantes.

Es de resaltar que en cada una de las preguntas se encontraron algunas respuestas de los participantes que no son coherentes con la situación planteada; así, en la pregunta sobre el foco o lámpara encendida hablan de energía liberada, en la del molino de viento y cohete en movimiento se encontró que algunos estudiantes identificaban como energía presente en estas situaciones la energía hidráulica; en el caso de la vaca pastando mencionan la energía “motriz”, en el de la descarga eléctrica hablan de energía física y en el de la bola saltando identifican la energía eólica.

Lo anterior permite esclarecer que los conceptos que poseen algunos estudiantes no están relacionados con las nociones aprobados científicamente, se vislumbra así la confusión con los términos y definiciones de los mismos, acomodándose a la necesidad inmediata sin reflexión ni sentido lógico.

**Tabla 5.** Descripción y análisis del instrumento 3 parte B

Situación	Pregunta	Participantes	Categorías Relevantes	Proposiciones Textuales
número 3	Tipos de energía solar	R12,19,15,14,35,41,16,27,8,13,28,23,17,42,25,12,1,11,9,10,7,26,2,38,43,36,31,39	Estrella	Es el mismo concepto
		R37,40,32,29,34,24,6	No contestan	
		R22	estrella sustancias químicas	son los mismos conceptos
		R3,5	Viento y estrella	Las mismas categorías
		R30	combustible	Los mismos conceptos
	Tipos de energía calórica	R24, 21,42	Volcanes                      estrellas combustibles                      sustancias químicas	Las mismos conceptos
		R39,38	alimentos                      volcanes combustibles                      sustancias químicas	Las mismos conceptos
		R25,30	alimentos                      volcanes combustibles	Las mismos conceptos
		R12,40,17,11,16,15,1,9,14,7,10,35,41,4,33,38,22,19,18	Volcanes	Las mismos conceptos
		R3,12	alimento volcanes	Las mismos conceptos
		R6,32,28,36,37,27,23,25	alimentos	Las mismos conceptos
		R8,43	no contesta	
		tipos de energía lumínica	R31,1	agua
	R11		combustible	las mismas categorías
	R34,25,23,40,21,26,2,28,32,35,6,14,3,9,5,39,42,27,28,18,37,1		estrella	las mismas categorías
	R17,13,12,15,1936,20,4,43,41,8,10,7,24		no contesta	

		R22	vientos	las mismas categorías
		R24,3,20,33,30, 19,15,28,1,13,17 ,25,23	no contestan	
		R39	alimento sustancias químicas	las mismas concepciones
		R5,36	volcanes estrellas	las mismas concepciones
		R9,7,10,8,35,41, 43,38,2,37,18,11, 16,42	sustancias químicas	las mismas concepciones
		R26	vientos	las mismas concepciones
	Tipos de energía térmica,	R31,23,25,42,28, 37,2,30	volcanes	Los mismos conceptos
		R1, 27, 22, 36, 41, 35,14,9	Agua, viento	Las mismas categorías
		R17	alimentos	Las mismas categorías
		R13,26	Sustancias químicas	Las mismas categorías
		R34, 12,15,16, 11,19,33	No contesta	
		R18,38	viento	Las mismas categorías
		R21,39	Volcanes ,estrella	Las mismas categorías
		R29,6	Combustibles sustancias químicas	Los mismos conceptos
		R5,20,4,32,43,8, 10,7,3,24,	Agua, volcanes No contestan	Los mismos conceptos
	tipos de energía de las sustancias químicas	R31,40,42,37,32, 6	Sustancias químicas	Los mismos conceptos
		R34,23,11,2,4	Alimentos combustibles	Los mismos conceptos
		R25,40,27	combustibles	Los mismos conceptos
		R17, 28,30,10,9,	Combustibles sustancias químicas	Los mismos conceptos
		R13, 12,26	alimentos	Los mismos conceptos
		R1,15,19,33,20,3 5,7,3,5	Alimentos combustibles sustancias químicas	Los mismos conceptos
		R16	agua	Los mismos conceptos
		R18	volcanes sustancias químicas	Los mismos conceptos
		R22	estrella	Los mismos conceptos
		R21,14,39,24	Alimentos sustancias químicas	Los mismos conceptos
		R29, 21,43,8,	no contestan	

		R38	volcanes	Los mismos conceptos
	tipos de energía atómica	R24,3,20,33,30,1 9,15,28,1,13,17,2 5,23	No contesta	
		R39	Alimentos sustancias químicas	Los mismos conceptos
		R5,36	Volcanes, estrella	Los mismos conceptos
		R9,7,10,8,35,412 ,43,38,2,37,18,11 ,16,42	Sustancias química	Los mismos conceptos
		R14,6,32,4,29,27 12	combustible	Los mismos conceptos
		R26	vientos	Los mismos conceptos
		R21,40	alimentos	Los mismos conceptos
		R22	agua, estrella	Los mismos conceptos
		tipos de energía Eólica	R31	estrella, sustancias químicas
	R24,39,5,9,3,14, 7,10,6,35,41,32,4 ,20,19,37,11,16,1 5,28,1,12,42,13,4 0,17,25,23		vientos	Los mismos conceptos
	R38,2636,18		No contestan	
	R8,43		volcanes	Los mismos conceptos
	R27,38,2,29,26		sustancias químicas no contestan	Los mismos conceptos
	tipos de energía hidráulica		R24,9,3,14,7,10, 6,8,35,41,32,4,20 ,33,30,38,2,29,26 ,36,21,19,37,18,1 1,16,15,28,1,12,4 2,13,40,17,25,23,	agua
		R5	Agua ,vientos	Los mismos conceptos
		R39	combustibles	Los mismos conceptos
		R22	vientos	Los mismos conceptos
		R27	Sustancias químicas	Los mismos conceptos
		Tipos de energía eléctrica	R31,3	agua, combustible
	R6		Sustancias químicas, estrella	Los mismos conceptos
	R29, 30,4		Sustancias químicas	Los mismos conceptos

		R7,9,34,23,25,17,40,15,16,18,19,22,26,2,38,33,20,32,41,8	No contesta	Los mismos conceptos
		R39,27,11	combustible	Los mismos conceptos
		R43	agua	Los mismos conceptos
		R13,1,35	agua, viento, combustible	Los mismos conceptos
		R28,	vientos	Los mismos conceptos
	tipos de energía radiante	R37, 36	alimentos	Los mismos conceptos
		R2	combustible sustancias químicas	Los mismos conceptos
		R31, 27	Sustancias químicas	Los mismos conceptos
		R16	alimentos	Los mismos conceptos
		R6,14,3,5,23,12,1,29,33,4,32	estrella	Los mismos conceptos
		R10,7,9,34,245,17,40,15,18,19,22,36,2,20,41,8,	no contestan	
		R39,28,21,38,	volcanes estrella	Los mismos conceptos
		R11	alimentos, volcanes, estrellas, sustancias Q.	Los mismos conceptos
		R26	Volcanes	Los mismos conceptos

En cuanto el segundo diagrama los conceptos en acción son los siguientes, **estrella, volcanes, sustancias químicas, agua, viento. Combustibles y alimentos.** Aquí en este cuadro se infieren las proposiciones con el conversatorio, ya que los conceptos en acción vendría a ser las mismas categorías, sé podría decir que en las palabras seleccionadas se detecta que los participantes no diferencian con claridad cuales son fuentes y cuales son las clases o tipo de energía.

