



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**MAESTRÍA EN DOCENCIA PARA LA  
EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR**

**FACULTAD DE QUÍMICA  
ESCUELA NACIONAL PREPARATORIA 3**

**SECUENCIA DIDÁCTICA PARA IDENTIFICAR LOS MODELOS  
ESCOLARES DEL CONCEPTO ENERGÍA Y APLICARLOS PARA  
LAS CLASES DE QUÍMICA EN EL NIVEL MEDIO SUPERIOR**

**T E S I S**

**QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:  
MAESTRO EN DOCENCIA PARA LA EDUCACIÓN MEDIA  
SUPERIOR (QUÍMICA)**

**P R E S E N T A:**

**CÉSAR SAMUEL PADILLA TREJO**

**T U T O R:**

**DR. LUIS MIGUEL TREJO CANDELAS  
FACULTAD DE QUÍMICA**

**MÉXICO D. F.; SEPTIEMBRE 2015**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## **JURADO ASIGNADO**

PRESIDENTE: M. EN C. GISELA HERNÁNDEZ MILLÁN  
VOCAL: DR. ADOLFO EDUARDO OBAYA VALDIVIA  
SECRETARIO: DR. PLINIO SOSA FERNÁNDEZ  
1er. SUPLENTE: DR. LUIS MIGUEL TREJO CANDELAS  
2do. SUPLENTE DR. FELIPE LEÓN OLIVARES

## **SITIOS DONDE SE DESARROLLÓ EL TEMA**

FACULTAD DE QUÍMICA

ESCUELA NACIONAL PREPARATORIA NO. 3 “JUSTO SIERRA”

## **TUTOR**

---

DR. LUIS MIGUEL TREJO CANDELAS

## **MAESTRANTE**

---

CÉSAR SAMUEL PADILLA TREJO

## **DEDICATORIAS**

A MI MADRE **AURORA TREJO LOZANO** POR TRAERME AL MUNDO Y ENSEÑARME A VIVIR EN ÉL SIENDO ELLA MI PRIMERA MAESTRA.

A MI ABUELITA **AURORA LOZANO PERALES**, MI SEGUNDA MAMÁ, PORQUE SIEMPRE CONFIÓ EN MÍ Y POR DEVOLVERME LAS FUERZAS PARA SEGUIR ADELANTE.

A MI ESPOSA **ELIZABETH CUÉLLAR RAMÍREZ**, POR AMARME Y ESTAR A MI LADO EN TODO MOMENTO.

A TODA MI FAMILIA Y AMIGOS, SIN USTEDES NO PODRÍA HABERSE REALIZADO ESTE NUEVO LOGRO.

## **AGRADECIMIENTOS**

A LA **UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**, POR EL APOYO COMO BECARIO POR MEDIO DEL PROGRAMA PFPBU PARA LA REALIZACIÓN DE MIS ESTUDIOS DE MAESTRÍA CULMINADOS EN ESTE TRABAJO, CUYO FRUTO YA SE ESTÁ VIENDO REFLEJADO EN LAS AULAS.

A MI TUTOR **LUIS MIGUEL TREJO CANDELAS** POR HABERME ACOMPAÑADO EN TODO ESTE PROCESO, APOYARME EN CADA MOMENTO Y SIEMPRE TENER LA DISPOSICIÓN DE ORIENTARME.

A LOS PROFESORES DE ESTA MAESTRÍA, POR SUS ENSEÑANZAS, SUS EXPERIENCIAS Y SOBRE TODO POR MOSTRARME LA IMPORTANCIA QUE TENEMOS LOS DOCENTES. ESPECIALMENTE A: DR. MARTINIANO ARREDONDO, MTRA. GRACIELA, MTRA GISELA HERNÁNDEZ, DR. JOSÉ ANTONIO CHAMIZO, DRA. CLARA ALVARADO, DRA. DIANA ALCALÁ, DR. ANDONI GÁRRITZ, DRA. ALEJANDRA GARCÍA, DR. AQUILES YANKELEVICH Y DR. PLINIO SOSA.

A LA MAESTRA **NAYELI YADIRA LÓPEZ RODRÍGUEZ**, POR SU DISPOSICIÓN Y EL FACILITAR LA APLICACIÓN DE ESTE TRABAJO, ADEMÁS DE SUS VALIOSOS CONSEJOS.

A MIS COMPAÑEROS DE GENERACIÓN QUE ME DEJARON MUCHOS APRENDIZAJES E INOLVIDABLES MOMENTOS.

AL GRUPO DE QUÍMICA III POR HABER TRABAJADO ESPLÉNDIDAMENTE A LO LARGO DE LA SECUENCIA DIDÁCTICA.

A LOS MIEMBROS DEL COMITÉ TUTOR QUE ME ORIENTARON PERTINENTEMENTE A LO LARGO DE TODO MI TRABAJO.

*¿QUÉ QUEDARÁ DE MI?  
SI HASTA EL SOL SE DESINTEGRA,  
TAL VEZ MI VOZ SERÁ,  
EL ECO DE UNA ESTRELLA.*

JOSÉ MANUEL AGUILERA

## ÍNDICE

<b>RESUMEN .....</b>	<b>9</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>9</b>
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>10</b>
<b>CAPÍTULO 1. ENERGÍA Y MODELOS .....</b>	<b>12</b>
<b>1.1 Energía.....</b>	<b>12</b>
<b>1.2 Energía en la vida cotidiana e ideas previas.....</b>	<b>15</b>
<b>1.3 Energía en la escuela .....</b>	<b>16</b>
<b>1.4 Modelos en química .....</b>	<b>19</b>
<b>1.5 Modelos de energía .....</b>	<b>21</b>
<b>1.5.1 Modelo de formas .....</b>	<b>22</b>
<b>1.5.2 Modelo de transferencia .....</b>	<b>23</b>
<b>CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>25</b>
<b>2.1 Sistema Educativo Mexicano (SEM).....</b>	<b>25</b>
<b>2.2 Escuela Nacional Preparatoria (ENP).....</b>	<b>26</b>
<b>2.3 Química en la ENP.....</b>	<b>27</b>
<b>2.3.1 Energía en Química III.....</b>	<b>29</b>
<b>2.4 Modelo educativo .....</b>	<b>31</b>
<b>2.4.1 Dos paradigmas en la educación.....</b>	<b>31</b>
<b>2.4.2 Constructivismo .....</b>	<b>32</b>
<b>2.4.3 Constructivismo social en química .....</b>	<b>33</b>
<b>2.4.4 Lenguaje, clave en el aprendizaje de la química .....</b>	<b>34</b>
<b>2.5 ¿Cómo enseñar ciencias? .....</b>	<b>35</b>
<b>2.5.1 Selección y secuencia de actividades tradicionales .....</b>	<b>35</b>
<b>2.5.2 Selección y secuencia de actividades según la didáctica de las ciencias.....</b>	<b>36</b>
<b>2.5.3 Secuencia didáctica de Driver y Oldham.....</b>	<b>37</b>
<b>CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA .....</b>	<b>40</b>
<b>3.1 Objetivos.....</b>	<b>40</b>
<b>3.2 Planeación .....</b>	<b>40</b>
<b>3.3 Resultados esperados de aprendizaje .....</b>	<b>41</b>

3.4 Sesiones previas .....	42
3.4.1. Trabajo en equipo .....	42
3.4.2. ¿Descripción o explicación? .....	42
3.4.3 Pretest.....	44
3.5 Modelos .....	45
3.6 Modelo de formas.....	47
3.7 Modelo de transferencia .....	49
3.8 Energía en contextos .....	51
3.9 Evaluación .....	52
<b>CAPÍTULO 4. CÓMIC.....</b>	<b>53</b>
4.1 Comunicar la ciencia .....	53
4.2 Narrativa .....	54
4.3 Diseño del cómic .....	56
4.4 Aplicación .....	57
<b>CAPÍTULO 5. RESULTADOS .....</b>	<b>59</b>
5.1 Introducción.....	59
5.2 Sesiones previas .....	59
5.3 Secuencia - Sesión 1 .....	66
5.4 Secuencia - Sesión 2 .....	67
5.5 Secuencia - Sesión 3.....	72
5.6 Secuencia - Sesión 4 .....	75
5.7 Secuencia - Sesión 5 .....	76
5.8 Cómic .....	77
<b>CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES .....</b>	<b>79</b>
6.1 Sobre la energía .....	79
6.2 Sobre la secuencia didáctica .....	81
6.3 Propuestas para mejorar .....	82
<b>CAPÍTULO 7. REFERENCIAS.....</b>	<b>85</b>
7.1 Bibliográficas .....	85
7.2 Hemerográficas .....	89
7.3 Mesográficas .....	92



<b>Anexos .....</b>	<b>94</b>
<b>Anexo 1. Secuencia didáctica (Resumen) .....</b>	<b>94</b>
<b>Anexo 2. Personajes de la actividad “Trabajo en equipo” .....</b>	<b>96</b>
<b>Anexo 3. Pretest .....</b>	<b>97</b>
<b>Anexo 4. Cuento.....</b>	<b>98</b>
<b>Anexo 5. Cómic [Parte 1] .....</b>	<b>101</b>
<b>Anexo 5. Cómic [Parte 2] .....</b>	<b>102</b>
<b>Anexo 6. Texto paradigmático sobre energía solar .....</b>	<b>103</b>
<b>Anexo 7. Cuestionario RIRC .....</b>	<b>104</b>

## **RESUMEN**

En la ciencia escolar se emplean dos modelos científicos sobre energía, no siempre diferenciados. El que se utiliza más, el “modelo de formas”, etiqueta a las diferentes “formas” que la energía puede tomar para explicar los cambios detectados, así como sus respectivas transformaciones; mientras que el “modelo de transferencia” se basa en los procesos donde la energía es transmitida, de alguna manera, entre un sistema y otro. Con el propósito de diferenciar ambos modelos para evitar que se use un modelo híbrido y para identificar cuál es el más adecuado para los estudiantes, se ha diseñado una secuencia didáctica para la asignatura de Química III de la Escuela Nacional Preparatoria (ENP), pero que se puede extrapolar al Nivel Medio Superior (NMS), que ayuda a los alumnos a conocer, analizar y que apliquen ambos modelos para entender, explicar y resolver problemas de cambios energéticos en contextos escolares y cotidianos.

## **ABSTRACT**

Scholar science uses two scientific models about energy, but these aren't clear. The most used is “forms model”, that label many “kinds” of energy exist to explain changes detected and its transformations. And in the other hand, the “transfer model”, based in process where energy is transferred, anyway, from one system to another. The aim is difference both models, avoid a hybrid model and identify which is powerful for the students. For this, we have designed a didactic sequence for the subject “Chemistry III” for “National High School”, but also can be used to overall high school level, it helps to know, analyze and apply this models to understand, explain and solve problems about energy changes in scholar and daily context.

## INTRODUCCIÓN

El objetivo es diseñar una secuencia didáctica para las clases de Química en el Nivel Medio Superior (NMS), que se apoye en la secuencia didáctica de Driver y Oldham (1986). Dicha secuencia busca auxiliar a los estudiantes a elegir un modelo científico escolar de energía (formas o transferencia), para entender, explicar y resolver problemas de energía en contextos escolares y cotidianos.

La secuencia se aplicó en la asignatura de Química III, de la Escuela Nacional Preparatoria (ENP). El trabajo resultante se compone de siete capítulos, de los cuales se resume a continuación su contenido:

El primer capítulo inicia con la visión que tienen los físicos sobre energía pero se privilegia la concepción que tenemos los químicos. Posteriormente se esbozan las ideas previas que los alumnos tienen sobre este concepto y la manera en que tradicionalmente se imparte en la escuela. Después se habla sobre la importancia de los modelos en la ciencia y finalmente, los modelos escolares de energía para las clases de química.

El capítulo dos muestra la metodología que se siguió, básicamente es la secuencia didáctica de Driver y Oldham con perspectiva constructivista, dándose a la tarea de conocer las ideas previas de los alumnos, desarrollar una reestructuración de las mismas y aplicar lo aprendido (Driver y Scott, 1996: 98). Previamente se da un panorama que ubica el lugar de la química en la ENP.

El siguiente capítulo contiene a la secuencia didáctica completa, realizada en cinco sesiones alineadas con las cinco etapas de la secuencia de Driver y Oldham. Además de dos sesiones previas de trabajo con el grupo. Este modelo es el que se recomienda enseñar según la comunidad de educadores expertos (Millar, 2005; Chen et al, 2014).

En el capítulo cuatro se discute sobre la divulgación de la ciencia a través de formas narrativas, específicamente la historieta ilustrada (cómic) y la relevancia que tiene dentro del ámbito educativo. También de cómo se mide su efectividad y qué ventajas tiene en comparación con un texto paradigmático (libro tradicional). Al final se muestra el camino a seguir para el diseño de este tipo de narrativas mediante un ejemplo que fue utilizado como un complemento de la secuencia.

El quinto capítulo contiene los resultados de todas las actividades realizadas a lo largo de la secuencia didáctica. En todas ellas se generaron evidencias y están expresadas en forma de categorías, acompañados de gráficos y tablas.

El sexto capítulo contiene las conclusiones sobre la energía en la educación media superior, sobre la secuencia didáctica y propuestas para mejorar. Más adelante se muestran las referencias (capítulo 7) y los anexos.

Se aplicaron estos modelos escolares para entender, explicar y resolver problemas energéticos en ambientes escolares y cotidianos. De manera que al final de la secuencia, los alumnos fueron quienes eligieron uno de éstos y así poder afirmar cuál modelo se considera el más adecuado y útil para química en el bachillerato y por qué.

# CAPÍTULO 1. ENERGÍA Y MODELOS

*Todo el Universo puede ser descrito en términos de energía.*  
Leslie White

## 1.1 ENERGÍA

En la ciencia existen conceptos fundamentales que permiten desarrollar una forma de pensar para entender y modelar los procesos de la naturaleza y la tecnología. Uno de esos conceptos es el de energía, que suele definirse como “la habilidad para producir un trabajo”, la cual es ampliamente aceptada por los docentes de química. Incluso Max Planck<sup>1</sup> (1858-1947) en 1913 definió energía como “la suma de todos los efectos, medidos en unidades de trabajo mecánico” (Duit, 2014: 73). Sin embargo esta definición es incompleta, ya que algunas energías no pueden transformarse completamente en trabajo (Garritz, 1994: 67).

La palabra energía proviene del griego ἐνέργεια (en-ergon), que se traduce como “en el trabajo” e intenta cuantificar a “la fuerza en acción” (OED, 2015). Esta es la primera referencia etimológica que se tiene y se le atribuye al filósofo Heráclito (535 a. C.-484 a.C.) que la concebía como la “fuente de la actividad”. El término fue también utilizado por el filósofo griego Aristóteles (384 a. C.-322 a. C.) quien le adjudicó un significado de “actividad” o “trabajo” (EOHT, 2015).

A finales del siglo XVI, Denis Papin<sup>2</sup> (1647-1712) utilizó la palabra *énergie*, para explicar un fenómeno de vacío parcial producido por la fuerza de un pistón (EOHT, 2015). La primera aparición de la palabra *energy* en el Shorter Oxford English Dictionary fue alrededor del año 1600 y significaba “fuerza o vigor en expresión” (Millar, 2005: 5).

---

<sup>1</sup> Físico teórico alemán quien fundamentó la teoría cuántica, por lo que ganó el Premio Nobel en 1918.

<sup>2</sup> Físico e inventor francés creador del digestor de vapor, aparato que fue el precursor de la máquina de vapor.

No fue sino hasta comienzos del siglo XIX cuando Thomas Young<sup>3</sup> (1773-1829) empleó el término *energía* en un hecho científico, específicamente para explicar la tendencia de un cuerpo al ascender o penetrar a cierta distancia en oposición a una fuerza retardante. Esto se denominó energía cinética (que también se conoció como “vis viva”) y la expresó mediante la siguiente ecuación<sup>4</sup>:

$$E_k = mv^2$$

Para él, energía era la masa de un cuerpo multiplicada por el cuadrado de su velocidad. Por ejemplo, si un objeto con masa de un kilogramo se mueve un metro durante un segundo, tendrá un valor de energía de uno<sup>5</sup>. Si un segundo objeto de dos kilogramos se moviera tres metros en un segundo, su energía tendría un valor de 18 y así sucesivamente. De esta manera comenzó a utilizarse la palabra energía como término científico. Cabe destacar que en 1864, Rudolf Clausius<sup>6</sup> (1822-1888), basándose en las ideas de William Hamilton<sup>7</sup> (1805-1865), introdujo el término *energía interna*, como la suma de la “vis viva” (energía cinética) y el ergal (energía potencial) (EOHT, 2015).

Como se puede notar, la noción de energía se asocia principalmente con la física, donde es considerada como un principio matemático. Es una magnitud numérica que no cambia, aunque algo en la naturaleza lo haga. No es la descripción de un mecanismo, ni siquiera algo concreto, pero si se calcula cierto número, y lo volvemos a calcular después de ocurridos ciertos fenómenos, el número calculado siempre será el mismo (Feynman, 1963: 68).

Al ser la energía una idea abstracta, Richard Feynman<sup>8</sup> (1918-1988) en 1963 propuso la siguiente analogía:

“Imaginemos a un niño, que tiene 28 bloques indestructibles, es decir, que no pueden dividirse en piezas. Cada uno de ellos es igual a los otros. Su madre lo deja por la mañana con sus 28 bloques en una habitación y en la tarde, sintiendo curiosidad, ella cuenta los bloques con mucho cuidado y sabe que haga él lo que haga con los bloques, siempre sigue habiendo 28. Esto continúa varios días, hasta que un día sólo hay 27 bloques, pero tras una pequeña búsqueda la madre encuentra que hay uno bajo la alfombra. Otro día, sin embargo,

---

<sup>3</sup> Físico y erudito que realizó numerosos aportes a campos como la visión, la luz, la mecánica de sólidos, la energía, la fisiología, la lengua, la armonía musical e incluso en egiptología.

<sup>4</sup> Pocos años después el físico italiano Joseph Lagrange (1736-1813) corregiría esta ecuación, añadiendo el factor  $\frac{1}{2}$  en la expresión y así completar la ecuación que actualmente se conoce para la energía cinética.

<sup>5</sup> En este caso las unidades para la energía serían  $kg \cdot m^2 \cdot s^{-2}$

<sup>6</sup> Físico y matemático alemán considerado como uno de los fundadores de la termodinámica, ya que introdujo las bases para la segunda ley y el concepto de entropía.

<sup>7</sup> Físico, astrónomo y matemático irlandés que contribuyó en la mecánica clásica, la óptica y el álgebra. Su mayor aportación fue la invención de los cuaterniones, una extensión de los números complejos.

<sup>8</sup> Físico teórico estadounidense que recibió el Premio Nobel por sus aportaciones en el desarrollo de la electrodinámica cuántica.

hay sólo 26 bloques. Luego de una cuidadosa revisión, la madre se da cuenta de que la ventana estaba abierta, y al buscar afuera aparecen los dos bloques faltantes. Un día más, un recuento cuidadoso indica que hay 30 bloques. Lo que ocurrió fue que un amigo de su hijo vino de visita trayendo sus propios bloques, y dejó un par de ellos.

Un día después la madre encuentra sólo 25 bloques. Pero al revisar exhaustivamente la habitación, ve una caja de juguetes; la madre se dispone a abrir la caja pero el niño le pide que no la abra y chilla. La madre tiene prohibido abrir la caja de juguetes. Como es curiosa y algo ingeniosa, se le ocurre lo siguiente: sabe que cada bloque pesa 100g, así que pesa la caja vacía, obteniendo un valor de 600g. Cada nueva ocasión en que quiere comprobar, pesa la caja, resta 600g y lo divide entre 100, obteniendo lo siguiente:

$$\text{Número de bloques vistos} + (\text{masa de la caja} - 600\text{g})/100\text{g} = \text{constante}$$

En otras ocasiones parece que su hijo encuentra otras ‘diversiones’. La madre se da cuenta de que el niño está arrojando bloques al agua y no puede verlos porque el agua está muy sucia, pero puede descubrir cuántos bloques hay en el agua añadiendo otro término a su ecuación. Puesto que la altura original del agua era de 15 centímetros y cada bloque eleva el agua medio centímetro, se obtendría:

$$\text{Número de bloques vistos} + (\text{masa de la caja} - 600\text{g})/100\text{g} + (\text{altura del agua} - 15\text{cm})/0,5\text{cm} = \text{constante}$$

A medida que aumenta la complejidad de búsqueda de los bloques, la madre encuentra toda una serie de términos que representan formas de calcular cuántos bloques hay en los lugares donde ella no puede mirar. Como resultado, obtiene una ecuación cada vez más compleja, donde una magnitud que debe ser calculada tiene siempre el mismo valor”.



Figura 1.1.1 “Bloques de Feynman” (Coopersmith, 2010: portada)

La analogía de Feynman da la idea de que al calcular la energía de un sistema, una parte sale o a veces otra parte entra. De no tomar en cuenta estos detalles, no se respetaría la conservación de energía. También se contempla el aspecto de que la energía se presenta en diversas formas (o tipos), pero la suma de todas ellas es siempre constante.

A pesar de que impere el enfoque físico, la energía es un concepto integral que puede llevar a un aprendizaje eficiente de la ciencia. Además es interdisciplinar debido a la tecnología (Chen et al, 2014: 136) y se puede considerar como conocimiento científico de interés social (Pro, 2009: 93) al formar parte importante en la historia, la política, la economía y la vida personal (Liu y Park, 2014: 181).

La relación del concepto energía con el contenido científico suele ser complicada porque en el lenguaje cotidiano se utiliza esta palabra con cierta polisemia. Es común ligar a la energía con la producción, el consumo y los usos de la misma (Liu y Park, 2014: 182) pero también se relaciona de manera coloquial con la fuerza y la vitalidad. Suele atribuírsele el carácter de “sustancia”, principalmente en la publicidad de los alimentos, y en algunos casos, hasta características esotéricas.

## **1.2 ENERGÍA EN LA VIDA COTIDIANA E IDEAS PREVIAS<sup>9</sup>**

Lo que dicen los niños acerca de la energía es muy diverso, sus ideas son coherentes para ellos, aunque para los adultos no lo sean (Driver y Oldham, 1986: 105). Ocasionalmente tienen ideas distintas a las de la ciencia y están fuertemente arraigadas, podrían ser un obstáculo en la adquisición del conocimiento científico. Estas ideas se deben en principio a interpretaciones sociales (Megalakaki y Tiberghien, 2011: 160).

Su concepción sobre energía se centra en lo humano, o con objetos tratados con características antropomórficas. La energía asociada con objetos animados es una constante, temas como salud, alimentos o combustibles son frecuentemente mencionados y rara vez se acude al mundo inerte. Al mismo tiempo se presenta la confusión con la fuerza. La energía se piensa como “acción”, o no se vislumbra una diferencia significativa con la fuerza, y si la hay, aún permanecen interconectados estos dos conceptos (Driver et al, 1999).

En el lenguaje es común utilizar expresiones como: “la energía se crea cuando algo se quema”, o de manera eventual, “a una batería no recargable también se le acabará la energía” (Kind, 2004: 127). Esto reafirma la idea del sustancialismo en la energía. También

---

<sup>9</sup> Se entienden como ideas previas (o concepciones alternativas) aquellas que el alumno entiende sobre un concepto o tema y que puede ser parcial o completamente erróneo al significado formalmente aceptado.



se piensa que se puede crear y consumir, por ello, el carácter conservativo de la energía es una dificultad mayor en el aula de ciencias.

La energía se asocia con el calor, sin embargo, es difícil que los alumnos tengan la visión de transferencia de calor de manera unidireccional como ocurre en la mayoría de los procesos naturales (Garritz, 1994: 77). Cuando logran explicar los fenómenos e incluyen en dicha explicación a la energía, tienden a decir que cambia la temperatura, o que se pierde calor, pero les cuesta vislumbrar que se puede transferir a los alrededores.

A veces estas ideas son generadas por una educación científica que exhibe desactualizaciones y contradicciones (Cordero y Mordeglia, 2007: 1), como en los libros de texto y otros materiales escolares.

Debido a la polisemia ya mencionada y a la poca relación que adquieren estos significados con las ideas científicas aceptadas, es importante conocer las ideas previas más frecuentes de los alumnos al incluir en su vocabulario la palabra energía. Algunas de éstas, esbozadas por Driver et al (1999), Hierrezuelo y Montero (2002), Kind (2004) y Duit (2014) son:

1. Tendencia a explicar los fenómenos científicos sin referirse a la energía.
2. Asociación con los seres vivos.
3. Agente causal almacenado en los objetos y que se libera al romper enlaces químicos.
4. Confusión fuerza-energía.
5. Habilidad para producir calor.
6. Energía como sinónimo de combustible.
7. Energía como sustancia almacenada.
8. Fluido, ingrediente o producto.
9. Energía asociada al movimiento y a la actividad.
10. La energía puede crearse y gastarse.

Al final de un curso típico de ciencias, se espera que los alumnos sean capaces de explicar algunas situaciones que impliquen cambios energéticos, por ejemplo, cómo es que los alimentos suministran energía al cuerpo humano o por qué la gente dice que se puede producir o gastar energía (Wang et al, 2014: 87) entre otras habilidades propias de la alfabetización en energía. Para ello es conveniente partir de las concepciones iniciales que los alumnos tienen, es decir, las ideas previas sobre energía ya mencionadas.

### **1.3 ENERGÍA EN LA ESCUELA**

De acuerdo con los textos de los centros educativos, la enseñanza habitual de la energía suele limitarse a una breve introducción (esencialmente operativa), que incluye al trabajo y calor (Doménech y Martínez-Torregrosa, 2010: 1308-2). Esto deriva en que los alumnos

concluyan su formación con una comprensión inapropiada de la energía (Doménech et al, 2013: 103).

Por un lado, existen investigaciones que dan propuestas para mejorar el aprendizaje de la energía, por otro, hay muchos trabajos que intentan dar explicación a las deficiencias del aprendizaje alcanzado (Doménech et al, 2013: 104). Ambos tipos de investigación van de la mano, ya que para lograr lo primero, es indispensable reflexionar sobre lo segundo. Es pertinente considerar la visión sobre energía que los alumnos han adquirido a lo largo de su trayecto escolar.

En el ámbito escolar, la aproximación más común que tienen los alumnos con la energía es mediante la visión física, es decir, cálculos simplificados en sistemas ideales (Duit, 2014: 78) y con la concepción de causa-efecto. La influencia de la física promueve la noción de que la energía es algo tangible (Cooper et al, 2014: 312) y se manifiesta únicamente en el nivel macroscópico. Por esta razón al incluir a la energía en las situaciones propias de la biología (metabolismo) o la química (enlaces químicos), existe un número mayor de complicaciones para entender estos fenómenos.

La visión biológica, se centra en procesos metabólicos como la fotosíntesis, la respiración, la fermentación, entre otros. En éstos, se enfatiza la importancia de algunas biomoléculas, principalmente los carbohidratos, los lípidos y con mayor énfasis el ATP<sup>10</sup>. El propósito es usar a la energía como herramienta de análisis en dichos procesos (Dauer et al, 2014: 48). Esta visión también propicia el sustancialismo de la energía ya que las biomoléculas mencionadas son “fuente” de energía.

Finalmente, la visión química de la energía se enfoca en la formación y ruptura de enlaces (Stacy et al, 2014: 289), lo que refuerza el estudio de las reacciones químicas y permite entender mucho de ellas. Esto muestra la gran relevancia que tiene el que los alumnos se refieran al enlace químico mediante términos energéticos.

Ahora bien, la energía juega un rol central poco enfatizado en las clases de química. En parte es debido a su dificultad de integración en los temas que se presentan en clase, así como por el alto nivel de abstracción que requiere. Uno de los retos es unificar las visiones macroscópica (termodinámica y matemática), molecular (origen de la energía en los enlaces químicos) y cuántica (base para explicar tendencias e interacciones) de la energía y hacerla

---

<sup>10</sup> La concepción de que el ATP presenta un enlace entre un átomo de oxígeno y uno de fósforo, que se considera de “alta energía”, y su ruptura libera energía, es falsa. Lo que sucede es que romper el enlace O-P en el ATP, así como el de O-H en el agua, requieren una entalpía de  $276\text{kJmol}^{-1}$  y  $490\text{kJmol}^{-1}$  respectivamente, lo que significa que esta ruptura demanda un gasto energético. Pero al formarse los enlaces O-H en el ADP y O-P en el fosfato, se libera una entalpía de  $-440\text{kJmol}^{-1}$  y  $-350\text{kJmol}^{-1}$  respectivamente, resultando una descarga total de energía de  $-24\text{kJmol}^{-1}$ . La hidrólisis del ATP es la reacción responsable de la liberación de energía (Galley, 2004: 524).

comprensible a los estudiantes. Para ello, la energía se debe interconectar con dos ideas centrales más: estructura y propiedades; así se logran entrelazar las tres ideas (Cooper et al, 2014: 307) que son esenciales para la química, y profundizar en lo que respecta a la reactividad. La siguiente imagen ilustra el entrelazamiento de estas ideas centrales:

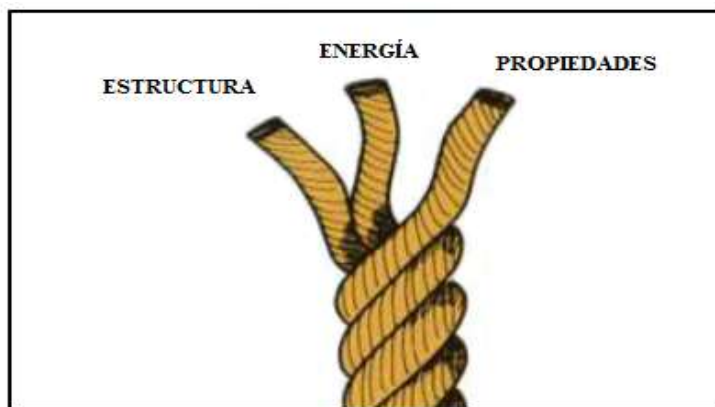


Imagen 1.3.1 Ideas centrales enlazadas (Cooper et al, 2014: 307).

Tradicionalmente se enseña una visión simplista de la energía sin ligarla con la perspectiva multidisciplinar (Wang et al, 2014: 88), esto tiene como consecuencia que los alumnos que continúan estudiando ciencias, se enfrenten a un verdadero desafío cuando se les presentan conceptos termodinámicos, como entropía o espontaneidad. Además, los alumnos que no cursarán una carrera científica, tomarán a la energía como una definición adicional de la ciencia y seguirán atribuyéndole múltiples significados.

De esta manera, parte fundamental del trabajo docente es facilitar el contenido a los alumnos tomando en cuenta la demanda cognitiva. Para la energía, el contenido suele abarcar las fuentes y “formas” de energía, su transferencia, así como los procesos de degradación y conservación. La demanda cognitiva implica fomentar el entendimiento, el razonamiento y la aplicación del concepto (Liu y Park, 2014: 175).

Todo esto refuerza la importancia, que los investigadores dan al reconocimiento de las ideas previas por parte de los docentes. En el aula, las ideas científicas suelen ser aplicadas en contextos escolares estereotipados (sistemas ideales), pero éstos no siempre van a evidenciar lo que los alumnos piensen (Driver y Oldham, 1986: 106).

Un ejemplo cotidiano que puede ser utilizado para explicitar algunas ideas previas de los alumnos es el siguiente: si se suelta una pelota verticalmente desde una altura determinada hacia el suelo, la pelota rebotará hasta que se “termine” su energía cinética, esto suele ser claro para los alumnos. Lo abstracto es que se den cuenta de que parte de esa energía cinética se degradó como calor, que se transmite a los alrededores, principalmente a la superficie del suelo donde rebotó dicha pelota.

Otro ejemplo, que puede ser más evidente, es cuando se golpea un clavo (de preferencia grueso) con un martillo. Después de algunos golpes al clavo, éste se calienta y es perfectamente notable. Para que los alumnos puedan comprobar esta conversión de energía en calor, se les pueden mostrar imágenes tomadas con una cámara de infrarrojo, como la que sigue a continuación:

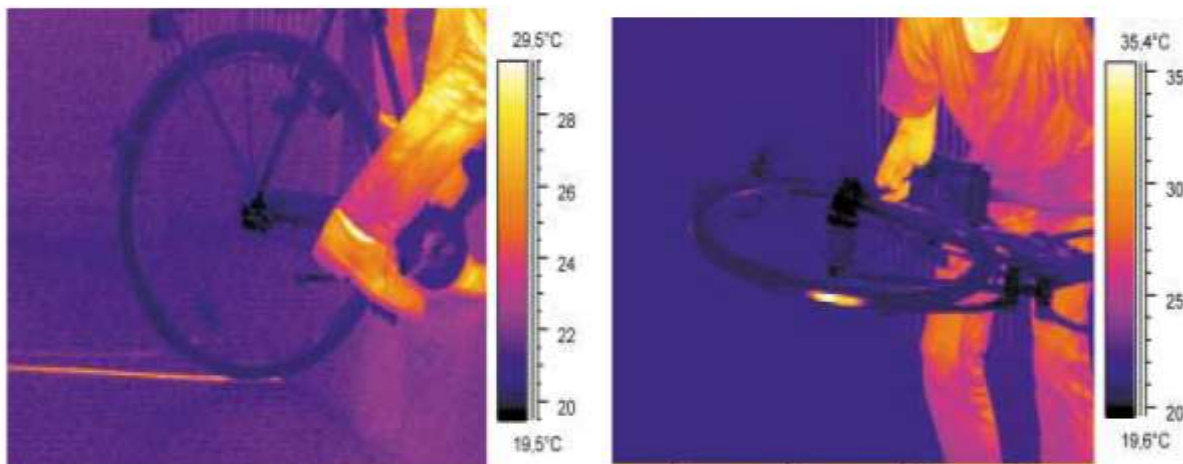


Imagen 1.3.2 Fotografías de infrarrojo (Vollmer et al, 2001: 373)

Andar en bicicleta es una actividad común, al realizarla, la energía cinética permite nuestro desplazamiento sobre ella, pero también calienta al suelo y a la llanta, esto se vuelve evidente al tomar este tipo de fotos (Vollmer et al, 2001: 374).

#### 1.4 MODELOS EN QUÍMICA

El conocimiento químico utiliza varios modelos, por eso, un rol esencial que el químico toma es el de modelador de sustancias y de sus transformaciones. Los modelos permiten ampliar grandes ideas, así como representar la situación si existe un paralelismo entre el sistema de cambios teóricos del modelo y el de cambios en la situación experimental (Halbwachs, 1975: 22).

La historia muestra que han sido los químicos, los filósofos de la química y los maestros de química, importantes creadores de modelos químicos para contextos escolares. Algunos de ellos como John Dalton<sup>11</sup> (1766-1844), August Kekulé<sup>12</sup> (1829-1896), Jacob Van't Hoff<sup>13</sup>

---

<sup>11</sup> Químico inglés creador de la teoría atómica y de la ley de las presiones parciales en los gases, entre otras contribuciones.

<sup>12</sup> Químico orgánico alemán que fue el principal fundador de la teoría estructural en química.

<sup>13</sup> Físico y químico orgánico holandés y primer ganador del Premio Nobel en química por las leyes de la dinámica química y la presión osmótica.

(1852-1911), Linus Pauling<sup>14</sup> (1901-1994) o James Watson<sup>15</sup> (1928- ) y Francis Crick<sup>16</sup> (1916-2004), usaron modelos para desarrollar sus ideas (Justi y Gilbert, 2002: 48). Tradicionalmente el modelo depende de la teoría, pero actualmente se ha propuesto que el modelo tenga la función de mediador, así las teorías se refieren a un modelo de un sistema real (Córdoba y Lombardi, 2012).

Una forma de definir modelo es la siguiente: “Los modelos (m) son representaciones, basadas generalmente en analogías, que se construyen contextualizando cierta porción del mundo (M) con un objetivo específico” (Chamizo, 2010: 27).

Concebir a un modelo como una representación, en el ámbito químico, sugiere que hay más de un tipo. Existen, por su naturaleza, modelos mentales, verbales y materiales (Justi y Gilbert, 2002: 52), aunque también por su contexto los modelos pueden ser científicos o didácticos (Chamizo, 2013: 103).

Los modelos se refuerzan de los conocimientos previos y la habilidad individual al intentar resolver alguna situación. Estos modelos se pueden expresar de manera verbal o material. Al ser el resultado de un proceso o investigación, tienen ciertas características, como el ser concretos, visuales, y de ser posible, matemáticos (Justi y Gilbert, 2002: 53). Los modelos materiales, también llamados prototipos, son a los que se puede acceder de manera empírica ya que su finalidad es comunicar (Chamizo, 2013: 97).

Los modelos científicos sirven para comunicar, explicar fenómenos o concretar soluciones encontradas en algún momento histórico. Los modelos didácticos favorecen a la ciencia escolar (Chamizo, 2013: 108), que es una reconstrucción de la ciencia de los científicos (Chamizo, 2010: 31), apoyando el aprendizaje de los alumnos, facilitando las explicaciones de los docentes y quedando plasmados en los libros de texto.

Al concebirse como mediadores, los modelos son considerados objetos abstractos, ya que se han construido conceptualmente, y varían sólo algunos factores relevantes de lo que representan. En ocasiones suponen características inobservables en el sistema real, hasta el grado de insertar entidades ideales inexistentes (Córdoba y Lombardi, 2012: 98).

En algunas de las más recientes reformas educativas en ciencias (Estados Unidos, Inglaterra y otros países de Europa) así como en programas de evaluación internacionales (por ejemplo

---

<sup>14</sup> Bioquímico y activista estadounidense que fue galardonado con el Premio Nobel de Química por su trabajo sobre la naturaleza del enlace químico y también en el Premio Nobel de la Paz por su campaña en contra de las pruebas nucleares terrestres.

<sup>15</sup> Biólogo estadounidense ganador del Premio Nobel en medicina por el descubrimiento de la estructura de la molécula de ADN.