Algo a resaltar en instrumento 3, la mayoría de participantes no responden ni los tipos ni las fuentes, como por ejemplo en el tipo de energía radiante (R10, 7,9,34,245,17,40,15,18,19,22,36,2,20, 41,8,), también en el caso del tipo de

energía eléctrica (R7,9,34,23,25,17,40,15,16,18,19,22,26,2,38,33,20,32,41,8), energía atómica R24, 3,20,33,30,19,15,28,1,13,17,25,23). Esto confirma lo anteriormente dicho sobre la aseveración que los participantes no diferencian entre estas dos opciones. Para reforzar este análisis se hará con el conversatorio, ya que este permitiría inferir los teoremas en acción.

También se observó que para los participantes codificados con R8,43 consideran como fuente de la energía eólica a los volcanes, para otros como R27 considera como fuente de la energía eólica a las sustancias químicas y R37, **39,36**; para ellos la fuente de la energía lumínica y radiante son los alimentos, elección que permite afirmar que sus respuesta son como se manifiesta en la teoría de los campos conceptuales cuando habla de situaciones, donde el sujeto no dispone de todas los elementos necesaria para dar respuesta adecuada a determinada situación; debido a que no posee esos elementos, debe recurrir a indagar internamente, pero muchas veces con resultados infructuosos ya que no encuentra nada que de cuenta de la respuesta para enfrentar esa situación, procediendo a esbozar posibles objeciones producto de reflexiones y comparaciones interna, pero que en resumidas cuentas, no consigue las proposiciones o enunciados pertinentes, para dar una solución.

### 6.3 ANÁLISIS DEL INSTRUMENTO 4. (Ver anexo 4)

**Tabla 6.** Descripción y análisis del instrumento 4

Situación	pregunta	participantes	categorías	proposiciones
Número 4	¿Que se esta conservando en cada una de las fichas del pentamino y en cada configuración? analiza.	Equipo 1 R5, 34, 13, 29, 22,16.		No contesta
		Equipo 2 R39,18,20,42,21,26		No contestan
		Equipo 3 R31,25,32,23,36,	línea recta	Siempre en cada una de las posibles formas que podemos hacer con los cubos, siempre se conserva una línea recta.
	B: I. ¿Es posible que algún tipo de acción modifique el numero de cubos?	Equipo 4 R27,30,35,28,19,33,1	lados	Se está conservando el número de cubos. También que el número de lados de cubos se conservan.
		Equipo 5 R40,4,26,15,37,3	No se identifica	Queda igual
		Equipo 6 R11, 9, 10, 41, 16,38, 44.	No se identifica	No contestan.
		Equipo 7 17,29,36,37,43,36,14	No se identifica	Seis o siete.
		Equipo 1 (R5, 34, 13, 29, 22,16).	movimiento	Si como el movimiento
		Equipo 2 R39, 18, 20, 42, 21.		No contestan.
		Equipo 3 R31, 25, 32,23.	Viento posición	Si, entre ellos se encuentra el viento, la posición y el tamaño.

		Equipo 4 R27,30,35,28,19,33,1	peso	Que el cubo movido desequilibra el peso de los demás y debido a esto se derrumba la estructura.
		Equipo 5 R40,4,26,15,37,3		No contestan
		Equipo 6 R11,9,10,41,16,38,44	movimiento	Si, la acción que los modifica es el movimiento, o sea cuando nosotros los cambiamos de un lugar a otro
		Equipo 7 17,29,36,37	No se identifica	no
	<b>II.</b> ¿Qué Observas?	Equipo 1 R5,34,13,29,22,16		No contestan
		Equipo 2 R39, 18, 20, 42, 21		No contestan
		Equipo 3 R31,25,32,23	Posición, equilibrio	Al organizar el cubo de tal forma de que quede en una posición que permite el mejor equilibrio.
		Equipo 4 R27,30,35,28,19,33,1	movimiento	Que cuando se hace un leve movimiento los cubos medio se mueven, pero si se retira uno de ellos la estructura se desbarata.
		Equipo 5 R40,4,26,15,37,3	No contestan.	
		Equipo 6 R11,9,10,41,16,38,44	No contestan.	
		Equipo 7 17,29,36,37,43	No se identifica	Siempre se desplomaron los cubos.

	III. ¿Cambia apreciablemente la configuración de la arquitectura resultante después de la destrucción?	Equipo 1 R5,34,13,29,22,16	No se identifica	Si cambia, pero la base continua en la misma posición
		Equipo 2 R39,18,20,42,21		No contestan.
		Equipo 3 R31,25,32,23	superficie	Si, ya que los cubos se dispersan por la superficie.
		Equipo 4 R27,30,35,28,19,33,1	Se conservan los cubos	Si cambia la configuración de la arquitectura ya que al derrumbarse los cubos, la estructura se destruye pero los cubos siguen siendo iguales.
		Equipo 5 R40,4,26,15,37,3		No contestan.
		Equipo 6 R11,9,10,41,16,38,44		No contestan.
		Equipo 7 17,29,36,37,43	No se identifica	Si, los cubos se desmoronaron.
	IV. ¿Cual crees que sea la posición que más le gusta a los cubos?	Equipo 1 R5,34,13,29,22,16	superficie	La posición que hace que ellos se encuentren en un estado estable como: tetraminó, dominó y tridominó. Bien sea apoyado sobre alguna superficie o en el aire.
		Equipo 2 R39,18,20,42,21	Función lados	La posición inicial porque todos sus lados son iguales para cualquier posición que se ponga no cambia su función.

		Equipo 3 R31,25,32,23	Línea horizontal	En línea horizontal.
		Equipo 4 R27,30,35,28,19,33,1	rectángulo	Nos parece que es formando un rectángulo, porque de esta forma no se daña la figura.
		Equipo 5 R40,4,26,15,37,3		No contestan.
		Equipo 6 R11,9,10,41,16,38,44	No se identifica	De una manera donde cada uno este encima del otro simultáneamente.
		Equipo 7 17,29,36,37,43		No contesta
	V. A interactuar reúnete con otro grupo, y arma estructuras, puedes utilizar los cubos que quieras, pero cada grupo debe armar su propia estructura. Cuenta los cubos que utilizaste, te faltan o te sobran cubos?	Equipo 1 R5,34,13,29,22,16	No se identifican	Teníamos seis cubos, utilizamos 12 cubos.
		Equipo 2 R39,18,20,42,21	No se identifican	El grupo vecino 6 Nosotros 6
		Equipo 3 R31,25,32,23	No se identifican	El vecino 6 Nosotros 6
		Equipo 4 R27,30,35,28,19,33,1	No se identifican	nueve cubos y nosotros tres
		Equipo 5 R40,4,26,15,37,3	No se identifican	No contesta
		Equipo 6 R11,9,10,41,16,38,44	No se identifican	Por todo los dos equipos hay 12, utilizamos 7
		Equipo 7 17,29,36,37,43	No se identifican	No contesta
	VII. ¿Se esta conservando el numero de cubos?	Equipo 1 R5,34,13,29,22,16	No se identifican	Teníamos seis cubos, utilizamos 12 cubos.
		Equipo 2 R39,18,20,42,21	No se identifican	El grupo vecino 6 Nosotros 6
		Equipo 3 R31,25,32,23	No se identifican	El vecino 6 Nosotros 6
		Equipo 4 R27,30,35,28,19,33,1	No se identifican	nueve cubos y nosotros tres