<sup>16</sup> Físico y biólogo británico ganador del Premio Nobel en medicina por el descubrimiento de la estructura de la molécula de ADN.

PISA), se considera al modelado científico (construir, usar, evaluar, revisar, etc., modelos científicos) como una práctica básica de la ciencia (en general se considera que las teorías científicas son un conjunto de modelos) y un aspecto central de la alfabetización científica.

Si un modelo es una representación que auxilia a que el mundo de los fenómenos observados y el de las ideas teóricas sobre por qué ocurren tales fenómenos (Morrison y Morgan, 1999) sea comprendido, su uso en el aula de ciencias es benéfico porque estos modelos escolares ayudan a construir y razonar los modelos mentales de los estudiantes. Así, les permiten describir, explicar y predecir fenómenos naturales, también comprender y comunicar ideas científicas complejas a otros.

Incluso, para algunos educadores, los estudiantes necesitan comprender que la ciencia y sus procesos son función del modelado y la argumentación. El primero porque es la acción epistémica central con la cual los científicos generan nuevo conocimiento, mientras que el segundo les permite determinar el acuerdo entre sus propios modelos y el mundo natural (Clark y Sengupta, 2013).

Los docentes utilizamos los modelos para hacer más concreto lo abstracto. Son una de las mayores herramientas de la ciencia, tal vez la mayor (Justi y Gilbert, 2002: 49). Sin embargo, no se les da un gran énfasis en los libros ni se discute sobre su significado; de hecho se utilizan modelos híbridos que adquieren una estructura conceptual compleja (Caamaño, 2007: 30).

Los alumnos tienden a usar la palabra modelo como si se tratara de un juguete o una simple copia de la realidad. El reto es lograr que los alumnos tomen un rol activo en la construcción de su propio modelo y que les permita probar sus ideas o predecir cosas de interés. De poder realizarse, los alumnos apreciarán los modelos en la investigación de la química y serán capaces de conocer tanto sus alcances como sus limitantes (Justi y Gilbert, 2002: 62).

## **1.5 MODELOS DE ENERGÍA**

De acuerdo con el apartado anterior, los modelos permiten “echar un vistazo” al mundo real, para conocer cómo trabaja e incluso predecir lo que puede suceder (Megalakaki y Tiberghien, 2011: 162). Podemos afirmar que los modelos simplifican el mundo real (Dauer et al, 2014: 49), pero un modelo no se puede considerar como una representación exacta entre éste y la situación que intenta modelar. En algún momento, se encontrarán divergencias que orillen a la construcción de un nuevo modelo, ya sea como caso particular del primero o uno prácticamente diferente (Halbwachs, 1975: 21).

Con respecto a la energía, en los programas de estudio de nivel medio superior se pide que los alumnos piensen en procesos de transferencia de energía, de un sitio A hacia otro sitio B.

Pero a la vez, se pide que estudien las transformaciones de energía, de un tipo a otro, adoptando sus diferentes formas (Millar, 2005: 7), que podría entenderse como una clasificación de la energía de acuerdo a sus usos u orígenes.

Transferencia y transformación parecen ser términos similares, pero no lo son. Su uso como sinónimos es lo que genera la confusión. La ley de conservación de la masa, formulada por Dalton, suele simplificarse en el aula como se expresa en el siguiente enunciado: “La masa no se crea ni se destruye, sólo se transforma”. Análogamente se expresa de manera simplificada la ley de conservación de la energía, donde la palabra “transforma” genera esta confusión y promueve varias de las ideas previas ya mencionadas.

Por un lado, hablar de transformación de energía promueve la idea de que la energía es un tipo de sustancia y tiene diferentes “formas” que serán determinadas por los cambios que sufre. Por otro lado, cuando se hace referencia a transferencia de energía, implícitamente se considera que sólo hay una única energía, la cual se transfiere entre dos o más sistemas de diferentes maneras (Millar, 2005: 7). A cada una de estas dos representaciones de la energía se les denomina “modelos de energía”.

### **1.5.1 MODELO DE FORMAS**

Como ya se ha comentado, energía es una palabra que comenzó a utilizarse 200 años antes de ser añadida al ámbito científico por Young. Podríamos decir que energía es una palabra, como otras tantas, que los científicos han añadido al gremio, y aunque esta palabra se relacionaba principalmente con el trabajo, la actividad y la vida, no fue sino hasta el siglo XIX cuando comenzaron a adjudicarle distintos adjetivos.

Primero Young definió la energía cinética que después Lagrange corrigió y además aportó el concepto de energía potencial. Con Clausius llegó la idea de energía interna, con Gibbs<sup>17</sup> (1839-1903) la energía libre y así empezaron a emerger distintas clases de energía para cada situación específica. Términos como energía eléctrica, energía solar, energía luminosa, etcétera, poco a poco se volvieron comunes.

Actualmente se habla de energías renovables, energía nuclear, energía eólica, energía hidráulica, energía térmica, y otros tantos tipos. De este modo nos damos cuenta de que a la energía se le han adjudicado “apellidos” de acuerdo a su fuente, proceso o utilidad, por lo que tenemos una plétora de “formas” de energía.

En principio esto no debería ser un problema, ya que el vocabulario ayuda a comprender la situación, pero mucha gente que sabe poco o nada sobre el término energía, lo utiliza de

---

<sup>17</sup> Físico estadounidense que contribuyó a la termodinámica con el concepto de energía libre, entre otros.

maneras distintas, incluso algunas podrían considerarse tontas (Warren, 1991). Para Warren la falla principal es que la energía parece ser una sustancia mágica, invisible e intangible, capaz de circular entre varios lugares y cambiar de “forma” (Millar, 2005: 6).

Tratar a la energía como un objeto o cosa puede traer ciertas dificultades, como el etiquetado indiscriminado de ciertas “formas” de energía. De hecho, muchos libros de texto lo hacen, provocando que las “formas de energía” sean tema de debate. En el siguiente ejemplo, dado por Millar en 2005, se muestra la explicación típica del funcionamiento de un carro de golf, basada en el modelo de formas de energía:

“La energía química contenida en la batería es transformada en energía eléctrica, la cual es llevada por los cables al motor. El motor entonces la transforma en energía cinética, lo cual provoca que el carrito de golf se mueva”.

Ahora presentamos una explicación, sobre el mismo carro de golf, pero basada en el modelo de transferencia de energía:

“La batería suministra una corriente eléctrica que hace que el motor trabaje. Esto provoca el movimiento de carrito”.

### **1.5.2 MODELO DE TRANSFERENCIA**

Hablar de tipos de energía puede ser engañoso, ya que involucra a la naturaleza de la energía, en última instancia refiriéndose al nivel atómico, donde hay una mezcla de cinética, potencial y radiación (Cooper y Klymkowsky, 2013: 308). Esta visión propone mostrar que la energía no es un objeto, sino un proceso (Megalakaki y Tiberghien, 2011: 171). Incluso hay autores que consideran cuatro características elementales de la energía: transformación, conservación, transferencia y degradación (Solbes y Tarín, 2004: 186). Las dos primeras son las más socorridas en los cursos de ciencia y en los libros, sin embargo, no se le da énfasis a las últimas dos. Sería más productivo prescindir de la palabra transformación.

Utilizar las “formas de energía” para explicar procesos puede traer variables innecesarias, las cuales no contribuyen al aprendizaje. Por ejemplo, al explicar los cambios energéticos que ocurren cuando una persona levanta un objeto a cierta altura se describe la energía química (de los músculos de la persona), el cambio hacia energía cinética (al levantar el objeto) y la energía potencial final con el objeto elevado. La energía cinética no dice nada del proceso, ya que la cantidad de energía química que se emplea para elevar el objeto, es la misma que éste tiene al permanecer a la altura llevada. Mencionar a la energía cinética introduce una variable compleja e irrelevante. De hecho, en un análisis más detallado, se podría pensar en la energía térmica involucrada, ya que los músculos aumentan su temperatura (Millar, 2005: 8).



En las explicaciones que incluyen los detalles sobre el proceso, conviene tener en cuenta el vocabulario empleado, sobre todo en la energía que se “pierde”. Utilizar términos como “energía libre”, “propagación de energía”, “energía almacenada” o “energía dispersa”, son conceptos que deben ser manejados con sumo cuidado. Ogborn (1990) sugiere utilizar la idea de “diferencia” para explicar el porqué las cosas pasan, es decir, las diferencias de temperatura, posición en un lugar, concentración o forma, pueden causar que algo suceda (Millar, 2005: 10).

En la escuela se enaltece a la visión física de la energía, es decir, centrarse en la cinética y en la potencial. De hecho, para los cursos de química se acepta con gusto esta visión, tanto los programas, los libros de texto, la red y por lo tanto, los alumnos y los profesores. Tal vez sea porque la dificultad mayor se encuentra en los cursos posteriores, específicamente en fisicoquímica. En cuanto se habla de cambios de energía en términos de transferencia, la visión cambia y lo que antes se etiquetaba como “formas de energía” (calor y trabajo por ejemplo) resulta que no lo son (Kaper, 2002: 83).

Para lograr un mayor entendimiento de este modelo se puede comenzar con el lenguaje tomando en cuenta lo siguiente: cuando dos propiedades cambian simultáneamente hay razones para decir que una forma de energía cambió a otra; por ejemplo cuando se calienta agua hasta ebullición va cambiando la temperatura, el volumen y en el punto de ebullición hay un cambio de estado de agregación, se puede pensar que la energía calorífica cambia a energía cinética con el aumento de temperatura. Sin embargo, si una propiedad cambia al mismo tiempo para dos objetos diferentes, se habla de transferencia de energía de un objeto a otro (Kaper, 2002: 87), por ejemplo cuando se coloca un trozo metal frío en un vaso con agua caliente el metal se calienta y el agua se enfría, es más sencillo hablar de que la energía se transfiere entre estos dos sistemas sin pensar en formas de energía.

Hablar de energía también implica hablar de calor, término utilizado en la vida cotidiana y del que ya se han documentado ideas previas (Ogborn, 1990; Warren, 1991). Una sugerencia es enfocarse en el proceso de calentar, más que en la palabra calor. Incluso algunos expertos argumentan que es innecesario introducir el término calor y sólo mencionar que la energía es transferida de un sitio a otro debido una diferencia en la temperatura, proceso al que se denomina calentamiento (Millar, 2005: 18). Aunque sería difícil evadir a ésta última porque se ha utilizado ampliamente y la historia lo ratifica, como cuando se formuló la teoría del calórico.

# CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO

*...Les digo, amigos, el amor es el más grande instrumento inventado por Dios para aumentar la entropía...*

**Ronald Hoffmann**

## 2.1 SISTEMA EDUCATIVO MEXICANO (SEM)

El SEM es centralizado y corporativo, además de estar en reconstrucción constante. Sus orientaciones y resultados se debaten entre un proyecto neoliberal y uno democrático y equitativo. Dichos proyectos fundamentalmente difieren en su comprensión de la base de la sociedad (Ornelas, 2013: 17).

Para los neoliberales el Estado debe reducir su participación al mínimo necesario, garantizando tanto la supervivencia de la sociedad, como la libertad de los individuos. Quienes defienden el proyecto democrático y equitativo, afirman que el Estado debe ser quien rijan la economía mediante la política fiscal, el gasto social y la posibilidad de legislar (Ornelas, 2013: 17).

El SEM, es distinto al de otros países en su dependencia casi absoluta al Estado, ya que desde 1917 se estableció, en el artículo 3° de la Constitución, el principio del Estado educador. De esta manera, el gobierno federal centraliza la normatividad para todo el sistema (incluyendo el privado) porque está facultado para evaluar, diseñar planes y programas de estudios de educación básica, normal y tecnológica, proveer de libros de texto gratuitos en educación básica, destinar alrededor del 80% del gasto total, promover ciencia y tecnología, ser patrocinador de las artes, entre otras (Ornelas, 2013: 19).

La “Ley General de Educación” establece tres tipos de educación en México:

- Básica. Comprende preescolar, primaria y secundaria.
- Media superior. Con tres subsistemas y una amplia gama de modalidades.
- Superior. Formado por los niveles: técnico superior, licenciatura y posgrado.

Los tres subsistemas del nivel medio superior son:

- Bachillerato general. Es impartido en tres años, aunque existen casos aislados con programas de estudio de dos o cuatro años. Su objetivo es la preparación previa al nivel superior. Ejemplo de este subsistema es el Colegio de Bachilleres (COBACH).
- Bachillerato tecnológico. Es un tipo de subsistema de carácter bivalente, ofrece la carrera de técnico profesional, a la vez que prepara a los alumnos para la continuación de estudios en el nivel superior. Como ejemplo están los Centros de Estudios Científicos y Tecnológicos (CECyT), mejor conocidos como Vocacionales.
- Profesional técnica. Se especializa en la formación para el trabajo, es impartido en tres años pero hay casos que van de los dos a los cinco. Un ejemplo es el Colegio Nacional de Educación Profesional Técnica (CONALEP).

La realización de este trabajo está dirigida hacia el nivel medio superior en el bachillerato general, específicamente a la Escuela Nacional Preparatoria (ENP). Junto con el Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH), la ENP forma parte del bachillerato universitario de la UNAM, la institución educativa pública con mayor prestigio del país. Este bachillerato es de carácter propedéutico y está a la cabeza en la demanda de los alumnos egresados de educación básica obligatoria en el Distrito Federal (RIEMS, 2008).

## **2.2 ESCUELA NACIONAL PREPARATORIA (ENP)**

Es la institución de nivel medio superior por excelencia. Cuenta con la mayor tradición en el país, desde su formación en 1867 por el doctor Gabino Barreda<sup>18</sup> (1818-1881), hasta hoy en día. Su creación se considera uno de los acontecimientos culturales y educativos más importantes en la historia de México (Romo et al, 2011: 9). Es una institución comprometida con la sociedad mexicana, ya que ha mantenido su alto prestigio formando a hombres y mujeres con mentalidad analítica. Tiene como misión y visión:

Brindar a sus alumnos una educación de calidad que les permita incorporarse con éxito a los estudios superiores y así aprovechar las oportunidades y enfrentar los retos del mundo actual, mediante la adquisición de una formación integral que les proporcione:

- Una amplia cultura, de aprecio por su entorno y la conservación y cuidado de sus valores.
- Una mentalidad analítica, dinámica y crítica que les permita ser conscientes de su realidad y comprometerse con la sociedad.

---

<sup>18</sup> Fue el primer director de la ENP en la cual introdujo el método científico en la enseñanza elemental.

- La capacidad de obtener por sí mismos nuevos conocimientos, destrezas y habilidades, que les posibilite enfrentar los retos de la vida de manera positiva y responsable.

También es parte inherente de la misión de la ENP, realizar investigación educativa para desarrollar y aplicar nuevos métodos y técnicas avanzadas que eleven la calidad de los procesos de enseñanza y de aprendizaje (DGENP, 2015).

Los planes de estudio han estado en constante cambio. En 1913 con la introducción de la educación física y la instrucción militar, los cambio que realizó José Vasconcelos<sup>19</sup> (1882-1959) en la década de 1920, o las nuevas modalidades con la creación de los CCH's, por mencionar algunos.

El plan actual fue aprobado en 1996 como uno de los objetivos del Plan de Desarrollo Académico 1995-2000 del licenciado José Luis Balmaseda Becerra, quien fue Director de la ENP de 1994 a 1998 (Romo et al, 2011: 237). Este plan de estudios, a casi 20 años de su creación, es insuficiente en cuanto a la demanda de alumnos, que ha ido en aumento, además de la gran cantidad de asignaturas y actividades propias de la escuela, así como la falta de actualización de los mismos programas y los docentes.

La actualización que necesitan los programas, radica en priorizar los contenidos que serán relevantes para los alumnos de acuerdo a su contexto, además de privilegiar la aplicación del conocimiento por encima de su acumulación. La actualización docente promueve la formación permanente, el uso de diversas estrategias adecuadas a cada disciplina y la investigación educativa.

### **2.3 QUÍMICA EN LA ENP**

El plan de estudios contiene cuatro asignaturas de química. La primera de ellas es Química III<sup>20</sup>, impartida en el quinto año<sup>21</sup>, pertenece al tronco común y es de carácter obligatorio, en otras palabras, todos los alumnos deben cursarla. Las otras tres asignaturas son: Química IV (Área I), Química IV (Área II) y Fisicoquímica. Las primeras dos son obligatorias para los alumnos que ingresen al área correspondiente, mientras que la última es optativa en estas dos áreas.

---

<sup>19</sup> Abogado, político, escritor, educador, funcionario público y filósofo mexicano, personaje clave en la historia educativa del país, rector de la UNAM (1920-1921) y secretario de la SEP (1921-1924) y autor de la famosa frase "Por mi raza hablará el espíritu"

<sup>20</sup> Esta es la asignatura a donde se dirigió la secuencia didáctica.

<sup>21</sup> El bachillerato de la ENP, es la continuación de la educación secundaria, por ello a su primer año se le denomina "cuarto año", al segundo "quinto año" y al último "sexto año".

La asignatura de Química III, no tiene seriación previa con alguna asignatura de la ENP que se curse antes, pero es indispensable su acreditación para que los alumnos que ingresen al Área I o Área II, puedan continuar en Química IV, incluso si desean cursar la optativa de Fisicoquímica.

A continuación se muestra la ubicación de la asignatura de Química III en el plan de estudios vigente:

4º AÑO	5º AÑO	6º AÑO
1400 MATEMÁTICAS IV	1500 MATEMÁTICAS V	1600 MATEMÁTICAS VI (ÁREA I y II) 1619 MATEMÁTICAS VI (ÁREA III) 1620 MATEMÁTICAS VI (ÁREA IV) 1710 TEMAS SELECTOS DE MATEMÁTICAS 1712 ESTADÍSTICA Y PROBABILIDAD
1401 FÍSICA III		1611 FÍSICA IV (ÁREA I) 1621 FÍSICA IV (ÁREA II) 1709 FÍSICO - QUÍMICA
	1501 QUÍMICA III	1612 QUÍMICA IV (ÁREA I) 1622 QUÍMICA IV (ÁREA II) 1709 FÍSICO - QUÍMICA
	1502 BIOLOGÍA IV	1613 BIOLOGÍA V 1711 TEMAS SELECTOS DE BIOLOGÍA
	1503 EDUCACIÓN P/LA SALUD	1716 TEMAS SEL. DE MORFOFISIOLOGÍA
1402 LENGUA ESPAÑOLA	1516 LITERATURA UNIVERSAL	1802 LIT. MEXICANA E IBEROAMERICANA
1403 HISTORIA UNIVERSAL III	1504 HISTORIA DE MÉXICO II	
1405 GEOGRAFÍA		1614 GEOGRAFÍA ECONÓMICA 1707 GEOGRAFÍA POLÍTICA 1721 COSMOGRAFÍA
1406 DIBUJO II		1610 DIBUJO CONSTRUCTIVO II
1407 INGLÉS IV	1506 INGLÉS V	1603 INGLÉS VI
1408 FRANCÉS IV	1507 FRANCÉS V	1604 FRANCÉS VI
	1508 ITALIANO I	1606 ITALIANO II
	1511 FRANCÉS I	1608 FRANCÉS II
1409 EDUC. ESTÉTICA - ARTÍSTICA IV	1514 EDUC. ESTÉTICA - ARTÍSTICA V	
1410 EDUC. FÍSICA IV	1513 EDUC. FÍSICA V	
1411 ORIENTACIÓN EDUCATIVA IV	1515 ORIENTACIÓN EDUCATIVA V	
1412 INFORMÁTICA		1719 INFORMÁTICA APLDA. C. E IND.

Imagen 2.3.1 Diagrama de seriación de asignaturas del plan de estudios actual de la ENP (DGENP, 2015)

Los propósitos generales que plantea el programa de Química III son:

Ayudar al alumno para que adquiera una cultura científica que le permita desarrollar su capacidad de analizar la información de manera crítica; aplicar sus conocimientos; comunicarse en forma oral y escrita; así como desarrollar una conciencia crítica y responsable de las repercusiones de la ciencia y la tecnología en la vida actual.

El curso de Química III puede entenderse como un curso de Química General, ya que para la mayoría de los alumnos que la cursan será la última asignatura referente a esta disciplina. Sin embargo, como en la mayoría del currículum de los cursos de Química General, se encuentra dominado hoy en día por la visión inorgánica y fisicoquímica, que se presentan de manera fragmentada y separadas del pensamiento químico actual (Talanquer, 2010: 153).

### 2.3.1 ENERGÍA EN QUÍMICA III

Se destaca del programa la relación que tiene con otras asignaturas, tanto previas como subsecuentes. Para este trabajo es relevante la relación con una asignatura precedente, Física III, impartida en el cuarto año. Dicha relevancia se debe a que en esa asignatura se imparte el tema de Energía en la tercera unidad, de manera que algunas de las ideas previas de los alumnos podrían ser generadas en ese curso. Es importante señalar que para los alumnos que continuarán sus estudios en Área I o Área II, este tema es fundamental.

Química III se compone de 5 unidades, que son las siguientes:

- Primera Unidad: La energía, la materia y el cambio.
- Segunda Unidad: Aire, intangible pero vital.
- Tercera Unidad: Agua. ¿De dónde, para qué y de quién?
- Cuarta Unidad: Corteza terrestre, fuente de materiales.
- Quinta Unidad: Alimentos, combustible para la vida.

Claramente se observa la importancia que tiene este trabajo para la primera unidad. De los propósitos que se manejan para ésta destacan el primero y el quinto, que muestran lo que se pretende que el alumno logre a lo largo del curso. Dichos propósitos son<sup>22</sup>:

1. Conozca en forma teórica y experimental algunos aspectos que rigen el comportamiento de la energía y de la materia, mediante la observación en actividades científicas sencillas de algunas de las propiedades, cambios y leyes que se manifiestan en la naturaleza.

5. Analice las ventajas y desventajas de obtener energía a partir de diferentes fuentes.

El programa solicita en la primera unidad que se desarrolle la noción de energía, pero basada en el modelo de formas, esto es, hablar de sus transformaciones y los tipos que hay, destacando a la energía cinética y a la potencial. También se pide hablar del calor como un tipo de energía y enfatizar que se cumpla el principio de conservación mediante ejemplos.

---

<sup>22</sup> Cabe destacar que la secuencia didáctica contribuye al cumplimiento de estos propósitos, además de tener los suyos propios que se mencionarán en el siguiente capítulo.

Conforme se desglosa el programa, se observa cierto manejo en el lenguaje, inconsistente para los modelos de energía planteados en el capítulo 1. Por ejemplo, se señala la generación, obtención y consumo de energía, en lugar de transferencia, degradación y conservación (Liu y Park, 2014: 175).

En la segunda unidad se pide trabajar con el tema de energías de enlace involucradas en las reacciones químicas, donde se suelen mencionar únicamente las de tipo endotérmicas y exotérmicas como criterio de clasificación. Hasta la cuarta unidad se vuelve a explicitar el concepto de energía, ahora como un producto del petróleo y finalmente, en la quinta unidad se concibe a los alimentos como “fuente” de energía, especialmente a los lípidos como un “almacén” de la misma. Al final de esta unidad se propone la elaboración de una dieta basada en cálculos de energía medida en calorías.

Como se puede notar, se mantiene la visión física de la energía a lo largo del programa, donde la mayor importancia está en las energías cinética y potencial. En gran parte está presente el modelo de formas, mientras que la transferencia se asocia sólo al calor y como una característica del mismo, hay una mezcla inconsciente de ambos modelos.

Esta mezcla de modelos es una oportunidad de mostrar a los alumnos que se pueden estudiar dos visiones de energía claramente definidas y llegar a un mejor entendimiento de lo que ésta representa, además de disminuir las concepciones alternativas y acercarlos a las ideas científicas. No se pretende cambiar por completo su noción de energía y esperar que la utilicen siempre de acuerdo al lenguaje científico, sino que puedan identificar la polisemia sobre esta palabra y elijan su mejor significado de acuerdo al contexto.

Los contextos deben considerar las situaciones donde la química, ayude a comunicar el significado científico a los alumnos. Existen diversos dominios que se pueden aprovechar, como la vida personal y social (De Jong y Taber, 2007: 643). Al utilizar un contexto científico escolar, es cuando deben utilizar adecuadamente alguno de los modelos de energía propuestos.

El programa de Química III sugiere llevar un enfoque disciplinario con la finalidad de lograr la integración entre ciencia, tecnología y sociedad, conocido como CTS por sus iniciales. Además se pide que los docentes sigan metodologías que promuevan diversas estrategias que incluyan el desarrollo de diversas habilidades en los alumnos, una motivación constante y la participación activa para lograr un aprendizaje significativo. Estas características, entre otras, pertenecen a un modelo educativo denominado constructivismo, el cual se discutirá a continuación.

## 2.4 MODELO EDUCATIVO

### 2.4.1 DOS PARADIGMAS EN LA EDUCACIÓN

El paradigma que ha regido mayoritariamente en la educación, concibe a la escuela como una institución que proporciona enseñanza como su actividad principal, esto se conoce como paradigma de enseñanza. El objetivo de la escuela es transmitir conocimientos del personal académico a sus alumnos, creando las condiciones “adecuadas” para impartir lecciones, con duración de 50 a 60 minutos. La tendencia actual intenta trasladarse hacia un paradigma de aprendizaje, donde la meta de la institución sea lograr que los alumnos aprendan los contenidos, habilidades y actitudes propios de las diferentes disciplinas que se estudian (Barr y Tagg, 1995: 3).

El paradigma de enseñanza se basa en la instrucción del profesor y el programa de estudios, minimizando la participación del alumno, mientras que el paradigma de aprendizaje se enfoca en la manera de aprender de los alumnos para diseñar el hilo conductor del curso. En la siguiente tabla comparativa se muestran algunas diferencias entre estos paradigmas:

<b>Paradigma de enseñanza</b>	<b>Paradigma de aprendizaje</b>
Proporcionar/transmitir instrucción	Producir aprendizajes
Impartir cursos y programas	Crear entornos de aprendizaje de gran poder
Dar acceso a un estudiantado diverso	Hacer posible el éxito para estudiantes muy diversos
Calidad de los estudiantes que ingresan	Calidad de los estudiantes que egresan
Crecimiento de matrícula y subsidios	Crecimiento de la eficiencia y aprendizaje agregado
Visión atomística: las partes pertenecen al todo	Visión holística: el todo antecede a las partes
Tiempo constante y aprendizaje variable	Aprendizaje constante y tiempo variable
Un maestro, un salón de clases	Cualquier experiencia de aprendizaje funcional
Disciplina y departamentos independientes	Colaboración interdisciplinaria e interdepartamental
Cobertura de programa	Resultados específicos de aprendizaje
Evaluación al final de curso	Evaluaciones a lo largo de todo el curso
El conocimiento existe ‘afuera’	El conocimiento existe en la mente de las personas
El aprendizaje es acumulativo y lineal	El aprendizaje es un entrenamiento de marcos de referencias interactivos
Aprendizaje centrado en el maestro, depende de él	Aprendizaje centrado en los alumnos, depende de ellos
Los académicos son conferencistas	Los académicos diseñan métodos de aprendizaje
Los profesores clasifican y seleccionan a los estudiantes	Los profesores desarrollan el talento de cada estudiante
Cualquier experto en su campo puede enseñar	Fortalecer el aprendizaje es un reto complejo

Tabla 2.4.1 Comparación entre paradigmas, modificado (Barr y Tagg, 1995: 9)

Como se observa en la tabla 2.4.1, el paradigma de enseñanza tiene mayores limitaciones para los alumnos, se basa esencialmente en el trabajo del docente y la autoridad escolar. Por el contrario, en el de aprendizaje hay mayor diversidad en el quehacer docente y se da



prioridad a las necesidades de los alumnos. Sin embargo, lograr un cambio de paradigma es difícil, éstos cambian cuando el paradigma dominante pierde su capacidad para resolver problemas y para generar una visión positiva del futuro (Barr y Tagg, 1995: 17).

El principal reto es darse cuenta de la necesidad de renovar la práctica docente y formar grupos de trabajo dirigidos mediante el paradigma de aprendizaje. Una manera de comenzar este cambio es con la formación docente, especialmente en uno de los modelos educativos que actualmente tiene mayor reconocimiento, el constructivismo.

## 2.4.2 CONSTRUCTIVISMO

Se ha ofrecido el constructivismo como un marco particular para enseñanza, aprendizaje y diseño de currículo. Desde el punto de vista pedagógico, se planean los procesos de enseñanza y aprendizaje con particular atención a proporcionar las condiciones para la construcción del conocimiento por parte de los alumnos. Desde la perspectiva filosófica, los elementos del conocimiento son construidos por individuos y grupos. El conocimiento yace en el acuerdo que se tenga, no en si existe en el mundo (Wink, 2014: 617). El título de constructivismo aplica para la investigación sobre aprendizaje (Ernest, 1995: 464).

Se puede decir que las teorías tradicionales han determinado la forma en que se enseña (paradigma de enseñanza), incluyendo (aunque resulte difícil de creer) el tipo de aulas que deben ser construidas, la manera en que los cursos son pensados y cómo el conocimiento de los estudiantes debe ser evaluado. Inclusive algunos salones contienen sillas atornilladas al piso y dirigidas hacia el rostro del instructor, quien se presume como la única fuente del conocimiento. También se construye una tarima que da la impresión de que el profesor es la autoridad incuestionable (Bodner et al, 2001: 3).

Las teorías constructivistas, contrario a las tradicionales, asumen que el conocimiento nunca es transferido de la mente del profesor a la del alumno de forma intacta (paradigma de aprendizaje). Se asume que conocer es un proceso continuo y para que sea significativo debe ser “útil” y plausible. Estas teorías requieren un cambio sutil en la perspectiva individual de los alumnos. Herron<sup>23</sup> menciona que ha valorado en su práctica el tiempo destinado a preguntarles a sus estudiantes lo que ellos piensan, en vez de sólo comunicar lo que él mismo piensa (Bodner et al, 2001: 7).

La visión constructivista, según Taber (2010), implica:

- Aprendizaje significativo que relacione lo que se trabaja en el aula con el contexto de los alumnos.

---

<sup>23</sup> Investigador educativo en química a nivel mundial.

- Saber que los alumnos ya traen ciertas creencias relevantes sobre algunos temas (ideas previas).
- Tener en cuenta que los alumnos interpretarán el aprendizaje en términos de sus ideas previas.
- Partir de estas ideas previas hacia el conocimiento científico escolar.

La perspectiva de acuerdo al trabajo de Jean Piaget<sup>24</sup> (1896-1980) enfatiza que la construcción del conocimiento es individual para conocer sus propias necesidades. Los alumnos construyen esquemas individuales del mundo (modelos) que les serán útiles en diversas situaciones. Sin embargo, sobre el constructivismo social, Joan Solomon dice que el conocimiento está en poder de los individuos, quienes lo incorporan en situaciones sociales modificando así sus ideas individuales (Bodner et al, 2001: 12).

### 2.4.3 CONSTRUCTIVISMO SOCIAL EN QUÍMICA

El constructivismo social se refiere a la construcción del aprendizaje de los individuos, mediante su interconexión en un campo social, de manera que exista una interacción recíproca entre los individuos. Está basado en la metáfora de que el entendimiento se logra por compartición de experiencias de los individuos en conversación y que el mundo se construye socialmente (Ernest, 1995: 479).

Diversas ideas en química son abstractas y contraintuitivas, por lo que presentan un verdadero reto para el alumno. En parte es debido a la naturaleza de la complejidad del concepto, pero también podría ser por el modelo que usamos para enseñarlo, el cual puede por sí mismo llegar a ser un impedimento del aprendizaje de los alumnos (Taber, 2010: 552).

Es claro que la posición constructivista afirma que el conocimiento no se transmite directamente. Una manera se enfoca en la construcción de significados personales y teorías que desarrollan los individuos sobre los fenómenos naturales en su experiencia cotidiana. Otra describe la construcción del conocimiento como un proceso donde los alumnos están siendo aculturados dentro del discurso científico (Driver et al, 1994: 5).

Como el conocimiento científico es el producto de la comunidad científica, no puede ser aprendido por un individuo interactuando solo con el mundo material. El contexto social de la comunidad científica es lo que permite el desarrollo del conocimiento científico (Scott et al, 2007: 41). Este conocimiento es simbólico y socialmente negociado. Los objetos de la ciencia no son únicamente los fenómenos de la naturaleza, sino construcciones que avanzan por la comunidad científica para interpretar la naturaleza. En el área simbólica de la ciencia

---

<sup>24</sup> Psicólogo y biólogo suizo famoso por sus aportes al estudio cognoscitivo de la infancia y su teoría constructivista del desarrollo de la inteligencia.

se representan “entidades”, como átomos, electrones, iones, genes o cromosomas, entre otras; que son organizados por ideas que evolucionan y pueden dirigir los procedimientos de medición y experimentación (Driver et al, 1994: 6). Por ejemplo, el modelo de transferencia de energía es la base en la que se apoya la termodinámica. Así de importantes son estos modelos o entidades.

La construcción individual de la perspectiva del conocimiento coloca primacía sobre las experiencias físicas y su papel en el aprendizaje de la ciencia pero, por otra parte, una perspectiva social constructivista reconoce que el aprendizaje implica ser introducido a un mundo simbólico (Driver et al, 1994: 6).

El conocimiento funciona mejor dentro del contexto en el cual se ubica. Por ejemplo, si se enfatiza en que la reactividad del acetileno es debida a su enlace triple, ¿cómo se abordaría la relativa estabilidad del  $N_2$ ? Para el alumno podría ser difícil reconocer los grupos funcionales, por ello el profesor debe contextualizar los aprendizajes (Bodner et al, 2001: 5).

Incluso desde la perspectiva de Lev Vygotski<sup>25</sup> (1986-1934) sobre aprendizaje, se señala que el conocimiento debe atravesar el contexto social para llegar al entendimiento individual. Esto quiere decir que primero conocemos nuevas ideas en situaciones sociales y luego las incorporamos a nuestro pensamiento individual. La enseñanza y el aprendizaje de la química también se pueden pensar desde esa perspectiva, porque los alumnos son quienes construyen su propio conocimiento dentro de un plano social (un profesor trabajando con alumnos en un salón de clases o un laboratorio) (Scott et al, 2007: 40).

En resumen, el constructivismo social en química implica:

- Aprender el conocimiento científico llevándolo del plano social al individual
- El proceso de aprendizaje es consecuencia de la toma de decisiones individuales.
- Aprender está mediado por recursos semióticos, el más importante es el lenguaje.
- Aprender química implica aprender el lenguaje social del gremio, introducido al aprendiz mediante el experto.

#### **2.4.4 LENGUAJE, CLAVE EN EL APRENDIZAJE DE LA QUÍMICA**

La ciencia tiene un lenguaje específico, propio en cada disciplina, donde suelen encontrarse palabras de la vida cotidiana, como: energía, masa, presión, etc. Sin embargo, los científicos se refieren a estas palabras con una interpretación distinta a la coloquial. Más aún, esta interpretación científica suele ser contraintuitiva, lo que complica comprender el concepto,

---

<sup>25</sup> Psicólogo ruso destacado por sus aportes a la teoría del desarrollo psicológico y fundador de la psicología histórico-cultural

por ello, estudiar conceptos científicos conlleva a reestructurar los conceptos previos que tienen los alumnos, lo que se conoce como cambio conceptual, o en términos más actuales, “redescripción representacional” (Scott et al, 2007: 42).

Durante un diálogo con personas en conversación, el aprendizaje es visto como un proceso donde dichas personas se introducen a una cultura con ayuda de los miembros más calificados. Mientras esto sucede, ellos se apropian de las herramientas culturales a través de su participación en estas actividades (Driver et al, 1994: 7), no sólo durante el diálogo en sí mismo, también por las expresiones, la entonación, la pronunciación y la sensación que se transmite durante este acto.

Aprender ciencia implica que los alumnos se adentren a una forma diferente de pensar y explicar el mundo natural. Este es un proceso de socialización, en mayor o menor medida, durante las prácticas de la comunidad científica con sus propósitos particulares, formas de ver y modos de apoyo a sus afirmaciones de conocimiento (Driver et al, 1994: 6). Incorporarse a las prácticas discursivas de la comunidad científica no implica el abandono de un razonamiento de sentido común.

Los seres humanos participan en múltiples comunidades paralelas de discurso, cada uno con sus prácticas y con fines específicos. Aunque se reconoce que aprender ciencia implica una reestructuración de ideas, es cierto que visualizar el aprendizaje como cambio de teoría, coloca demasiado énfasis en la naturaleza de las ideas de los estudiantes (Driver, 1994).

## **2.5 ¿CÓMO ENSEÑAR CIENCIAS?**

### **2.5.1 SELECCIÓN Y SECUENCIA DE ACTIVIDADES TRADICIONALES**

Seleccionar actividades para la enseñanza y el aprendizaje de la ciencia, que se consideren que son las más pertinentes para los objetivos planteados, y el distribuirlas a lo largo del tiempo, requiere del diseño de una herramienta pedagógica. La mayoría de los profesores con experiencia, en su planeación, elijen las actividades que creen más relevantes y las organizan de la manera que mejor les “funciona”. Pero se ha demostrado que los métodos tradicionales sólo son útiles para alumnos capacitados y motivados (Sanmartí, 2002: 169).

En nuestros días, aún se siguen diseñando las clases de manera que se impartan más conocimientos en menos tiempo, esto es, enseñanza centrada en quien “enseña” (Sanmartí, 2002: 170). La planeación y reflexión sobre este proceso suele ser corta o de poca importancia, haciendo que las clases magistrales sean las dominantes en los cursos.