		Equipo 5 R40,4,26,15,37,3	No se identifican	No contesta
		Equipo 6 R11,9,10,41,16,38,44	No se identifican	Por todo los dos equipos hay 12, utilizamos 7
		Equipo 7 17,29,36,37,43	No se identifican	Se está conservando el numero de cubos hay 42 cubos
	<b>VIII.¿Permaneció Constante?</b>	Equipo 1 R5,34,13,29,22,16	No se identifica	SI
	¿Como explicas lo ocurrido?	Equipo 2 R39,18,20,42,21	No se identifica	Si y lo explicamos porque con 12 cubos de los dos grupos se pudo hacer una figura y los cubos permanecieron constante.
		Equipo 3 R31,25,32,23	equilibrio	Pues si ya que fue una figura bien elaborada con equilibrio
		Equipo 4 R27,30,35,28,19,33,1	No se identifica	Fue constante
		Equipo 5 R40,4,26,15,37,3	No contestan	
		Equipo 6 R11,9,10,41,16,38,44	Peso, fuerza,	El peso y la fuerza de gravedad producida creaban un desnivel
		Equipo 7 17,29,36,37,43	No se identifican	Si en todo el salón habían 42

Ensayo sobre la Energía	Equipo 1 R5,34,13,29,22,16	Estados, potencial, cinética, calórica, eólica, hidráulica, química, trabajo, estructura y cambio	La energía tiene diferentes estados: potencial, cinética, calórica, eólica, hidráulica, química, entre otras, pues se debe al trabajo que se realice en cada una como ejemplo están los cubos, pues en ellos se puede ver que hay energía cinética, potencial debido a su estructura y a su cambio
	Equipo 2 R39,18,20,42,21	Transformación energía	Como conclusión que todo tiene energía bien sea transformándose de una a otra pero siempre tiene energía.
	Equipo 3 R31,25,32,23	energía cinética, potencial, calórica, química, eléctrica y la nuclear	La energía sufre diferentes cambios, entre ellas se encuentra la energía cinética, potencial, calórica, química, eléctrica y la nuclear. En este ejercicio encontramos la energía potencial y en el momento de que estos se derrumba se podía observar la energía cinética.

		Equipo 4 R27,30,35,28,19,33,1	Trabajo, energía cinética, eléctrica, química, calórica, lumínica, potencial, hidráulica	La energía es la capacidad de realizar trabajo, el cual esta directamente relacionada con otros tipos de energía como lo son: la energía cinética, o de movimiento, eléctrica, energía química, energía calórica, energía lumínica, energía potencial, energía hidráulica, entre otras.
		Equipo 5 R40,4,26,15,37,3		No contesta
		Equipo 6 R11, 9, 10, 41, 16, 38,44.	energía: nuclear, lumínica, química, potencial, cinética, trabajo	Uno de los fenómenos mas importantes es la energía, existen varios tipos de energía: nuclear, lumínica, química, potencial, cinética.  La energía es también definida como la capacidad de realizar un trabajo.

		Equipo 7 17,29,36,37,43	Evoluciona, movimiento, potencial, cinética, eólica, hidráulica,	La energía no se crea ella evoluciona. Proporcionalmente ayuda a generar movimiento y diversas acciones asociadas, existen distintos tipos de energía como potencial, motriz, y la mas importante y presente es la cinética que puede llegar a ser la combinación de dos energías también existe otra que de cierto modo es nueva, la potencial, también son asociadas a los elementos de la naturaleza, como la eólica, hidráulica,. Todo movimiento en si puede crear energía.
--	--	----------------------------	---	---

Los conceptos en acción que fueron evocados por los estudiantes para darle solución a la situación experimental planteada fueron los siguientes: **Transformaciones, fuerza de gravedad, conservación, energía calórica, energía hidráulica, trabajo, peso, energía cinética, línea recta, superficie, función, energía potencial, energía térmica, energía química y energía nuclear**, estos conceptos en acción fueron utilizados principalmente en la última parte de las situaciones, en la cual se les propuso directamente que elaboraran una interpretación del concepto de energía.

Los demás ítems que debían resolver muestran que los estudiantes no asociaron esta actividad con el principio de conservación de la energía, pues sus respuestas

son dadas desde lo que observaron en el momento. Por ejemplo cuando se les pregunta ¿qué se está conservando en cada ficha del pantomimo? Responden que *“siempre en cada una de las posibles formas que podemos hacer con los cubos, siempre se conserva una línea recta”* o *“se está conservando el número de cubos, también el número de lados de cubos se conservan”* como vemos para darle respuesta a estas situaciones algunos de los participantes recurrieron a términos propios de la geometría como son: línea recta, superficie, función, línea horizontal, aunque no hay significados acordes con la parte disciplinar de esta área y si bien la física para explicar la parte algunos fenómenos físicos utiliza la geometría su significado no corresponde, Lo mismo pasa con el concepto de fuerza de gravedad, el cual utilizan para decir que *“los cubos en desequilibrio se caen”*.

Por otro lado los teoremas en acción identificados muestran que los estudiantes tienen una interpretación mecánica y memorística del concepto de energía y se podría decir que de su conservación, desconocen parcialmente esta característica de la energía, ya que no evocaron conceptos que den cuenta de esta. Otra proposición que corrobora lo anteriormente dicho (interpretación mecánica y memorística), es que en sus respuestas muchos escribieron que *“la energía es definida como la capacidad de realizar trabajo”*. Definición que es muy utilizada en los libros de texto de física en la enseñanza secundaria.

Otro punto a resaltar es que ellos identifican los diferentes tipos de energía (nuclear, lumínica, química, potencial entre otras) pero no tienen presente que la energía se transforma de energía lumínica a energía química por ejemplo, en el proceso de la fotosíntesis, esta se conserva. Para ellos hay diferentes tipos de energía, de las cuales la única que se transforma es la energía potencial a energía cinética dado que identifican claramente el cambio que se da cuando un cuerpo en reposo entra en movimiento. Sin embargo no lo asocian en ningún momento con

el principio de la conservación de la energía. Pues dicen que la energía potencial al transformarse en cinética se agota o se merma.