Según Sanmartí (2002), la secuenciación de las actividades del 90% de los profesores tiene una estructura similar basada en lo siguiente:

- a) Explicación del contenido del libro de texto o estructura del mismo.
- b) Preguntas orales para aclarar los aspectos que no se hayan comprendido bien (no siempre).
- c) Realización de alguna actividad práctica (no siempre) con la finalidad de ‘ver’ o comprobar lo que se ha explicado.
- d) Respuesta a ejercicios o problemas en los que los estudiantes han de aplicar las ideas o procedimientos explicados. Además se pueden plantear mapas conceptuales, esquemas o tareas similares.

De lo anterior se deriva que la actividad central es la “explicación”, concebida como sinónimo de “enseñar”. Y aún así, los profesores crean un procedimiento “activo” cuando se formula preguntas, generalmente cerradas, respondidas con una palabra, o frase muy corta (Sanmartí, 2002: 171). Pareciera que la respuesta está en aumentar el número de actividades y disminuir el de las clases magistrales, pero las actividades por sí solas no tienen mucho sentido, es necesario conectarlas al alumno y procurar ligarlas, deben formar parte de un proceso. No se puede construir el conocimiento de manera aislada (Driver et al, 1994: 6).

### **2.5.2 SELECCIÓN Y SECUENCIA DE ACTIVIDADES SEGÚN LA DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS**

Como se mencionó a lo largo de la sección 2.4, el modelo constructivista puede dirigir el progreso de las actividades, que pueden ser similares a las tradicionales, pero presentadas y realizadas de otra manera (por ejemplo una práctica de laboratorio). Fundamentalmente lo que varía es la forma de plantear una actividad, su presentación, cómo discutirla con los alumnos, las observaciones realizadas o el tipo de conclusiones (Sanmartí, 2002: 178).

El conocimiento se puede concebir como una serie de estructuras de complejidad variable, de manera que estas estructuras se forman durante un proceso de construcción de significados. Así el alumno construye su propio conocimiento y éste depende de lo que el alumno aporta y de la situación. Por eso, las actividades que generan el clima para este proceso de construcción, deben ser guiadas por expertos (Driver y Oldham, 1986: 112).

De esta manera se puede afirmar que el diseño de unidades didácticas es esencial en el trabajo docente. Una unidad didáctica está formada por secuencias, que contienen cada una, metas distintas. Una secuencia didáctica suele estar formada por un conjunto de sesiones de clase y éstas al mismo tiempo por un conjunto de actividades en busca de objetivos de aprendizaje (Sanmartí, 2002: 179).

Como ya se ha planteado, energía es un concepto que se introduce desde la primaria, incluso antes por la polisemia mostrada en las ideas previas. Y aunque en los cursos pueden variar tanto el orden como la manera de abordar este concepto, los alumnos poseen un bagaje sobre energía, al cual deben ligarse las actividades a secuenciar (Brook y Driver, 1984: 3).

### 2.5.3 SECUENCIA DIDÁCTICA DE DRIVER Y OLDHAM

Uno de los primeros formatos de secuencia didáctica con enfoque constructivista, y centrado en el trabajo desarrollado por los estudiantes, fue el ciclo de aprendizaje de tres etapas (exploración, introducción de vocablos y aplicación de conceptos), basado en las investigaciones de Piaget (Karplus, 1977; Lawson, 1994). En la primera etapa los alumnos recolectan datos que les permiten derivar (construir) un concepto y en la última etapa el concepto se aplica a otras situaciones. La siguiente tabla muestra las funciones tanto del docente como del alumno y la utilidad de cada una de ellas:

<b>Etapas</b>	<b>Qué debe hacer el docente</b>	<b>Qué debe hacer el estudiante</b>	<b>Utilidad de cada etapa</b>
Exploración	Proporciona materiales, fenómenos, etc., nuevos con instrucciones mínimas.	Examina materiales, fenómenos, etc., nuevos con instrucciones y expectativas de logro mínimas.	Generar preguntas que el estudiante no puede resolver con sus patrones comunes de razonamiento.
Introducción de vocablos	Introduce el concepto o el principio por él mismo o vía un libro de texto, una película u otro medio.	Aplica el concepto o el principio a sus experiencias en la etapa de exploración.	Definir de manera formal un concepto a partir de la definición concreta que comprenden los estudiantes.
Aplicación de conceptos	Proporciona materiales, fenómenos, etc., nuevos y diferentes a los de la etapa inicial.	Aplica el concepto o el principio a las situaciones adicionales.	Extender el intervalo de aplicación del nuevo concepto y promover la auto-regulación.

Tabla 2.5.3.1 Actividades a realizar por el docente y los estudiantes y la utilidad de cada etapa del ciclo de aprendizaje (Karplus, 1977).

De entre los formatos de secuencias derivados del movimiento de las ideas previas de los estudiantes y asociadas al cambio conceptual (Driver y Oldham, 1986: 112) resaltan los de Posner et al (1982), Osborne y Wittrock (1985) y por supuesto la de Driver y Oldham (1986). Ésta última es la que tiene más ejemplos de su aplicación, como los desarrollados para diversos temas dentro del proyecto Children Learning in Science (CLiS) (Wightman et al, 1987). Esta secuencia didáctica intenta impulsar la construcción activa de significados, partiendo de las ideas del alumno y dando oportunidades a éste para construir y modificarlas de manera que se aproximen hacia las concepciones científicas. Una condición importante para la puesta en práctica con éxito de esta secuencia es otorgar tiempo suficiente a los alumnos para que puedan compartir, reflexionar, evaluar y reestructurar sus propias ideas.

La secuencia didáctica de Driver y Oldham (1986) está conformada por 5 etapas: Orientación, Explicitación de ideas previas, Reestructuración de ideas, Aplicación de ideas y Revisión de los cambios en las ideas. Esto se ilustra en la siguiente tabla:

<b>Etapa</b>	<b>Qué debe hacer el docente</b>	<b>Qué debe hacer el estudiante</b>	<b>Utilidad de cada etapa</b>
Orientación	Introduce el tema vía experiencias de cátedra y discusiones grupales. Indica las actividades a realizar y las demandas correspondientes.	Escucha, reflexiona y genera preguntas de aclaración. Se comunica con sus compañeros y con el docente.	Comunicar por qué el tema es importante y conviene aprenderlo.
Explicitación de las ideas previas	Proporciona aproximación directa a los fenómenos seleccionados.	Experimenta con los fenómenos proporcionados. Explicita sus ideas de diversas formas para hacerlas conscientes.	Proporcionar experiencia con fenómenos. Explicitar las ideas previas de los estudiantes.
Reestructuración de las ideas. A. Clarificación e intercambio de ideas.	Fomenta la comparación de ideas mediante la discusión grupal. Promueve conflictos conceptuales utilizando, una experiencia de cátedra refutadora o vistosa.	Compara sus ideas con las de sus compañeros.	Intercambiar puntos de vista. Apreciar que pueden existir diversas formas de explicar o describir un mismo fenómeno.
Reestructuración de las ideas. B: Construcción de nuevas ideas.	Promueve la construcción grupal de nuevas ideas. Recuerda al grupo revisar ideas y experiencias previas.	Trabaja en equipo para acordar nuevas ideas a partir de todo lo realizado en el aula.	Alcanzar acuerdos de ideas en equipos de alumnos.
Reestructuración de las ideas. C. Evaluación de ideas.	Proporciona nuevos experimentos. Fomenta el describir y explicar experimentos con las nuevas ideas y su comunicación al grupo. Presenta las explicaciones científicas escolares.	Aplica y comunica las nuevas ideas a sus compañeros vía describir, explicar experimentos y/o la reflexión.	Poner a prueba las nuevas ideas, incluyendo, quizás, la idea científica escolar. Conocer las ideas científicas aceptadas.
Aplicación de las ideas	Recuerda al grupo las experiencias previas y presenta nuevas experiencias.	Aplica sus ideas recién desarrolladas en diversas situaciones, tanto nuevas como familiares.	Consolidar y reforzar nuevas ideas, al aplicarse en los contextos dentro de los que se ha comprobado su utilidad.
Revisión de los cambios en las ideas	Promueve la reflexión individual sobre lo nuevo que se ha aprendido y cómo lo han logrado.	Reflexiona sobre qué ideas han cambiado y cómo se han modificado, a lo largo de la secuencia.	Reflexionar cómo se aprende a aprender.

Tabla 2.5.3.2 Actividades a realizar por el docente y los estudiantes en cada etapa de la secuencia de Driver y Oldham (Driver y Oldham, 1986: 113; Wightman et al, 1987; Driver y Scott, 1996: 99).

Esta secuencia no es el único camino a seguir, existen diferentes formas de apropiarse de aprendizajes y desarrollar habilidades, ya sea mediante unidades didácticas, secuencias de enseñanza y aprendizaje, progresiones de aprendizaje, etc. Pero esencialmente todas consisten en una descripción de actividades que persiguen ciertos objetivos y una forma de pensar, sobre un tema. Es importante que las actividades se liguen de manera que se puedan seguir una a una (Liu y Park, 2014: 184).

En las secuencias se conforman de diversos tipos de actividades, se recomienda comenzar con actividades simples y concretas (por ejemplo una exploración de ideas previas), después elevar paulatinamente la complejidad llegando a un punto abstracto (una sistematización de algún proceso) y finalizar de nuevo en lo concreto pero complejo (resolución de situaciones reales). Esta vía debe considerar la diversidad del alumnado, precisamente al dar variedad a las actividades (Sanmartí, 2002: 185). La siguiente imagen muestra el camino descrito:

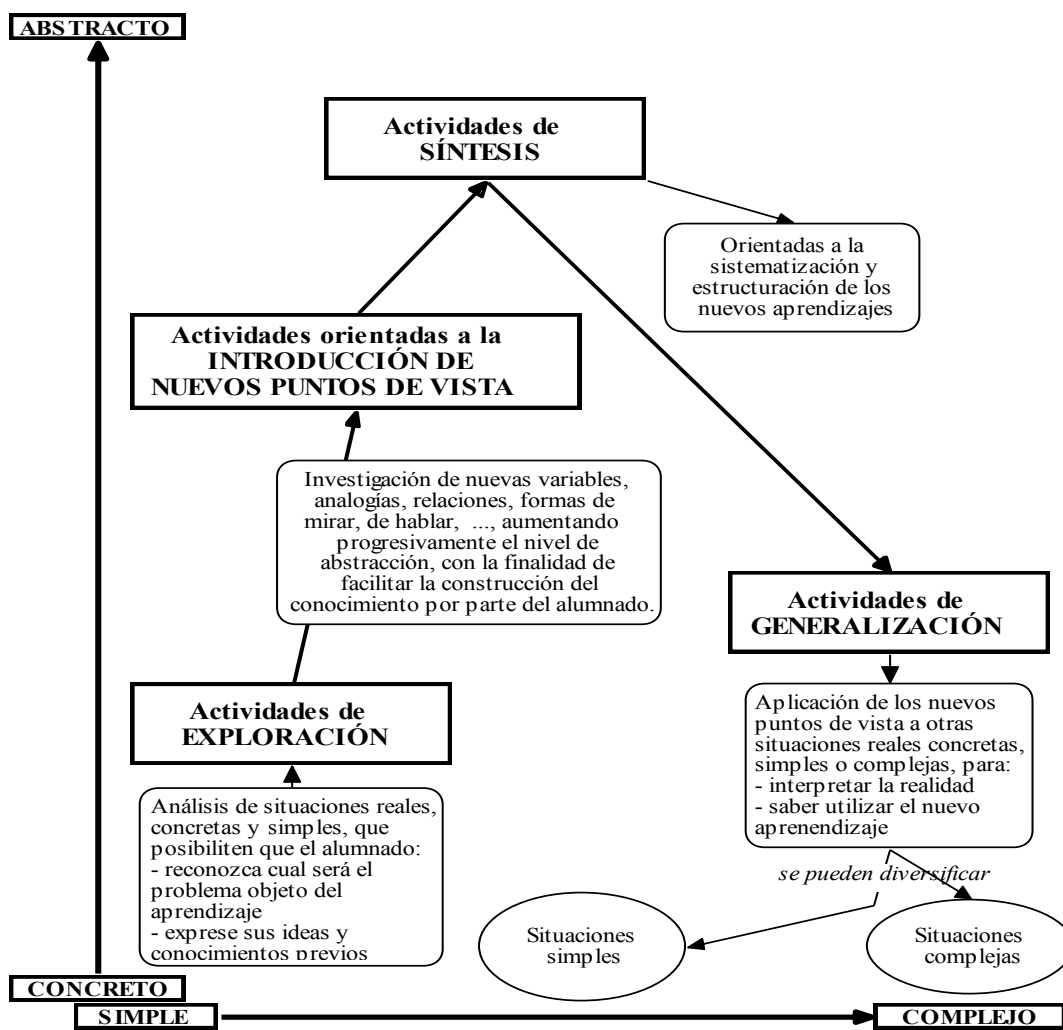


Imagen 2.5.3.1 Tipos de actividades según su finalidad didáctica (Sanmartí, 2000: 260)



# CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA

*El amor siempre trae dificultades, es cierto, pero da energía*  
Vincent Van Gogh

## 3.1 OBJETIVOS

Diseñar una secuencia didáctica para las clases de Química en el Nivel Medio Superior (NMS), basada en la secuencia didáctica propuesta por Driver y Oldham, pertenecientes al grupo de educadores de la Universidad de Leeds (Driver, Oldham, Scott, Leach, Asoko, etc.) para ayudar a los estudiantes a elegir un modelo científico escolar de energía, entre dos propuestos: “formas de energía” y “transferencia de energía”. Aplicar estos modelos con alumnos de la ENP en la asignatura de Química III, para entender, explicar y resolver problemas energéticos en ambientes escolares y cotidianos, con el fin de averiguar cuál modelo consideran que es el más adecuado y útil.

## 3.2 PLANEACIÓN

Para desarrollar el proyecto<sup>26</sup> se revisó el modelo de energía que solicita en el programa oficial de Química III (clave 1501) que se cursa en el quinto año del subsistema ENP. Como se discutió en el apartado 2.3.1, hay inconsistencias en la claridad de los modelos, de manera que están mezclados a lo largo del temario. El diseño del proyecto se resume a continuación:

- Revisión detallada del concepto energía en el temario de Química III.
- Redacción de resultados esperados de aprendizaje según los objetivos planteados.
- Determinación formas de evaluar estos aprendizajes.
- Diseño y organización de las actividades realizadas en cinco sesiones de 50 minutos y selección de los recursos didácticos a utilizar en cada una de ellas.
- Seguimiento del formato de Driver y Oldham de cinco etapas: orientación (O), explicitación (E), reestructuración (R), aplicación (A) y revisión (Rv).

---

<sup>26</sup> Esta secuencia se aplicó en la segunda quincena del mes de septiembre de 2014 durante cinco clases continuas.

### 3.3 RESULTADOS ESPERADOS DE APRENDIZAJE

El primer paso de la secuencia es el planteamiento de objetivos o metas. Tradicionalmente, se pretenden cubrir todos los temas que plantea el programa, teniendo cada uno de ellos uno o varios propósitos, que tanto profesor como alumno deben lograr. Este tipo de objetivos mantienen una visión educativa centrada en el profesor. Sin embargo, como se comentó el capítulo anterior, la educación debe centrarse en el alumno, como lo propone el paradigma de aprendizaje.

Esta tendencia de la educación se enfoca en lo que el alumno debe saber y ser capaz de hacer al final de la secuencia, o de todo el programa. Esto se conoce como resultados esperados de aprendizaje (más brevemente como: resultados de aprendizaje) y expresan las expectativas que se tienen de los alumnos al finalizar el periodo de aprendizaje, ya sea la duración de una secuencia, de una unidad didáctica, o todo un curso (Kennedy et al, 2006: 3).

La diferencia principal de los objetivos, propósitos, logros o metas con respecto a los resultados de aprendizaje, es que todos los primeros suelen ser confusos y se redactan unas veces en términos de enseñanza y otras veces en términos de aprendizaje. Una de las ventajas que ofrecen los resultados de aprendizaje es que describen claramente lo que se espera del alumno y cómo se espera que lo demuestre (Kennedy et al, 2006: 4).

Los resultados de aprendizaje se redactan considerando una taxonomía de verbos, siendo la propuesta por Bloom (1956), una de las más ampliamente utilizadas hasta estos días. Así, se pueden seleccionar los más adecuados para la secuencia (Kennedy et al, 2006: 20).

Existen logros que consideran el dominio afectivo, como actitudes, sentimientos o valores (Bloom et al, 1964), o el dominio psicomotor, que son básicamente habilidades que requieren trabajos manuales, con verbos como imitar, manipular, precisar o articular, (Dave, 1970). Además, para poder usar de manera adecuada estos verbos se deben evitar ambigüedades; verbos como: saber, entender, determinar, apreciar o familiarizarse presentan vaguedades. En la taxonomía de Bloom se pueden localizar otros verbos más precisos. (Kennedy et al, 2006: 17).

Para esta secuencia sobre modelos escolares de energía, se plantearon seis resultados de aprendizaje que a continuación se presentan:

- A. Reconocer que la ciencia se ha construido con base en modelos.
- B. Distinguir los modelos que hay acerca del concepto energía.
- C. Aplicar el concepto de energía a situaciones de la vida cotidiana en términos del modelo de formas.

- D. Aplicar el concepto de energía a situaciones de la vida cotidiana en términos del modelo de transferencia.
- E. Explicar situaciones que involucren cambios energéticos, utilizando alguno de los modelos vistos, como por ejemplo:
- Pilas de aparatos electrónicos
  - Alimentos como ‘fuente’ de energía
  - Fiebre y antipiréticos
  - Energía nuclear
  - Energías limpias
- F. Analizar con detalle, en términos energéticos, el funcionamiento de un proceso químico.

### **3.4 SESIONES PREVIAS**

Antes de la aplicación de la secuencia, se realizaron dos actividades didácticas durante una sesión de 50 minutos, con la finalidad de realizar una presentación frente al grupo y comenzar a trabajar con él. Dichas actividades fueron las siguientes:

#### **3.4.1. TRABAJO EN EQUIPO**

La primera actividad consistió en una breve explicación de la forma en que trabajan los científicos y por ende, cómo se construye la ciencia, resaltando la importancia del trabajo colaborativo. Posteriormente se proyectó una diapositiva<sup>27</sup> con 15 rostros de personajes famosos en diversos ámbitos (Anexo 2) y se les pidió que escribieran en su cuaderno el número de personas que conocen individualmente, es decir, sin consultar a sus compañeros ni al profesor. La imagen permaneció sólo por un minuto, al cabo del cual se quita. Lo siguiente fue realizar la misma pregunta pero ahora consultando a sus compañeros de mesa de trabajo (de seis a siete alumnos por mesa), entonces se volvieron a proyectar los mismos rostros y los alumnos anotaron el número de personas que conocen ahora en equipo.

Al final se comentó en el grupo sobre los personajes, resultando que en equipo pudieron conocer más que por sí mismos. Esta actividad enfatiza que cuando se trabaja en equipo se “conoce más”. Se enfatizó que siempre existe diversidad de opiniones y es importante respetar cada una de ellas porque podrían enriquecer el trabajo.