## 6.4 ANÁLISIS DEL CONVERSATORIO

**Tabla 7.** Análisis del conversatorio

Teoremas en acción	Conceptos en acción
<p>I: ¿Cual palabra elegiste?</p> <p><b>E:</b> alimento</p> <p>I: ¿Porque seleccionaste la palabra de alimento?</p> <p>E: "porque me parece que es la más relacionada con la energía ya que esta da fuerzas para realizar diferentes actividades".</p> <p>I: ¿Sabes que clase de energía tienen los alimentos?</p> <p>E: Energía química</p> <p>I: ¿Sabes en que forma se encuentra la energía en los alimentos?</p> <p>E: Se encuentra almacenada y cuando los consumimos por medio metabolismo se transforma en energía química.</p> <p>I: ¿Tu nombre?</p> <p>E: Roberto.</p> <p>I: ¿Cuál palabra seleccionaste?</p> <p>E: seleccione la pila eléctrica</p> <p>I: ¿Porque la seleccionaste?</p> <p>E: "porque en ella hay energía almacenada"</p> <p>I: ¿De que tipo?</p> <p>E: Potencial</p>	<p>Alimento,</p> <p>Química,</p> <p>Metabolismo,</p> <p>Transformación</p> <p>Pila eléctrica</p> <p>Potencial</p>

<p>I: Tu nombre E: Carmenza.</p> <p>I: ¿Que palabra seleccionaste? E: También elegí la pila eléctrica</p> <p>I: ¿Porque? E: "Porque en la pila se encuentra una energía almacenada, que se cambia en energía eléctrica".</p>	Energía eléctrica
<p>I: Bueno vamos con los estudiantes que eligieron la palabra electrodoméstico.</p> <p>I: Tu nombre E..Nikol.</p>	Electrodoméstico
<p>I: ¿Porque elegiste esta palabra? E: porque para que funcionen un electrodoméstico necesita de energía eléctrica</p>	Energía eléctrica Mecánica
<p>I: ¿Que clase de energía hay en una licuadora? E: energía eléctrica, mecánica, cinética</p>	cinética
<p>I: ¿Usted sabe que clase de energía forman la energía mecánica que estas nombrando? E: no... No se.</p>	
<p>I: es la sumatoria de la energía potencial y la energía cinética (entendiendo por energía potencial la gravitatoria, elástica y cualquier otra energía)</p>	
<p>I: Ahora si vemos el ejemplo que daba cristina habló sobre el ventilador.</p>	
<p>I: ella decía...Si un ventilador esta instalado en el techo de una casa, quieto</p>	potencial
<p>I: ¿Que clase de energía tiene? E: potencial</p>	cinética

<p>I: si lo ponemos a funcionar ¿que clase de energía tiene?  <b>E:</b> Cinética o de movimiento, eléctrica.</p> <p>I: ¿Razón por la cual Eligieron la palabra trabajo?</p> <p>I: Tu nombre  <b>E:</b> Iselly</p> <p>I: Porque seleccionaste la palabra trabajo  <b>E:</b> "Porque la energía es la capacidad de realizar un trabajo".</p> <p>I: ¿Alguien más que dar un aporte sobre la elección de la palabra trabajo?</p> <p>I: no. no...</p> <p>I: las personas que eligieron la palabra movimiento.  <b>E:</b> (no contestaron)</p> <p>I: Bueno muchachos socialicemos las respuestas que eligieron, en este caso; son varios los que eligieron esta palabra</p> <p>I: no dan ninguna razón por la cual la eligieron.</p>	<p>eléctrica</p> <p>trabajo</p>
<p><b><u>Instrumento 2</u></b></p> <p><b><u>Transformación y degradación</u></b></p> <p>I: Se le pone gasolina a una moto, se prende, al cabo de un rato la moto necesita más gasolina. ¿A dónde fue a parar la gasolina?</p> <p>¿Como se llama ese proceso de pasar de energía la química a energía cinética, luego a energía calórica?  <b>E:</b>...Se llama transformación</p> <p>¿Puedo transformar la energía calórica en gasolina otra vez?  <b>E:</b> No</p> <p>Porque  <b>E:</b>...La cantidad de gasolina se conserva pero se cambia por otra</p>	<p>Transformación</p>

<p>energía.</p> <p><b><u>Instrumento 3</u></b></p> <p><b><u>Clases y fuentes de energía</u></b></p> <p>Fogata encendida</p> <p>¿Alguien quiere hablar de la respuesta que dio?  E...“la fogata tiene energía, cinética, calórica”  E...“yo digo que hay energía calórica, Lumínica, cinética”.</p> <p>I. en el caso de lámpara o foco encendida  <b>E</b>...es la eléctrica y lumínica.</p> <p>¿Alguien tiene algo más que agregar?  No...</p> <p>¿Cohete en movimiento que clase de energía tiene?</p> <p>Simón...“Energía potencial, eléctrica mecánica cinética, lumínica”.</p> <p>”.El cohete para despegar necesita un combustible como la gasolina  luego se va transformando, en eléctrica calórica, lumínica”.</p> <p>“Lumínica porque enciende las farolas, cinética por el moviendo,  Potencial por el combustible, eléctrica porque el combustible se  convierte en eléctrica”,</p> <p>Molino de viento en movimiento tienen energía  E...Eólica,</p> <p>¿Porque crees que es esa?  E.”Porque es la que proviene de los vientos”.</p> <p>Una vaca pastando  E...energía química</p> <p>E... energía potencial</p>	<p>energía, cinética, calórica</p> <p>Energía calórica, Lumínica,  cinética.</p> <p>eléctrica y lumínica</p> <p>Energía potencial, eléctrica  mecánica cinética, lumínica.</p> <p>Eólica,</p>
--	---

<p>¿Me quieres decir que es para ti energía potencial? No ... no lo se</p> <p>¿Porque crees entonces que energía potencial? E...porque la vaca esta parada</p> <p>I. Si tengo la vaca en la cima de la montaña a punto de caer que clase de energía crees que tiene? E. La misma</p> <p>I. ¿Quieres agregar algo a la pregunta? E. Yo diría que tienen energía cinética porque esta moviendo la mandíbula para comer</p> <p>Una descarga eléctrica que clase de energía tienen E. Energía cinética, lumínica</p> <p>I. ¿en un corto que clase de energía hay? E. Eléctrica, lumínica y cinética</p> <p>I. ¿ Porque crees que es cinética? E. "porque el cable se revienta y se mueve".</p> <p>I. ¿En un trueno que clase de energía hay? E... "hay una descarga eléctrica "</p> <p>I. Una fumarola que clase de energía es E... Calórica, lumínica, química, alumbra, porque caliente y química porque si es hecha de leña, la leña tienen energía química</p> <p>I. En el cuadro se mostraba las diferentes tipos de energía y sus fuentes</p> <p>I. ¿Cual es la fuente de la fuente de la energía química? E...La fuente de esa energía es por decir la de la gasolina, carbón, gas, de ahí sale ese tipo de energía.</p> <p>I. ¿Energía solar? E... "yo seleccione la estrella porque el sol es una estrella cuya fuente el sol"</p>	<p>Potencial</p> <p>Cinética</p> <p>química</p> <p>Eléctrica, lumínica y cinética</p> <p>Calórica, lumínica, química, alumbra, porque caliente y química</p>
---	--

<p>calórica</p> <p>Volcanes estrellas, ¿Porque los volcanes? ¿Y no los alimentos? E... “porque cuando se activan votan lava muy caliente y muchas veces se les ve fumarolas de candela y de humo”.</p> <p>I. Con el agua se puede generar energía calórica E... “Por medio del movimiento del agua en las represas se produce energía eléctrica que llega a las casas y por medio de Una Parrilla podemos calentar el agua.”</p> <p>I. A ver quien quieres decir algo más? E... “es que la energía sufre cambios”</p> <p>I. Los alimentos pueden generar energía calórica Si, por medio de la digestión pasa a ser energía calórica</p> <p>¿Cual es la fuente de La energía lumínica? Las estrella, volcanes, química</p> <p>Energía térmica</p> <p>“Estrella, volcanes porque están compuesto de materia” y estos se calientan”</p> <p>Energía atómica de donde provienen E. “De los Átomos, ¿<b>donde se encuentran?</b> dentro de las sustancias” Ejemplo los combustibles ¿Fuente de energía eólica?</p> <p>E...De los vientos,</p> <p>E...”Por medio de molinos”.</p> <p>El viento puede generar energía eléctrica Si, por medio de molinos</p> <p>¿Cuál es la fuente de la energía hidráulica? E...”la fuente es el agua</p>	<p>combustibles</p> <p>Estrella</p> <p>Volcanes estrellas</p> <p>estrella, volcanes, química</p> <p>Estrella, volcanes</p> <p>Átomos, sustancias</p> <p>Vientos agua</p>
--	--

La intencionalidad del conversatorio es ratificar y ampliar los conceptos y teoremas en acción presentados por los estudiantes en el instrumento 3 ya que se encontró dificultad para inferir los teoremas en acción por sus respuestas lacónicas. Los resultados arrojados por el conversatorio determinó mayor claridad en invariantes operacionales activados por los sujetos, los conceptos en acción utilizados en el conversatorio y en el instrumento 3 algunos se ratificaron y otros se ampliaron como el de la vaca pastando, para otros caso son los mismos conceptos; a continuación se citan algunas proposiciones utilizadas para dar cuenta de las preguntas, así:

- Para la pregunta número 1, la “fogata encendida” se ampliaran las proposiciones o teoremas “la fogata tiene energía cinética y calórica por que hay una llama”, teniendo como conceptos en acción la energía cinética y calórica. Otra proposición es: “yo digo que hay energía calórica, lumínica y cinética por la llama presente, por el calor y porque la llama se mueve”; teniendo como conceptos en acción la energía calórica, lumínica y cinética; los conceptos hallados en estas proposiciones son los mismos que se encontraron en el instrumento 3.
- En la pregunta dos, “foco o lámpara encendida”, se encuentra una sola proposición “ya que la electricidad permite ver la luz del foco”, confirmando el concepto en acción mencionado antes de energía eléctrica y lumínica.
- De la pregunta 3, “una bola saltando”, solo se encuentra una proposición “Sólo tiene energía cinética porque esta en movimiento” y el concepto en acción que la determinan corresponde al mismo del instrumento 3, la energía cinética; asociándola al movimiento y desconociendo las transformaciones presente en esta situación.

- Para la cuarta pregunta, “cohete en movimiento”, los conceptos puestos en acción fueron ampliados, ya que en el instrumento 3 sólo se evidenció la energía cinética por parte de la mayoría de los estudiantes. En el conversatorio los participantes analizan las situaciones y determinaron que están presentes en este fenómeno otros tipos de energías como son la potencial, eléctrica, mecánica, cinética y lumínica.

Como teorema en acción “El cohete para despegar necesita un combustible como la gasolina luego se va transformando en eléctrica, calórica y lumínica. Lumínica porque enciende las farolas, cinética por el movimiento, potencial por el combustible, eléctrica porque el combustible se convierte en eléctrica”.

- En la pregunta 5, “molino de viento en movimiento”, se evidencia una diferencia en cuanto a la categoría en acción, ya que en el instrumento 3 los estudiantes identificaron la energía cinética, y en el conversatorio cambiaron su respuesta a energía eólica. La proposición que se evidencia es: “Eólica porque es la que proviene de los vientos”. Es de aclarar que los estudiantes codificados como R21 y 28 en el instrumento 3 identificaron dos tipos de energía la cinética y la eólica, mientras que en el conversatorio no se ratifica esta concepción.
- De la pregunta 6, “una vaca pastando”, se encuentra que los conceptos en acción se ampliaron con respecto a la situación 3, ya que en la situación solo mencionan la energía potencial, mientras que en el conversatorio identifican la química y la potencial. La proposición ampliada es “energía potencial porque la vaca esta parada”.

En el conversatorio se encontró otra proposición muy del sentido común, pues al preguntarles a los estudiantes si deseaban agregar algo mas. “Yo diría que tiene energía cinética porque esta moviendo la mandíbula para Comer”

- Para la pregunta 7, “una descarga eléctrica”, se infiere que los conceptos en acción cambiaron con respecto al instrumento 3 en el que se manifestó como concepto en acción la energía eléctrica, en esta ocasión mencionan la energía cinética y lumínica, ratificándolo con la siguiente proposición “la energía es cinética porque el cable se revienta y se mueve”; lo cual hace palpable un réplica de sentido común, sin relación con el sentido disciplinar o formal, continúan reconociendo la energía cinética por el movimiento visible.
- En la pregunta 8, fuentes o fumarolas “Calórica, lumínica porque alumbra, calórica porque calienta y química porque si es hecha de leña, la leña tienen energía química”.

En términos generales el conversatorio nos dio más pautas para identificar los invariantes operatorios que poseen en la estructura cognitiva de los participantes, como se ve en algunos casos se cambiaron, ratificaron y ampliaron, se deduce que en los instrumentos analizados el sentido común está alejado del pensamiento científico, aunque se recurre a términos propios de la física.

**Tabla 8.** Teoremas y Conceptos en Acción General de todos los Instrumentos

CONCEPTOS EN ACCIÓN	TEOREMAS EN ACCION
<p>Analizando todos los instrumentos se infiere que los conceptos en acción utilizados para las situaciones problemas, más reiterativos son:</p> <p>Transformación, reproducción, plantas, luz artificial, cultivo, nutrición, energía eléctrica, cinética, calórica, lumínica, mecánica, potencial, química, energía no renovable, movimiento, conversión, combustión, evaporación, residuos tóxicos, Ambiente y contaminación.</p>	<p>Se infieren los teoremas activados u operatorios que dan respuestas a las diferentes situaciones planteadas en todos los instrumentos:</p> <p>La energía se encuentra en las cosas para hacer algo. Utilidad y funcionalidad.</p> <p>Si hay movimiento hay energía a nivel macro. Para ellos estar parada o en reposo indica energía potencial.</p> <p>Para que haya reproducción y nutrición en las plantas debe haber luz.</p> <p>La energía se agota, disminuye, falla o se acaba.</p> <p>Si hay fuerza, hay energía.</p>

## CONCLUSIONES

El concepto de energía tiene connotaciones diferentes, en el ámbito cotidiano y el científico, razón por la cual se le dificulta a los estudiantes su adecuada comprensión y aprendizaje.

Se detectó dificultad para diferenciar entre el concepto de energía, sus fuentes y sus tipos.

La mayoría de sus repuestas activaron conceptos desde la biología y la geometría para dar respuesta a las diferentes situaciones sin conexión al concepto indagado.

Los términos propios de la disciplina evocados son confundidos con otros conceptos.

Los participantes desconocen ciertas características de la energía como la transferencia, la degradación y cómo se da el principio de conservación de ésta.