#### **3.4.2. ¿DESCRIPCIÓN O EXPLICACIÓN?**

El título de esta sección exhibe, en forma de pregunta, dos habilidades que demanda la ciencia. Los estudiantes pueden entender estas palabras como sinónimos, de hecho, son dos

---

<sup>27</sup> En todas las sesiones se contó con este recurso.

indicaciones típicas de los exámenes. Para que los alumnos desarrollen estas habilidades y las puedan diferenciar se propuso una actividad que consistió en mostrar tres imágenes similares donde se dio una indicación para cada una de ellas. Las imágenes y las indicaciones fueron las siguientes:

1. Describe lo que observas en la siguiente imagen:



Imagen 3.4.2.1 modificada (Bell, 2008: 74)

Esta imagen buscó que los alumnos realizaran, tal cual, la acción que se les pidió, es decir, describir lo que observan. Una suposición común sobre el pensamiento científico es que el mundo se puede conocer mediante observaciones empíricas (Lederman et al, 2004: 8)

2. Describe lo que observas en la siguiente imagen:

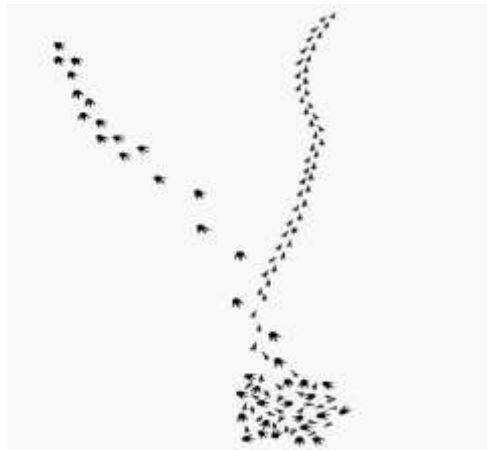


Imagen 3.4.2.2 modificada (Bell, 2008: 75)

Esta segunda imagen tuvo la misma indicación que la anterior, pero es diferente porque revela algo más en ella. Esta es la razón por la que se espera que las descripciones contengan un intento de explicación de lo sucedido según la imagen.

### 3. ¿Qué infieres en esta imagen?



Imagen 3.4.2.3 modificada (Bell, 2008: 77)

En esta última imagen la indicación cambió para que el alumno responda la pregunta dando una explicación de lo que piensa que sucedió para obtener esa imagen. Es interesante saber que desde la primera imagen, sin haberlo pedido, se incluyeron explicaciones. Las especulaciones son parte de inevitable del conocimiento científico (Lederman et al, 2004: 9).

Las dos actividades mencionadas se realizaron con una amplia participación por parte de los alumnos quienes generaron evidencias que contenían sus respuestas. Al final de la sesión, se les aclaró a los alumnos el significado de cada término (Jorba et al 2000: 110)

- Describir: Enumerar cualidades, propiedades o características de un objeto, fenómeno o proceso. Se debe observar e identificar lo que es esencial.
- Explicar: Hacer comprensible a alguien un fenómeno, un resultado o un comportamiento. Se deben proporcionar razones o dar argumentos, pueden establecerse relaciones de tipo causal.

#### 3.4.3 PRETEST

Es importante señalar que antes de aplicar la secuencia se debe realizar un diagnóstico antes de aplicar la secuencia, para analizar la situación de los alumnos, de manera que tanto ellos como el profesor tomen conciencia de los puntos de partida (Sanmartí, 2007: 30).

Los alumnos son organismos activos y recreativos por lo que en cada estadio de su desarrollo de estructuras, insertan y organizan los conocimientos. Estas “estructuras de acogida” se refieren a un conglomerado de actitudes, conductas, modelos y maneras espontáneas de razonar en cada momento de su desarrollo (Halwachs, 1975).

Sanmartí en 2007, recomienda evaluar inicialmente todo aquello que conforma las estructuras de acogida, es decir:

- Concepciones alternativas
- Experiencias personales
- Hábitos y actitudes
- Prerrequisitos de aprendizaje
- Estrategias espontáneas de razonamiento
- Campo semántico de vocabulario utilizado

Es aconsejable que en la evaluación inicial se incluya un KPSI (Knowledge and Prior Study Inventory), conocido también como Informe Personal. Esta herramienta ayuda a identificar lo que el alumno cree que sabe y no tanto lo que realmente sabe. Esto sirve para guiarlo en su autoevaluación (Sanmartí, 2007: 35).

Para el diseño de la evaluación diagnóstica, se consideraron tanto las estructuras de acogida como el informe personal. De esta manera se construyó el pretest (Anexo 3), que fue aplicado el día 10 de septiembre del 2014. Este mismo pretest se aplicó un mes después, 10 de octubre del mismo año, para realizar una comparación sobre lo aprendido con base en lo que los alumnos consideran.

### **3.5 MODELOS**

La secuencia inicia formalmente con la etapa de Orientación correspondiente al ciclo de Driver y Oldham. Esta primera sesión se tituló “Modelos en ciencia”, y se persigue el primer resultado de aprendizaje, es decir, que los alumnos reconozcan que la ciencia se ha construido con base en modelos.

Al el inicio de la sesión se discutió sobre su polisemia y se enfatizó en la importancia que los modelos tienen en la ciencia; se dieron ejemplos como: un mapa del Distrito Federal, una fórmula química, un ratón, una imagen de las capas de la Tierra y otra de las partes del átomo, todos estos como modelos. También se hizo la distinción al ocupar esta palabra con sentido de imitación o ejemplificación, por ejemplo: modelos de pasarela, objetos, actitudes y personas a imitar (Chamizo, 2013: 90).

En la siguiente parte de la sesión se realizó la actividad denominada “tubo misterioso”. Ésta consiste en utilizar un tubo de cartón con cuerdas como se muestra en la siguiente imagen:

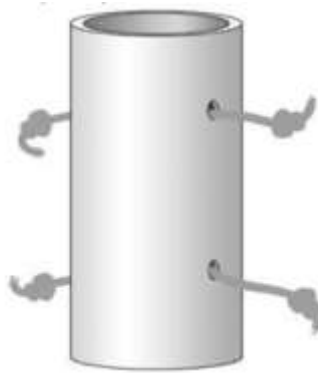


Imagen 3.5.1 'Tubo misterioso'

Las indicaciones dadas para esta actividad fueron las siguientes:

- Elabora un dibujo que indique cómo te imaginas que se encuentran las cuerdas al interior del tubo antes de experimentar con él.
- Después de unas primeras pruebas hechas con las cuerdas, en un lado del primer dibujo del tubo, haz un nuevo dibujo del interior.
- Ahora, después de hacer pruebas con todas las cuerdas ¿cómo te imaginas su interior?

Las pruebas realizadas fueron: jalar los cuatro extremos de las cuerdas en distintas formas y en distintos momentos mientras se observa su comportamiento a través de los orificios del tubo (Bell, 2008: 131). La finalidad fue que los alumnos, en primer lugar, imaginen cómo se encuentra el tubo por dentro (modelo mental), pero también se pide que realicen un dibujo sobre el interior del tubo, de manera que sea lo que piensan del mismo y explique los diferentes movimientos de las cuerdas (modelo expresado).

A pesar de las insistencias que los alumnos puedan mostrar, es indispensable reafirmar que no se puede observar el interior del tubo, porque en la ciencia se parte de un hecho experimental. Por ejemplo, nadie ha visto el interior de un átomo o el interior del Sol, nadie vio por sí mismo la extinción de los dinosaurios, ni siquiera existió una observación directa del Big Bang.

Para comprobar si su modelo es válido, éste debe ser capaz explicar los movimientos y de ser posible predecir otros. Por esa razón, se construyen modelos a través de una metodología científica, para intentar explicar un fenómeno o situación y predecir sucesos a partir de él (Lederman et al, 2004: 6).

Una vez realizados sus dibujos y dado las explicaciones, se procede a una evaluación, donde se les presenta una lista con diez palabras, de las cuales tienen ellos que elegir los que no son modelos y el por qué.

1. Dinosaurio a escala
2. Símbolo químico
3. Nombre químico
4. Diagrama del ciclo del agua
5. Gráfica edad-peso
6. Enlace químico
7. Molécula de agua
8. Pintura de un paisaje
9. Energía
10.  $E = mc^2$

Al final de la sesión, cada alumno entrega su hoja con los modelos expresados del tubo, sus opiniones y la evaluación. Aún no se ha trabajado con el concepto energía porque esta sesión únicamente se diseñó para el concepto de modelos.

### 3.6 MODELO DE FORMAS

La segunda sesión corresponde a la segunda etapa del ciclo de Driver y Oldham, que es la de Explicitación. En esta etapa se partirá de las ideas previas de los alumnos sobre este modelo, que implícitamente es el más conocido.

Al inicio de la sesión se retomó la típica definición de energía (capacidad o habilidad para realizar un trabajo) y se les pidió que participaran mencionando lo que piensan sobre la misma. Las ideas más comunes que surgieron de los alumnos fueron algunas características como su conservación, medición, considerada recurso natural y que interviene en las transformaciones de la materia.

Posteriormente se les pidió a los estudiantes que, mediante una lluvia de conceptos, nombraran todos los tipos de energías que conocieran. Así se generó una lista de 16 tipos de energía que se anotó en el pizarrón y se les pidió que la clasificaran de acuerdo al diagrama que propone Wink (1992), traducido por Garritz (1994), y que se muestra a continuación:



Imagen 3.6.1 Diagrama que relaciona la energía química con otras “formas” de energía modificado (Wink, 1992: 108; Garritz, 1994: 72)

Como se puede observar en el diagrama, la energía química es el centro de todas las energías. Todas se pueden convertir en energía química y viceversa. Esta visión considera que los tipos de energías están relacionados con alguna reacción química.



El cierre de la sesión se realizó con un experimento denominado “Botella Whoosh” o “Diablito”. Básicamente, consiste en la combustión de los vapores de metanol o etanol en grandes botellas de cuello pequeño que se encienden con un cerillo. Esto produce una vistosa llama azul en el interior de la botella acompañado de un ruido característico (Fortman et al, 1999: 1092).

Este experimento se realizó como estrategia POE (predecir, observar y explicar). Ésta se basa en los sentidos de los alumnos, es decir, ellos forman sus conceptos a partir de lo que perciben y lo ligan a sus concepciones (Haysom y Bowen, 2010: IX). De hecho, se puede afirmar que la mayoría de sus ideas previas son debidas a dichas percepciones.

Su metodología es sencilla; se plantea el experimento de una manera motivadora y ligada al tema de la clase. Posteriormente se les pide que predigan lo que creen que ocurrirá al realizar el experimento y sobre todo sus razones. Se discute sobre sus predicciones y después se realiza el experimento, pidiéndoles que sean meticulosos al describirlo y explicarlo (ya se tiene el antecedente de estas habilidades) en su cuaderno. Finalmente se discuten sus nuevos resultados y al final el profesor da la explicación científica, no como una verdad o respuesta correcta, sino como lo que los científicos actualmente piensan (Haysom y Bowen, 2010: XI).

En esta actividad se les describió el siguiente experimento:

En un garrafón de plástico se añade alcohol al 96%, de manera que sea el suficiente para emparar toda la superficie interna del garrafón. Después se elimina el exceso de alcohol líquido que haya quedado dentro y se acerca un cerillo encendido a la boca del mismo. ¿Qué creen que ocurrirá?

La descripción del experimento y la pregunta corresponden a la predicción del experimento, los alumnos anotan sus respuestas en la hoja que se les proporcionó. Una vez que se les dio el tiempo suficiente para contestar, se procede a realizar el experimento detallando cada paso para que sus observaciones sean mejores, esto es la parte de observación.

La actividad culmina con la etapa de explicación. Una vez que han visto el experimento proceden a explicar lo sucedido y se les apoya proporcionándoles las siguientes cuatro preguntas, que ayudan a enriquecer su explicación individual y/o en equipo:

- ¿Sucedio lo que predijiste?
- ¿Por qué se tiene que evaporar todo el alcohol?
- ¿Por qué aparece un residuo líquido al fondo del recipiente?
- ¿Qué tipos de energía hay?

La sesión cierra con una segunda realización del experimento, de manera que ellos puedan tomar foto y/o video del mismo. A continuación se presenta una imagen de lo que ocurrió:



Imagen 3.6.2 Experimento de la “Botella Whossh”

### 3.7 MODELO DE TRANSFERENCIA

La etapa de Reestructuración se trabajó en esta tercera sesión. Aquí se inició con un experimento que los alumnos realizaron por equipos en mesas de trabajo.

El experimento consistió en tomar dos tubos de ensayo, el primero con un poco de cloruro de amonio ( $\text{NH}_4\text{Cl}$ ) y el segundo con sulfato cúprico ( $\text{CuSO}_4$ ). A cada uno de ellos se le añadieron cinco gotas de agua destilada, y posterior a ello se percibe un cambio de temperatura en cada tubo. Cabe destacar que no se midió la temperatura, sólo se detectó este cambio al tomar el tubo con las manos.

Una vez realizado el experimento, se les plantean las siguientes preguntas<sup>28</sup>:

- ¿A qué crees que se deba el cambio de temperatura?
- ¿Qué tipos de energía estuvieron presentes?
- ¿De dónde proviene la energía?

Cuando un sistema químico libera calor a los alrededores se dice que ocurre una reacción exotérmica. Por el contrario, cuando un sistema químico absorbe calor de los alrededores se dice que ocurrió una reacción endotérmica. Este tipo de reacciones son una muestra clara de la participación de la energía en los cambios químicos y son dignas para mostrar a los alumnos (Shakhashiri, 1983).

---

<sup>28</sup> En principio las preguntas parecen ser de un nivel que los alumnos no podrían responder correctamente, pero lo que se busca es que den las explicaciones que ellos consideren mejor para lo sucedido en el experimento y que en sus explicaciones aborden, tal vez inconscientemente, la transferencia de energía.

La explicación que se les dio a los alumnos fue en términos de ruptura y formación de enlaces. La reacción ocurrida con el cloruro de amonio es endotérmica, absorbe energía del ambiente para romper la red en la sal. Para lograrlo se necesita energía que es tomada de los alrededores. En el caso del sulfato cúprico, lo que ocurre es formación de nuevos enlaces, ya que se forma un hidrato. Al crearse nuevos enlaces, se libera energía al ambiente y se percibe un aumento de temperatura en el tubo de reacción (Shakhashiri, 1983).

Una vez concluida esta actividad, se realizó una explicación del modelo de transferencia de energía mediante el siguiente ejemplo: Si dos objetos (A y B), con distinta temperatura interactúan, la energía de uno de ellos disminuye mientras que la del otro aumenta.



Imagen 3.7.1 Objetos a diferentes temperaturas interactuando (Millar, 2005: 6)

En la imagen se representa que la energía de A disminuye mientras la energía de B aumenta.

Si la temperatura de A es mayor que la de B, se puede afirmar que parte de la energía de A es transferida a B como se representa en la siguiente imagen:

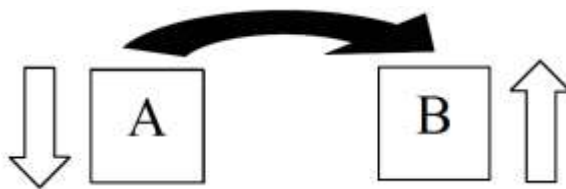


Imagen 3.7.2 Energía transferida del objeto A hacia el objeto B (Millar, 2005: 7)

Posterior de esta explicación razonable del fenómeno mediante el modelo propuesto por los científicos y con ayuda de otros ejemplos (como el del carrito de golf mencionado al final del capítulo 1) se procede a otra actividad demostrativa. En este caso se trata del uso de una celda solar como la que aparece en la siguiente imagen:



Imagen 3.7.3 Celda solar

Se discutió en el grupo sobre generalidades de las celdas solares y posterior a ello, se usó una de ellas, la cual se conectó a un motor con unas aspas y, al colocarse directo a los rayos del Sol, comenzaron a girar dichas aspas. Se mostró el funcionamiento de la celda conectándola a un pequeño foco y después a una sirena, que produjo sonido como el de un timbre. Una vez que los alumnos observaron estos hechos, se planteó la siguiente pregunta:

- ¿Cómo se dan las transferencias de energía con los objetos utilizados?

Habiendo contestado la pregunta, se resolvieron algunas dudas sobre la transferencia de la energía entre varios sistemas y las diferentes maneras en que lo hace (mediante radiación, electricidad, luz, etcétera). Con esto terminó la tercera sesión.

### **3.8 ENERGÍA EN CONTEXTOS**

La cuarta sesión corresponde a la etapa de Aplicación. Este día los alumnos expusieron un tema que involucra cambios energéticos, con la indicación de que utilizaran un modelo escolar de energía ya vistos. Los temas propuestos para las exposiciones fueron:

- Pilas de aparatos electrónicos. ¿Cómo funcionan?
- Alimentos como fuente de energía. ¿Cómo se obtiene la energía a partir de los alimentos?
- Fiebre y antipiréticos. ¿Qué son los pirógenos, cómo se combaten y de dónde proviene la temperatura del cuerpo?
- Energía nuclear. ¿Cómo se produce y cuáles son sus ventajas y desventajas?
- Energías limpias. ¿Cuáles son y cómo contribuimos en el ahorro?

Estos trabajos se realizaron en equipos de aproximadamente seis integrantes, de los cuales se elegían al azar a dos para exponer frente al grupo. En total fueron diez equipos, de manera que los cinco primeros equipos expusieron utilizando el modelo de formas y los restantes utilizaron el modelo de transferencia.

Cabe destacar que los equipos que utilizaron el modelo de transferencia tuvieron mayor claridad en sus explicaciones, mientras que los que utilizaron el otro modelo mostraron mayores confusiones. Los estudiantes visualizan lo visto en clase dependiendo de su contexto (Cooper y Klymkowsky, 2013: 306).

### 3.9 EVALUACIÓN

La última etapa del ciclo de Driver y Oldham es la Evaluación. En la sesión final se aplicó una evaluación en donde el alumno explicó el funcionamiento de una máquina de vapor en términos de un modelo escolar de energía. Fue parte del examen correspondiente al primer periodo parcial de la asignatura de Química III, por lo que se le destinó un porcentaje dentro de la calificación, al igual que todas las evidencias recopiladas a lo largo de la secuencia.

Inició con la exhibición de una máquina de vapor<sup>29</sup>, que consta de un recipiente para contener agua líquida (generador) que posteriormente pasa a fase vapor, mediante el calentamiento del mismo. Este recipiente se conecta a un pistón y éste a su vez a una manivela que gira mientras se produzca vapor. Para que esta máquina funcione, se debe agregar una pequeña cantidad de agua destilada (5 a 10 mililitros) dentro del generador, después se vierte en una pequeña caldera un poco de combustible (por ejemplo alcohol), que se enciende y se coloca debajo del generador. Se puede hacer más evidente el trabajo que genera esta máquina, conectando alguna carga a la manivela.

Los alumnos observaron cada una de las partes de la máquina antes, durante y después de que se “echó a andar”. Incluso si deseaban mirarla con más detalle, se les brindó la oportunidad. La indicación final fue que explicaran el funcionamiento de esta máquina, basados en el modelo que ellos eligieran, siempre y cuando la explicación sea completa, plausible y coherente con un modelo.