Reconocen la energía como algo innato en los cuerpos, como ingrediente o sustancia, como algo funcional, con capacidad de dar movimiento por si solo.

La teoría de los campos conceptuales es una teoría que permite tejer los conceptos en una red de relaciones con otros.

Los teoremas y conceptos en acción evocados por los participantes; a pesar de ser términos propios de la física, no le dan los significados reconocidos científicamente.

Al indagar por invariantes operatorios se detectó que sus respuestas, son más sentido común y al ser contrastada con las investigaciones de Castro, Mejía Y Meneses, Pérez Landazábal arrojaron los mismos resultados, una concepción mecanicista de la energía, pues hay quienes afirman que la energía es la capacidad para realizar trabajo.

## RECOMENDACIONES

Utilizar la teoría de los Campos Conceptuales en busca de comprender e identificar los conceptos y teoremas en acción que son activados por los estudiantes, como estrategia diagnóstica para conocer como operan estos invariantes operatorios.

Conocer los esquemas preestablecidos desde la visión de sentido común, da la posibilidad de aplicar estrategias que sirvan para que se construyan procesos de aprendizaje a largo plazo que conlleven a construcciones con significado.

En el instrumento tres y dos, sobre los tipos y fuentes de energía de la propuesta didáctica de Castro, Mejía y Meneses (2002), para identificar las proposiciones o teoremas que utilizan los estudiantes es necesario pedirle que justifique su respuesta.

Enseñar el concepto de energía en el nivel de la secundaria a partir de los invariantes operatorios presentes, en la estructura cognitiva de los estudiantes, con fin de crear reflexiones, rupturas y filiaciones sobre los constructos existente y la concepción científica.

Tener en cuenta los teoremas y conceptos en acción que evocan los estudiantes para generar acciones que permitan el progreso conceptual del concepto de energía.

La aplicación de situaciones problemas da la oportunidad de que el estudiante confronte sus conceptos y teoremas en acción con los conceptos propios de la disciplina buscando favorecer el progreso conceptual del aprendizaje

## BIBLIOGRAFÍA

ALOMA, Eduardo; MALAVER, Manuel, (2007). Análisis de los conceptos de energía, calor trabajo y el teorema de carnot. En: textos universitarios de termodinámica, enseñanza de las ciencias, vol. 25 (3). Pág 387-400.

ANDRÉS, María; PESA, Marta y MENESES, Jesús. (2006). Conceptos en acción y teoremas en acción en estudiantes y profesorado de física: ondas mecánicas. *Revista de investigación N° 59*

ARONS, A. B. Teaching Introductory Physics. New York: Sohn Wiley and Sons. p. 45-86.

AYALA, María Mercedes; MALAGÓN, F. y GUERRERO, G. (1998) Elementos para introducir el concepto de energía mecánica sin recurrir al concepto de trabajo. En: Física y Cultura: Cuadernos sobre historia y cultura. Vol. 1, N° 4. p. 1-8.

BARRACA, A. (2001). El desarrollo de los conceptos energéticos en la mecánica y la termodinámica desde mediados del siglo XVIII hasta mediados del siglo XIX.- *Revista de la sociedad española de historias de las ciencias y las técnicas.*

CABALLERO CONCESA, M. (2005). La investigación en la enseñanza desde la perspectiva de los campos conceptuales de Gerard Vergnaud. *Revista educación y pedagogía* Vol. XVII N. 43.

CARDONA, ZABALA y CARDONA (2006). Gran enciclopedia estudiantil. Zamora, tomo II.

CASTRO, Adriano; MEJIA, Luz Estella y MENESES, Oscar; 2002. La mecánica. Una propuesta didáctica, como alternativa del aprendizaje significativo a partir del concepto de Energía. Una mirada desde el enfoque de sistemas e interacciones. CD de Monografía. Universidad de Antioquia. Centro de Documentación.

GRECA, Ileana; MOREIRA, Marco Antonio; 2003. Integrando modelos mentales y esquemas de asimilación ¿un referencial posible para la investigación en enseñanza de las ciencias?. Encuentro Iberoamericano sobre la Investigación Básica en Educación en Ciencias. p. 67-113.

HERNÁNDEZ, A. L., Tareas de planificación del módulo “La energía y los recursos energéticos” en el marco de la formación del profesorado. Enseñanza de las Ciencias, 8 (1), 1993. p. 23-30.

HIERREZUELO MORENO, J. y MOLINA, E. Una propuesta para la introducción del concepto de energía en el bachillerato. En: Enseñanza de las Ciencias. Vol., 8. N°1. 1990. Pp. 23-30.

LIANCAQUEO, Alfonso; CABALLERO, María Concesa y ALOQUEO, Paula. (2007). Conocimientos previos en física de estudiantes de ingeniería, enseñanza de las ciencias, 25 (2). p. 205-216.

LIANCAQUEO, Alfonso; CABALLERO, María Concesa y MOREIRA Marco Antonio. (2003). El concepto de campo en física una investigación exploratoria a la luz de la teoría de los campos conceptuales de verghnaud. Revista Brasileira de Ensino de Física, 25 (4), p.399-417.

LÓPEZ, Pacca Jesuína y KÁTIA, Henrique. (2004). Dificultades y estrategias para la enseñanza del concepto de energía, enseñanza de las ciencias, 22 (1), p. 159-166

MARTÍNEZ, J. Rol. (1998). Significados y construcción del concepto de energía interna en física. Córdoba, Trabajo de Grado. (Doctor en física) Universidad Nacional de Córdoba. Facultad de matemáticas, Astronomía y física.

PALMERO, María Luz; y MOREIRA Marco Antonio. (2004). La teoría de los campos conceptuales de Gérard Vergnaud. Programa Internacional de Doctorado en enseñanza de las Ciencias (PIDEC). Universidad de Burgos. España.

PEREZ LANDAZÁBAL, M.C. et.al. (1995). La Energía como núcleo en el diseño curricular de la física. Revista Enseñanza de las Ciencias. Investigación y Experiencias didácticas. 13 (I). p. 55-65

PESSOA DE CARVALHO, A. M. y CASTRO, R. S. (1992). La historia de la ciencia como herramienta para la enseñanza de la física en secundaria: un ejemplo en calor y temperatura. Enseñanza de las ciencias, 10(3). p. 289-294.

RAVILOLO, A. (1992). Núcleos conceptuales y secuencia constructivista en la enseñanza de la energía. Revista de enseñanza de la Física, Vol. 9, Nº 2. p. 33-45.

SÁNCHEZ, P. Et.al. (1997). Hacia un aprendizaje de la energía II. Burgos Encuentro Internacional sobre aprendizaje significativo. p.293-300

SEPULVEDA, Alonso. (1995). Historia de la física. Desde los griegos hasta nuestros días. Medellín: Fondo editorial cooperativo.

SOLBES, Jordi y TARIN. (1998). Algunas dificultades en torno a la conservación de la energía, enseñanza de las ciencias, 16(3).Pp.387-397.

SOLBES, Jordi y TARIN (2004). La conservación de la energía: Un principio de toda la física. Una propuesta y unos resultados, enseñanza de las ciencias. Vol. 22, (2). p. 185-194.