Si se utiliza con cuidado algún modelo de energía, se puede generar una valiosa herramienta que puede ayudar a construir conocimiento sobre los fenómenos que implican cambios energéticos (Millar, 2005: 7).

---

<sup>29</sup> La imagen de la máquina y el diagrama de la misma se encuentran en el capítulo 5.

# CAPÍTULO 4. CÓMIC

*La ley que gobierna todos los fenómenos naturales conocidos hasta la fecha, que no tiene excepciones y es exacta hasta donde sabemos, es la de conservación de la energía*

**Richard P. Feynman**

## 4.1 COMUNICAR LA CIENCIA

La ciencia es considerada como uno de los más grandes logros del ser humano, es parte de la cultura y merece tener un lugar junto a las artes (Negrete, 2012: 23). Al ser parte de la sociedad, ésta tiene el derecho de conocer el trabajo que realizan los científicos, tanto logros como errores y propuestas a futuro. Pero más aún, la ciencia está obligada a dar a conocer sus avances a la comunidad, ya que ella es quien, en mayor medida, provee el capital destinado a la investigación científica.

La divulgación de la ciencia pretende hacer más universal el conocimiento. En principio, esta práctica está dirigida a público no especializado, que se podría entender como el público en general que no estudió una carrera científica o tecnológica. No obstante, ser químico, biólogo, físico, matemático o ingeniero, no significa que se tengan conocimientos especializados en toda la disciplina. Por ejemplo, un físico relativista tal vez no sepa cómo funciona un microscopio electrónico, a pesar de que este conocimiento pertenece a su disciplina (Tonda, 2002: 326).

La divulgación de la ciencia en México inició con un grupo de investigadores que se preocupó por publicar artículos para que los alumnos de bachillerato y de carreras científicas comprendieran lo que hacen sus colegas de otras áreas. Por esto se afirma que esta divulgación cumple una función educativa fuera del ámbito escolar. Esto puede lograrse desde una charla con una persona experta, una conferencia, un programa de televisión, una revista o libros especializados (Tonda, 2002: 326).

La propagación del conocimiento científico mediante libros de texto y artículos ha sido dominante. Sin embargo, tanto la ciencia como la tecnología están presentes en medios como la radio, la televisión, las revistas, el cine, el teatro y en la literatura de ficción (Negrete, 2012: 133). Particularmente en los libros y/o revistas “populares”, la química se divulga mediante temas de interés general como: experimentos vistosos, ciencia ficción, historia del desarrollo de la química, su uso en diferentes áreas, biografías de químicos famosos o química en la vida cotidiana (siendo estos últimos dos los más populares) entre otros (Gilbert y Afonso, 2015: 135).

Para lograr una alfabetización científica en la sociedad, es importante considerar los diversos medios de comunicación que pueden presentarse a posibles receptores. Es importante que la población esté enterada del trabajo de la ciencia, porque muchas decisiones de políticas públicas la involucran. (Negrete, 2012: 24).

En México, la historieta ilustrada o cómic, es uno de los medios culturales que gozan de amplia popularidad. Tiene un potencial enorme como vehículo para la divulgación de la ciencia, ya que incorpora la narración y la ilustración. Historietas ilustradas como “El libro semanal”, o “El libro vaquero”, son revistas masivas que alcanzan enormes ventas y por lo tanto amplia difusión (Negrete, 2012: 123). Este tipo de publicaciones podrían constituir un paso importante para la educación en química de algunas personas (Gilbert y Afonso, 2015: 135).

El uso de estos recursos narrativos ilustrados no es nuevo para la ciencia y la tecnología. Durante la segunda guerra mundial, el Pentágono utilizó artistas ilustradores de libros para diseñar diversos manuales de entrenamiento militar. También es sabido que desde hace algunos años existía la necesidad de incrementar y facilitar publicaciones para la prevención de enfermedades como el SIDA, el cáncer o la diabetes. Las publicaciones gráficas han contribuido ampliamente a disminuir esta carencia (Gilbert y Afonso, 2015).

Tampoco es nuevo el uso de historietas ilustradas por profesores de ciencias. Desde los años sesentas, se han incorporado este tipo de materiales para facilitar el aprendizaje del algún tema, motivar a los niños a leer, preparar a los estudiantes en las artes lingüísticas, entre otras funciones (Hosler y Boomer, 2011).

## **4.2 NARRATIVA**

Los textos tradicionales de ciencia (textos paradigmáticos) son los que se consideran válidos y confiables en cuanto a la generación y divulgación del conocimiento. Dichos textos están asociados con un discurso lógico y formal, que parte de un conocimiento verídico. Por el contrario, al referirse a un cuento, existe cierta connotación de falsedad, o distorsión de la

realidad (Negrete, 2012: 14). Inclusive, hay expresiones populares como “me estás cuenteando”, que se usan para demostrar incredulidad.

En 1988, Bruner<sup>30</sup> (1915- ) afirmó que hay dos modos de funcionamiento cognitivo: el paradigmático y el narrativo. Son distintos modos de pensamiento, por lo que cada uno de ellos suministra maneras propias de ordenar la experiencia y construir la realidad.

Desafortunadamente, en la mayoría de las escuelas, se tratan a las artes narrativas (canto, drama, ficción, teatro, etc.) como decoración, sólo para pasar el tiempo libre (Bruner en Negrete, 2012: 51). Desde la perspectiva de Bruner, las formas narrativas toman un papel considerable, para que la mente construya significados. Por lo tanto requiere que sea leída, redactada, analizada y comprendida (Negrete, 2012: 47).

Existen diversas estructuras narrativas, desde la más utilizada que es la de cuentos de hadas, que incluso Vladimir Propp<sup>31</sup> (1895-1970) en 1968 ilustró con todas sus funciones en un esquema (Negrete, 2012: 54), pasando por figuras retóricas (símil, metáfora, parábola), rimas, ritmos, imágenes, humor, analogías, fábulas, adivinanzas, mitos, ciencia ficción (Negrete, 2012: 59), hasta los denominados “memes” que se publican hoy en día a través de las redes sociales de internet.

Cuando se lee una historia gráfica, el lector necesita inferir algunos significados a partir de la combinación dada por las imágenes y el texto. Aunque puede contener menos información que un texto paradigmático, en esta forma narrativa es más fácil identificar la información relevante y engancharse en el tema. Se puede motivar a los alumnos, hacer el contenido fácilmente recordable e incluso lograr diversión al aprender (Gilbert y Afonso, 2015).

Para construir una narrativa y ser un buen divulgador se deben cumplir ciertos requisitos. La característica más importante es recrear el conocimiento científico a través de la creatividad, conocimientos e imaginación. Otro paso importante es emprender una tarea artística que combine elementos como estructura, sencillez, riqueza del lenguaje, motivación, características del pensamiento científico, capacidad de transmitir su belleza, contexto, imágenes, reiteración, entre otras. Por último, considerar en todo momento al público al que se destina la divulgación, ya que esto dirige el trabajo. En resumen, se necesita tener conocimientos elementales de muchas áreas de la ciencia y ser capaz de transmitirlos a públicos muy diversos (Tonda, 2002: 330).

La narrativa elegida para este ejercicio de divulgación fue el cómic, por su amplia aceptación en México y por las edades de los alumnos, que oscilan entre 16 y 17 años. A

---

<sup>30</sup> Psicólogo norteamericano que realizó contribuciones a la psicología cognitiva y teorías de aprendizaje cognitivo.

<sup>31</sup> Erudito ruso dedicado al análisis de los componentes básicos de los cuentos populares rusos para identificar sus elementos narrativos irreducibles más simples.



pesar de que no es parte formal de la secuencia didáctica, el cómic es una creación dirigida a enriquecer el aprendizaje sobre energía.

### 4.3 DISEÑO DEL CÓMIC

Para realizar el diseño del cómic, el primer paso fue la elección del tema, en este caso la energía solar. Este tema fue elegido debido a que los alumnos manifestaron utilizar el modelo de formas de energía, por esto, la narrativa ha sido redactada en este modelo.

Habiendo elegido el tema, se procede a seleccionar los principios activos, es decir, las ideas científicas o conceptos que se busca que el alumno comprenda y maneje adecuadamente. Para esto, se necesita una referencia formal, o texto paradigmático donde dichas ideas y conceptos se encuentren fundamentados (SENERGY, 2014).

Los principios activos deben ser suficientes. De la narrativa se sugiere una extensión corta (dos cuartillas y media como máximo), y una estructura concisa, que contenga un inicio, un nudo y un final cerrado. En general las posibilidades son ilimitadas, pero esta sugerencia promueve una mayor eficacia en su ejecución. Los principios activos para esta narrativa son seis ideas centrales respecto a la importancia de la energía solar, y son las siguientes:

- La fusión de dos átomos de hidrógeno en el interior del Sol, produce la formación de un átomo de helio y un fotón, responsable de la energía solar.
- La energía solar viaja hacia el espacio mediante un movimiento ondulatorio.
- La atmósfera impide el paso de los rayos ultravioleta.
- La energía solar permite que se lleve a cabo el ciclo hidrológico.
- La energía solar es fundamental en el proceso de fotosíntesis, en la obtención de alimentos para las plantas.
- La energía solar es considerada una energía renovable de gran importancia para la humanidad.

Estos principios activos se incorporaron en la narrativa, la lectura los incluye a lo largo de la misma de manera proporcional y clara, pero sin evocar al texto paradigmático. La lectura titulada “Viaje a la superficie de la Tierra” (Anexo 4), es la resultante de este proceso. Sin embargo, como se comentó anteriormente, en México se prefiere la historieta ilustrada, por lo que esta lectura se reescribió en forma de cómic (Anexo 5).

También se elaboró un texto paradigmático (Anexo 6) con las seis ideas científicas. Estas ideas se transformaron en enunciados individuales y se presentaron como hechos científicos mostrados en un artículo. Este texto se corroboró con la información contenida en la página electrónica donde se tomó la información (SENERGY, 2014).

#### 4.4 APLICACIÓN

Intuitivamente se podría evaluar la eficacia de la narrativa mediante un examen idéntico antes y después de trabajar con el cómic. Aunque existen diferentes formas de construir una prueba adecuada, ésta quedará sujeta a lo que deseemos evaluar. Podría ser memoria, actitudes, vocabulario o habilidades específicas (Hosler y Boomer, 2011).

El cuestionario RIRC es un instrumento que mide el éxito de la comunicación científica. Se elabora a partir de cuatro tareas: Recontar, Identificar, Recordar y Contextualizar (acrónimo de RIRC). Para este estudio se utilizó el cuestionario que se muestra en el Anexo 7.

Este cuestionario se basa en un método que comprende tres tareas básicas que miden la memoria explícita, estas son: conocimiento declarativo, reconocimiento y recuerdo. Pero también se incluye una tarea para medir el conocimiento explícito, es decir, el conocimiento procedimental (Negrete, 2014, 22). Las tareas medidas se muestran en la siguiente tabla:

<b>Tareas de memoria</b>	<b>Descripción</b>	<b>Ejemplos</b>
Reconocimiento (Identificar)	Seleccionar o identificar un objeto como algo aprendido previamente.	Selección múltiple.
Recordar (rememorar)	Recordar un hecho, una palabra o un objeto en la memoria.	Llenar el espacio en blanco (respuesta breve).
Recuento libre (recontar)	Repetir los objetos de una lista en cualquier orden que puedan ser recontados.	Recontar una lista de hechos o una historia.
Tareas que involucran el conocimiento procedimental (contextualizar)	Recordar habilidades aprendidas y comportamientos automáticos.	Habilidades de “saber cómo”.

Tabla 4.4.1 Tareas para medir la memoria explícita e implícita (Negrete, 2014: 22)

La primera parte del cuestionario RIRC está formada por una sección donde el alumno recuenta de manera libre el cuento o listas de hechos. La segunda parte del cuestionario (identificación) incluye tres preguntas de opción múltiple, mientras que en la tercera parte (recuerdo) se plantean cuatro preguntas abiertas. La parte final del cuestionario alberga dos preguntas muy importantes, ya que se presentan situaciones hipotéticas (contextualización) provenientes del cómic, o en su caso, del texto paradigmático. Se resalta el valor de estas preguntas debido a que los alumnos tienen que resolver un problema, argumentando su respuesta, con el conocimiento adquirido en la lectura correspondiente (Negrete, 2014).

La tarea de recuento fue evaluada conforme al número de hechos científicos que el alumno fue capaz de mencionar de manera congruente al recontar el cuento o texto paradigmático. Al contener seis ideas científicas, la primera pregunta tuvo un puntaje de seis. Las tareas de identificación y recuerdo fueron evaluadas comparando sus respuestas con la información contenida en las lecturas, el total de éstas fue de siete puntos, tres de identificar y cuatro de recordar. La habilidad de contextualización se evaluó según la capacidad de los alumnos para utilizar las ideas científicas para resolver el problema de una manera plausible y congruente con lo aprendido en las lecturas (Negrete, 2014).

Tras un par de meses después de finalizada la secuencia didáctica, se eligió una sesión para la lectura del cómic y su comparación con el texto paradigmático respecto a la eficacia en comunicar la ciencia. El día elegido, se organizó el grupo de manera que la mitad de él leyera el texto paradigmático mientras la otra mitad leyera el cómic. A todos se les otorgó un tiempo de 15 minutos para la lectura e inmediatamente después se les entregó el cuestionario RIRC, concediéndoles nuevamente 15 minutos para su resolución.

Durante una segunda sesión, que se llevó a cabo dos semanas después de la primera, se aplicó nuevamente el cuestionario RIRC, pero exclusivamente éste, ya que adicionalmente se intentó comparar la eficacia del cómic contra el texto paradigmático. Los resultados se encuentran en el capítulo 5.

# CAPÍTULO 5. RESULTADOS

*Sin energía no existiríamos ni existiría el Universo, sería la Nada*  
**José Manuel Sánchez Ron**

## 5.1 INTRODUCCIÓN

El análisis y presentación de los resultados se realizó mediante la elaboración de categorías, para ello se usa una notación derivada de sistemas lingüísticos, otorgando una categoría que muestre las conexiones entre un resultado y otro. Esta notación tiene la ventaja de ser flexible y sencilla (Bliss et al, 1983: 4).

Categorizar es colocar una etiqueta a las cosas, colocar cada una en su lugar, como si fueran cajas. Incluso hay manera de visualizar estas “cajas” como si fuera un mapa y detallar su relación entre ellas, dicha función la desarrollan las redes (Bliss et al, 1983: 8). Sin embargo, en este trabajo no se muestran las categorías como redes, ya que las categorías que se construyeron se ligaron a una estructura que engloba sólo a las que sean pertinentes.

Esencialmente se presentan resultados como categorías emergentes de las expresiones de los estudiantes (Cordero y Mordeglia, 2007: 8). Aunque se muestran algunos resultados en tablas y con gráficos “de barras”, principalmente se presentan algunas categorías en gráficos de “pastel”, de manera que se puedan clasificar los significados de las ideas particulares que los estudiantes manifiestan (Bliss et al, 1983: 96).

## 5.2 SESIONES PREVIAS

A continuación se presentan los resultados obtenidos de las tres actividades que se realizaron antes de la aplicación formal de la secuencia. Tales actividades sirvieron como preámbulo a la secuencia y como preparación del grupo hacia el tema de energía.

La actividad denominada “Trabajo en equipo” fue la primera en realizarse, los personajes presentados a los alumnos se encuentran en el Anexo 2. Éstos se eligieron por su popularidad, tanto en el público adolescente como en la cultura general. Los resultados son:

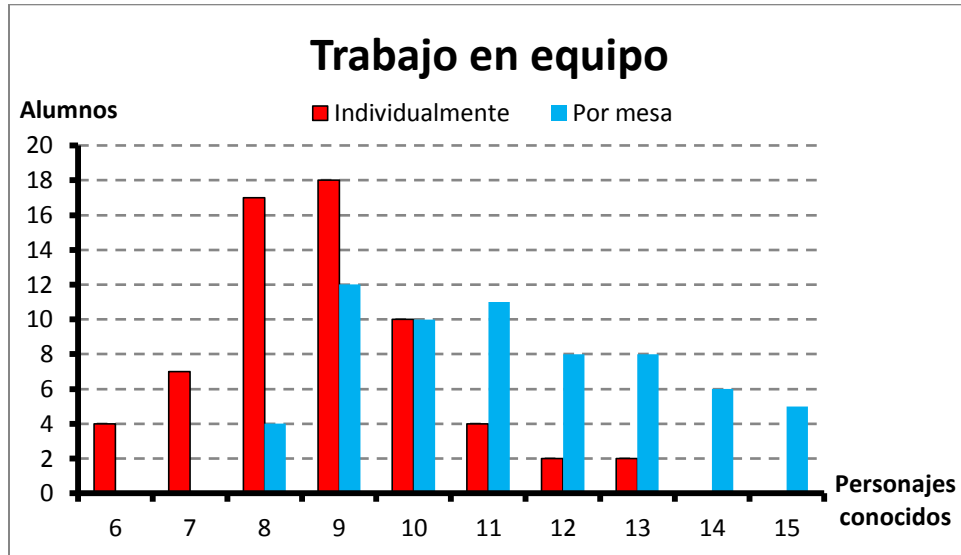


Gráfico 5.2.1

Este gráfico muestra lo que se pretendía hacer evidente a los alumnos acerca de los beneficios al trabajar en equipo. La mayoría de los alumnos sólo conocían entre 7 y 10 personajes por sí solos, mientras que al comentar entre ellos, la media creció entre 9 y 12, inclusive hubo cinco alumnos, que en equipo, lograron conocer a todos los personajes.

De la actividad “¿Descripción o explicación?” presentada en la sección 3.4.2, se obtuvo:

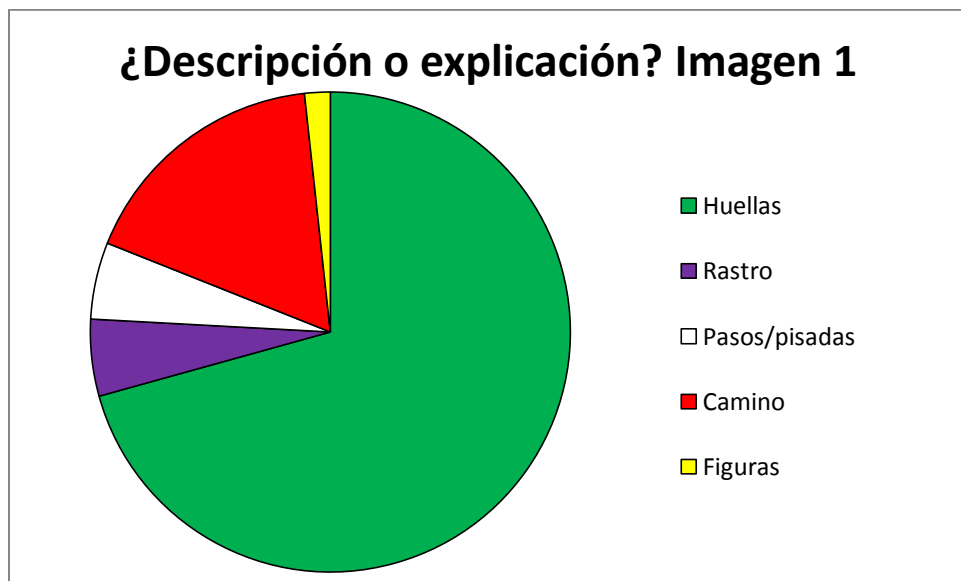


Gráfico 5.2.2

Conviene recordar que al presentarles la primera imagen se les pidió que explicaran lo que observan en la imagen. De esto se desprende que aproximadamente un 60% de los alumnos explica que observa huellas y otro porcentaje importante algo similar. Las explicaciones se muestran claras con respecto a la indicación que se dio, sólo explicaron.