VERGNAUD. G. (1990). La théorie des champs conceptuels. Recherches en didactique des Mathématiques. Vol.10, No. 23 ; p. 133-170.

VERGNAUD, Gerad. (1998). A comprehensive theory of representation for mathematics education. *Journal of mathematical Behavior*, vol. 17(2). Pp.167-181.

## CIBERGRAFÍA

STIPCICH, MOREIRA, y CABALLERO. Las situaciones de una propuesta didáctica sobre la interacción gravitatoria  
<http://www.if.ufrgs.br/~moreira/vergnaudespanhol.pdf>

BARRANTES. (2002). La teoría de los campos conceptuales, cuadernos de investigación y formación en educación y matemáticas, Publicado en Investigaciones en Enseñanza de las Ciencias.  
<http://www.cimm.ucr.ac./cr/hbantes>.

# Anexo 1. Primer instrumento

Institución Educativa Normal Superior de Envigado

Nombre: \_\_\_\_\_ Grado: 10B

Fecha: Abril 9 de 2008

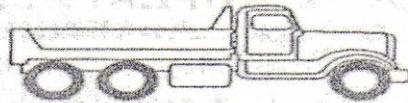
## Situación 1:

A. Entre las palabras que se indican a continuación elige dos, las que te parezcan más relacionadas con la energía y escribe dos frases que indiquen la relación entre la energía y cada una de las palabras que has elegido.

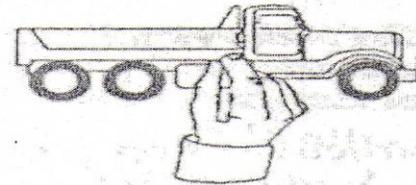
Alimentos <input checked="" type="checkbox"/>	Electrodomésticos <input checked="" type="checkbox"/>
Explosivos	Fuerza
Movimiento	Atleta
Pila eléctrica	Trabajo

## B.

Este es el camión de Micky.



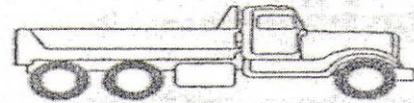
Se le da cuerda.



Se mueve.



y después se para.



Tomado de: Pérez-Landazábal, M. C y otros. La Energía como Núcleo en el Diseño Curricular de la Física. Revista Enseñanza de las Ciencias. 1995, 13(1).

¿Cuándo tiene el camión de Micky más energía? Justifica tu elección.

- 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.
- e. Siempre la misma.

Porque siempre es la misma pues que cuando está en movimiento es energía cinética y cuando para es energía potencial.

Soluci3n

Pila El3ctrica: por que ocasiona q' el aparato comprado o a utilizar  
funcione.

Electrodomesticos: por que da a que aquellos cosas a utilizar  
ya sea un televisor, un radio, un equipo, una  
grabadora den a funcionar con luz. y se cargen

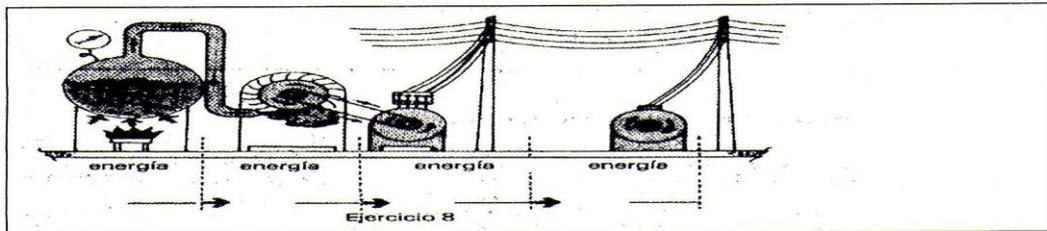
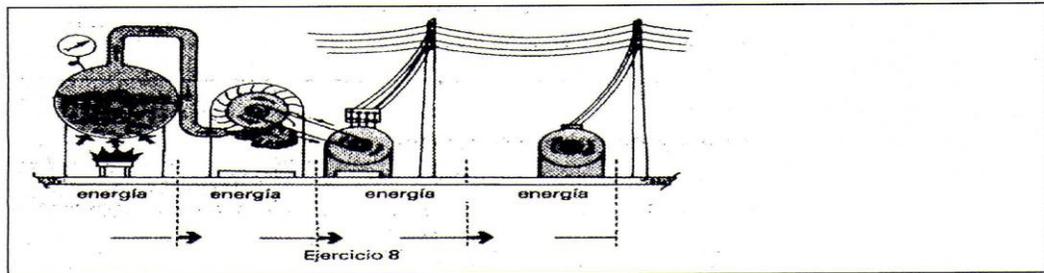
Justo cuando se keda cuerda:  
por que no tiene suficiente energia para andar y solo  
anda cuando a medida que camina para.

## Anexo 2A. Segundo instrumento 2A

Nombre \_\_\_\_\_ grado 10<sup>o</sup> B  
fecha abril 18 de 2009

### TRANSFORMACIÓN Y TRANSFERENCIA DE ENERGÍA

1. Explica cómo funciona un invernadero.  
el invernadero funciona con una luz artificial que puede proteger las plantas
2. Enumera las transformaciones de energía que tienen lugar en el sistema Sol-Tierra.  
energía calorífica, energía solar, energía eléctrica, energía luminica.
- 3.



En esta fotografía hay un gran número de transformaciones y transferencias de energía. Cuáles transformaciones y transferencias de energía puedes identificar.

calorífica, cinética, eléctrica, mecánica, potencial.

4. Un niño salta de un trampolín.  
¿Cuáles son las transformaciones de energía que se pueden dar: potencial, cinética.
  - a. El niño alcanza su máxima altura al saltar.  
cinética
  - b. Los pies del niño tocan el trampolín.  
potencial

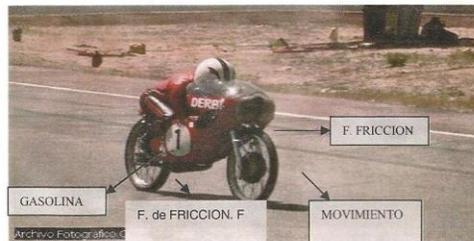
- c. El niño está momentáneamente en reposo sobre el trampolín.  
potencial
5. Describe las transformaciones de energía que ocurren cuando un atleta realiza un salto con garrocha.  
potencial  $\rightarrow$  cinética. porq' cuando está parado la energía es almacenada y cinética cuando hace el movimiento para saltar
6. ¿El salto con garrocha se transforma cuando la garrocha de madera se cambia por una de fibra de vidrio?  
\_\_\_\_\_
7. ¿Qué clase de energía tiene el resorte de un reloj?  
Mecánica, cinética, potencial
8. ¿Qué clase de energía utiliza un reloj mecánico de cuerda?  
potencial, cinética, Mecánica
9. ¿Qué pasa con la energía de un reloj cuando se atrasa?  
la energía está agotada

## Anexo 2B. Segundo instrumento 2B

INSTITUCIÓN EDUCATIVA NORMAL SUPERIOR DE ENVIGADO

Nombre \_\_\_\_\_

Grado---10<sup>o</sup>B



Juan toma su moto le coloca combustible y se va a darle la vuelta oriente, al llegar a Rionegro, se dio cuenta que la gasolina que le había puesto a la moto se había agotado.

- ¿Que se hizo la gasolina con que arranca la moto?
- ¿En que tipo de energía se transforma?
- ¿El producto de la combustión es de menor o de mayor calidad?

Solución

- La gasolina con que arranca la moto cuando se transforma en energía cinética y el proceso que se cumple es que se convierte en energía calórica.
- La gasolina es química pasa a cinética y se convierte en calórica.

e. la química es de mejor calidad porque es la que produce el movimiento y la energía en la moto.

h. No se puede revertir porque no podemos convertir la energía química a energía química.

i. Creo que la energía química cambia por que se va "evaporando" es decir se está acabando, y la moto deja de funcionar.

j. La conclusión que sacó es que la gasolina es un proceso químico que cambia de energía cinética a calorica y no se puede revertir.

Anexo 3. Tercer instrumento

10°B.

April 09 / 2008.

Situación 3:

CLASES Y FUENTES DE ENERGIA

- 1- Identificar en el siguiente diagrama, de acuerdo a la descripción, el tipo o tipos de energía que representa.

Fogata encendida: Energía Calórica. Lumínica.	Molino de viento en movimiento: Energía Cinética. Hidráulica
Foco o lámpara encendida: Energía lumínica. Enérgica. Calórica.	Vaca pastando: Energía Potencial. Calórica. Química.
Bola saltando en el piso: Energía Cinética.	Descarga eléctrica Energía Calórica. Eléctrica.
Cohete en movimiento: Energía Potencial. Química.	Fuentes de gas o fumarolas: Energía Térmica. Lumínica. Calórico

2. Correlacione en el siguiente cuadro, diferentes tipos de energía con la fuente o fuentes de origen. Marque con una X en el recuadro.

<b>Fuentes de energía</b>							
<b>Tipos de energía</b>	Agua	Viento	Alimentos	Volcanes	Estrellas	Combustibles	Sustancias químicas
Solar							
Calórica				X	X	X	X
Luminica							
Térmica							
Química			X				X
Atómica							
Eólica		X					
Hidráulica	X						
Eléctrica							
Radiante							

## Anexo 4. Cuarto instrumento

### PRINCIPIOS DE CONSERVACIÓN ACTIVIDAD EXPERIMENTAL

*Materiales:* 20 cubos.



¿Qué hacer?

Es fácil, comienza a jugar pero, tendrás que tener ciertas condiciones en cuenta.

1. Cuidar los juguetes y realizar las actividades propuestas.
2. Responder las preguntas.

**A:** (Te vamos a presentar figuras planas, pero tu vas ha realizar la actividad con los cubos)

Si tenemos unidades cuadradas del mismo tamaño, y queremos hacer acoplamientos con la condición de que un cuadrado debe compartir con otro por los menos un solo lado. Veamos un ejemplo:

**UNOMINÓ:** Todos los arreglos que se puedan hacer con un cuadrado.



Solamente tenemos un arreglo ya que no se puede acoplar con ningún otro.

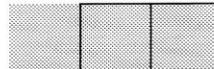
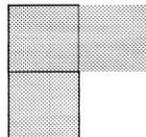
**DOMINÓ:** Todos los arreglos que se puedan hacer con dos cuadrados.



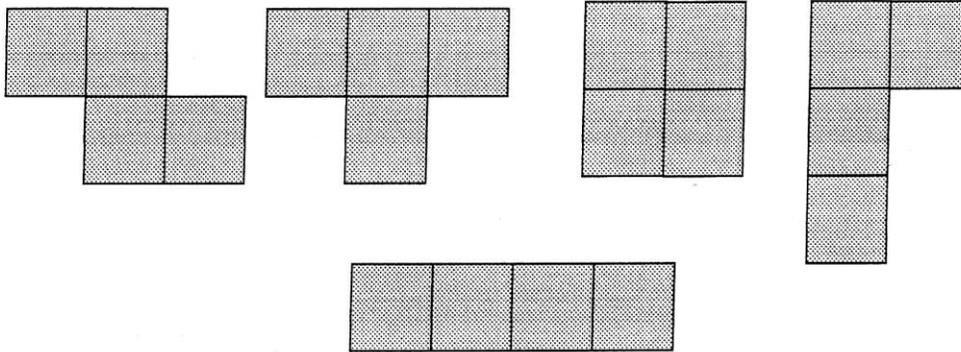
Este es el único arreglo posible, ya que este sería el mismo en otra posición



**TRIDOMINÓ:** Todos los arreglos que se puedan hacer con tres cuadrados.



TETRAMINÓ:



PENTOMINÓ: Todos los posibles arreglos que se pueden hacer con cinco cuadrados (encuétralos) al igual que con seis y siete.

¿Qué se está conservando en cada una de las fichas del pentominó en cada configuración?  
Analiza.

Se está conservando el número de cubos. También que el número de lados del cubo se conserva

**B:**

I. ¿Es posible que algún tipo de "acción", modifique el número de cubos? Describe entonces cuales serían esas acciones.

II. Cuenta, cuenta y siempre cuenta... Ya te cansaste. ..

Te propongo que realicemos figuras que sea difícil mantener en "equilibrio" y también otras en las que "conservar" el "equilibrio" es juego de niños. ..

Sobre las figuras que es complicado mantener en un "estado" de "equilibrio" efectuemos movimientos leves sobre un cubo que tú escojas, para ver si tal estructura se desbarata.

Si tu estructura se desbarata. Realiza ahora el mismo movimiento sobre el cubo que seleccionaste anteriormente. ..

¿Qué observas?

Que cuando se hace un leve movimiento los cubos medio se mueven, pero si se retira uno de ellos, la estructura se desbarata.

III. ¿Cambia apreciablemente la "configuración" de la arquitectura resultante después de la destrucción?

Sí cambia la configuración de la arquitectura, ya que al derrumbarse los cubos la estructura se destruye pero los cubos siguen siendo iguales.

IV. ¿Cuál crees que sea la posición que más les gusta a los cubos?

la posición inicial para todos sus lados son iguales  
y para cualquier posición a la que se ponga no cambia  
su función.

Elabora una explicación de lo que sucedió anteriormente.

V. “A interactuar”. Reúnete con otro grupo, y arma nuevas estructuras, puedes utilizar los cubos que quieras, pero cada grupo debe armar su propia estructura. Cuenta los cubos que utilizaste, te faltan o te sobran cubos?

VI. Cuenta el número de cubos de tu grupo vecino, creo que por ahí puede ser la fuga...

VII. ¿Sé esta conservando el número de cubos?

Piensa: Si cada grupo tenía            cubos. ¿Cuántos debería haber en el salón...?

Ahora que tu grupo ha perdido o ha ganado, te invito a que cuentes el número de cubos en el salón

VIII. ¿Permaneció constante? ¿Cómo explicas lo ocurrido?

Finalmente llegamos al punto crucial, con la experiencia y con lo que entiendes de ENERGIA, elabora una interpretación de este concepto. Debes hacerlo a manera de ensayo, tratando de ser explícitos, claros y argumentativos.

## Anexo 5. Fotografías