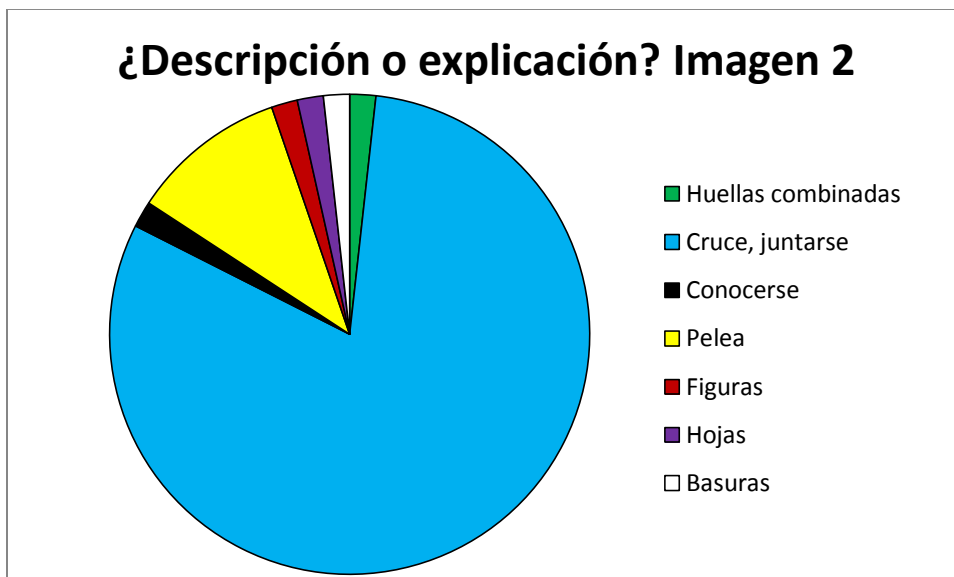


Gráfico 5.2.3

Al presentar la segunda imagen los alumnos siguen explicando lo que observan. Sin embargo, comienzan a añadir algunas ideas sobre lo que sucedió. La mayoría coincide en que son caminos dejados por dos animales que se cruzan o juntan.

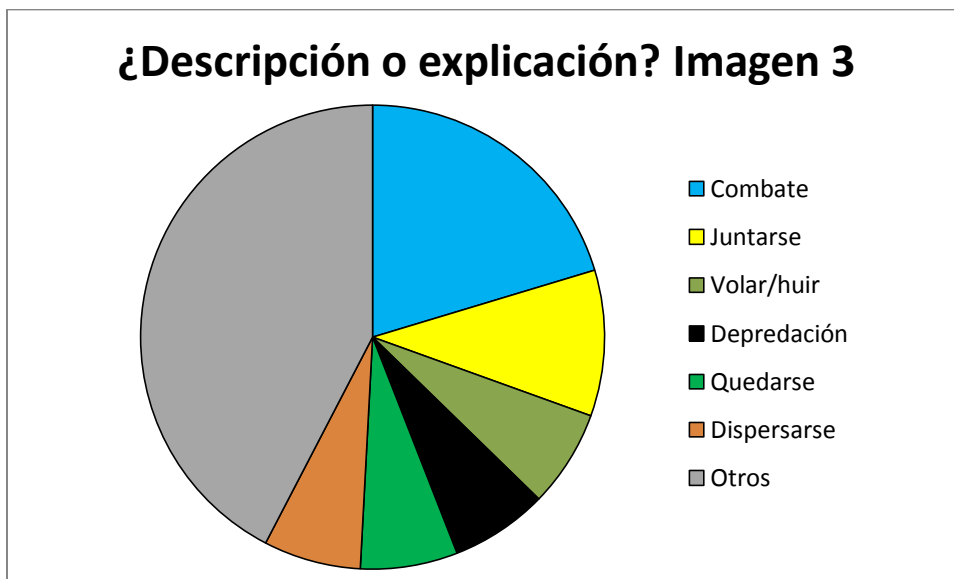


Gráfico 5.2.4

En la tercera imagen aparece algo más y la indicación cambia. Se les hizo la pregunta: ¿qué infieres de esta imagen?, de la que se desprende una plétora de versiones (20 en total). Las seis principales están señaladas en el gráfico y es notorio que la inferencia más común es que dos animales combatieron, o una situación similar.

Se añade una tabla con los animales que ellos piensan que pudieron haber estado:

<b>Probables animales responsables de las huellas de las imágenes 1 a 3</b>			
Gallos	Ranas	Patos	Anfibios
Gallinas	Sapos	Pollos	Cuyos
Pájaros	Dinosaurios	Personas	Pingüinos

Tabla 5.2.1

El pretest se aplicó días después de las dos actividades antes mencionadas (10 de septiembre de 2014). Exactamente un mes después, (10 de octubre de 2014), se aplicó el postest, que contiene sólo la primera parte del pretest (informe personal de actividades o KPSI). Los resultados se presentan en la siguiente tabla:

<b>Habilidad</b>	<b>Nivel</b>	<b>Fecha 1</b>	<b>Fecha 2</b>
<b>1</b>	1	8	0
	2	42	2
	3	12	28
	4	3	23
<b>2</b>	1	10	0
	2	21	3
	3	28	27
	4	6	23
<b>3</b>	1	34	0
	2	22	14
	3	4	24
	4	5	15
<b>4</b>	1	26	0
	2	21	9
	3	13	29
	4	5	15
<b>5</b>	1	33	4
	2	20	11
	3	11	26
	4	1	12

Tabla 5.2.2

En la tabla 5.2.2 se muestran en la columna Habilidad los números que representan a las 5 habilidades que los alumnos se autoevaluaron. En la columna Nivel, están los 4 niveles de habilidad, ordenados de menor a mayor capacidad de realizar cada habilidad. La columna Fecha 1, muestra el número de alumnos que manifestaron encontrarse en el nivel respectivo para cada habilidad, en la primera fecha que se aplicó este pretest. La columna Fecha 2 muestra el mismo significado que la anterior pero en la aplicación del postest.

El postest, consistió en cinco preguntas abiertas formuladas a partir de las estructuras de acogida esbozadas por Sanmarti en 2007. Los resultados son:

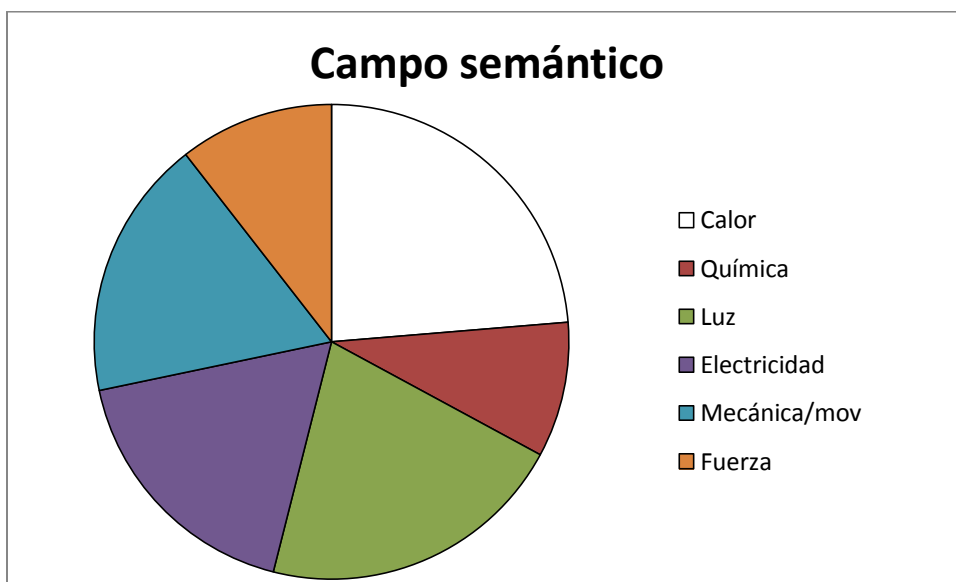


Gráfico 5.2.5

Las palabras manifestadas por los alumnos corresponden a sus experiencias, entre éstas aparece la palabra fuerza, que es la idea previa más persistente, Como se cita en el capítulo 1 y en la literatura (Driver et al, 1999; Hierrezuelo y Montero, 2002: 140; Kind 2004; Duit 2014).

La segunda pregunta corresponde a las fuentes o lugares en donde ellos han aprendido o escuchado principalmente sobre el concepto de energía. Las respuestas aparecen en el siguiente gráfico:



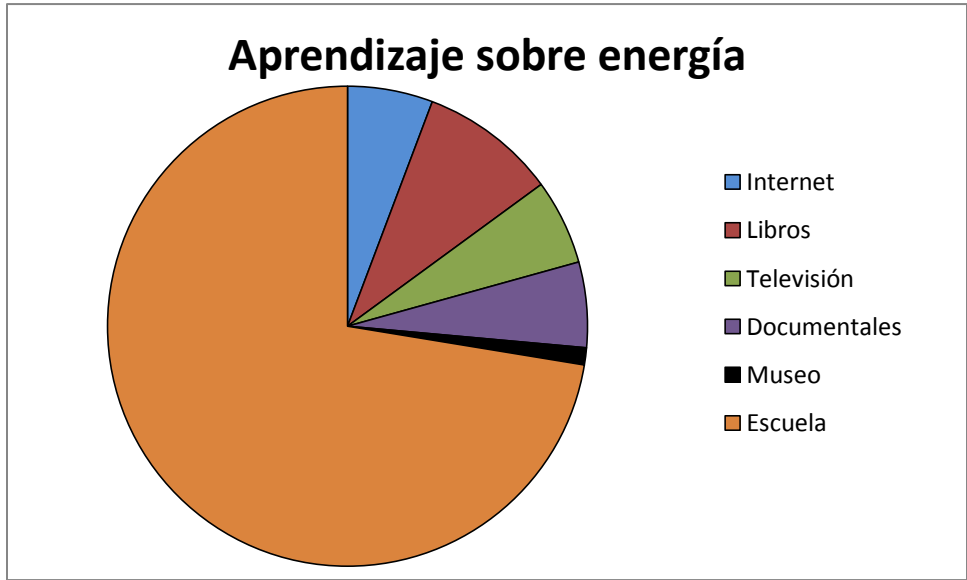


Gráfico 5.2.6

A pesar de que la mayoría de alumnos no especificó el nivel, el principal sitio donde se aprende sobre energía es en la escuela, que es el mayor referente sobre ciencia y que goza de credibilidad. Es notable que a internet no se le otorgue suficiente confianza pese a su amplio uso. Se puede afirmar que energía se trata principalmente en la vida escolar.

La siguiente pregunta se refirió a lo que lo alumnos entienden sobre energías limpias.

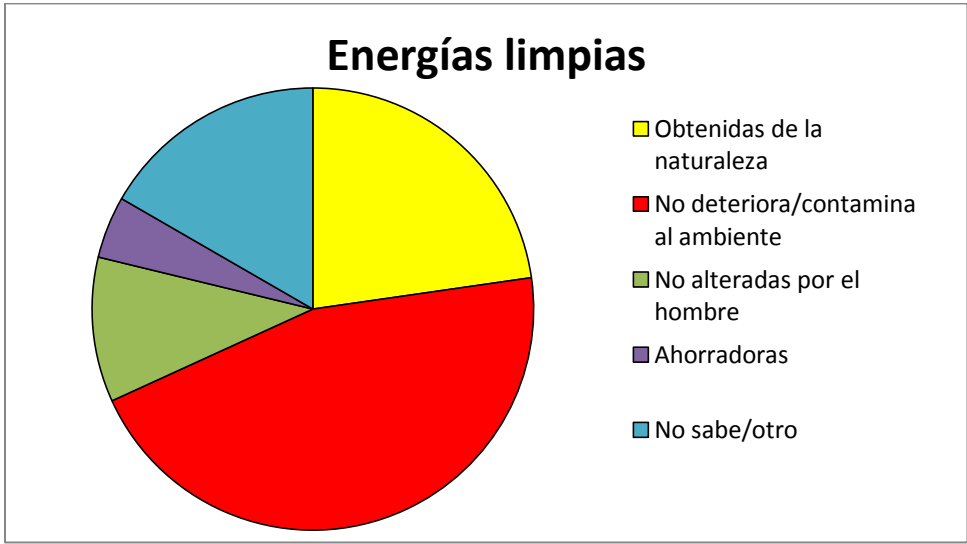


Gráfico 5.2.7

En las respuestas se nota que existe la noción del cuidado del medio ambiente aunque la manera en que lo expresan suele ser confusa.

La cuarta pregunta exploró sus hábitos y costumbres respecto al ahorro energético.



Gráfico 5.2.8

Cerca del 90% de los alumnos manifestó ahorrar energía utilizando focos no incandescentes y moderando el uso de aparatos eléctricos. Una minoría menciona otras formas de lograr este ahorro, y tres estudiantes consideraron el ahorro energético como sinónimo de descanso, por eso su respuesta fue disminuir el trabajo y el ejercicio (zona verde del gráfico 5.2.8).

En la última pregunta se les pidió que expresaran lo que les gustaría aprender sobre el tema de energía. Los resultados fueron:

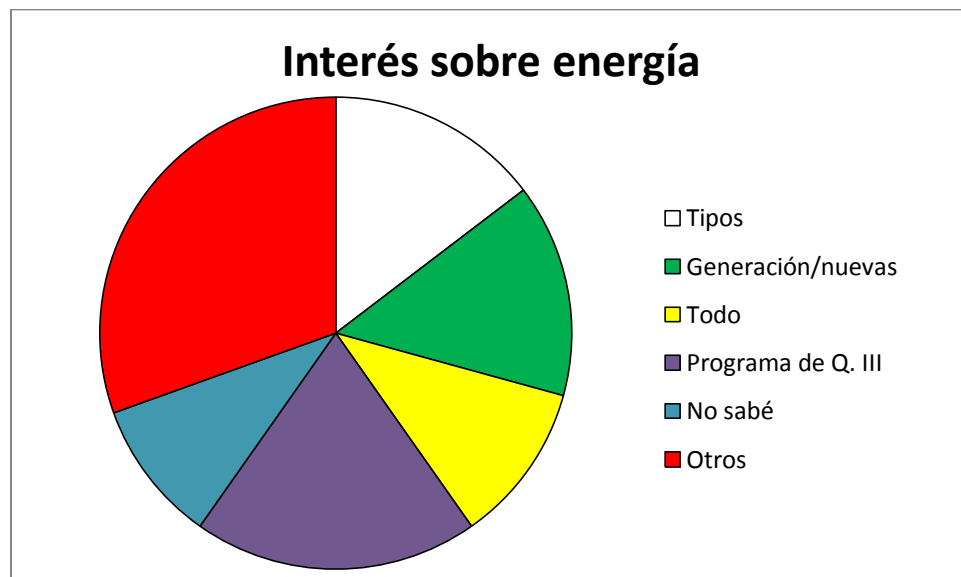


Gráfico 5.2.9

En esta última pregunta resalta que existe diversidad en sus intereses. Además un número importante de ellos, considera que lo mejor es lo que esté designado específicamente por el programa de Química III y por el profesor.

### 5.3 SECUENCIA. SESIÓN 1

La secuencia didáctica aplicada consta una serie de actividades repartidas en cinco sesiones, que corresponden a la secuencia de Driver y Oldham, por lo que en cada una de estas sesiones se generaron evidencias particulares.

La primera actividad (tubo misterioso), arrojó una variedad de intentos por explicar el interior del mismo. En principio son hipótesis, pero en cuanto lo expresan e intentan reproducir el tubo que se les presentó, se convierten en modelos. Tan es así, que se puede afirmar que cada alumno presentó su idea y no sería pertinente mostrar más de 60 imágenes diferentes. Se resalta que ningún alumno representó correctamente el mecanismo interior del tubo, pocos ejemplos que se acercaron.

Por otra parte, en la actividad de evaluación se les mostraron 10 palabras<sup>32</sup> que en ese momento sí se consideraron modelos, pero se les pidió que eligieran las que ellos no consideraban un modelo y por qué. Los resultados se muestran en el siguiente gráfico:

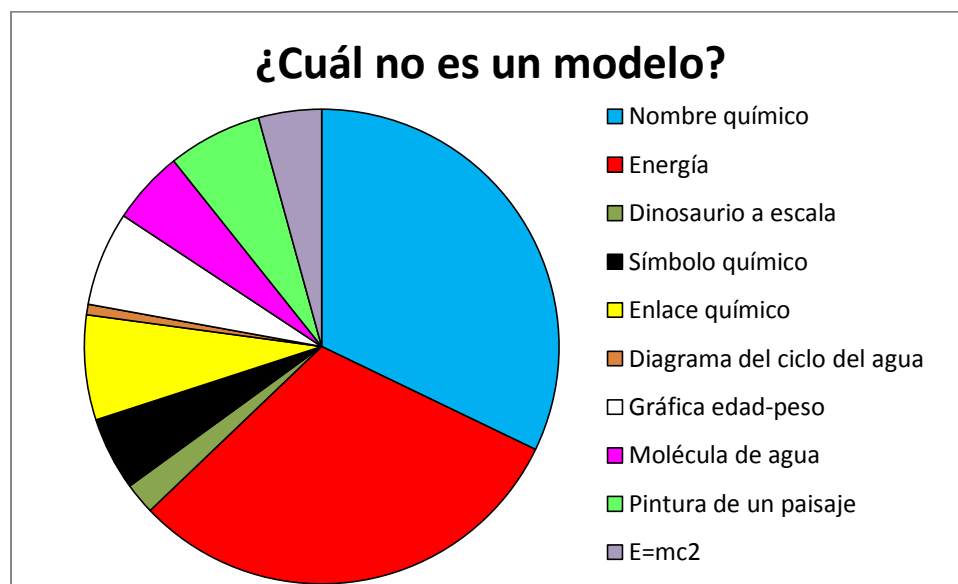


Gráfico 5.3.1

De esta evaluación se resaltan un par de situaciones. La primera: se aprecia claramente en el gráfico y es que ni el nombre químico<sup>33</sup> ni el enlace son considerados modelos, sino entes

<sup>32</sup> En una revisión detallada no se consideran modelos una pintura, el dinosaurio a escala ni el nombre químico.

reales. La segunda: que no se observa en el gráfico, es que muy pocos se atrevieron a exponer sus razones a pesar de que se les invitó a hacerlo. Esto demuestra que “modelo” significa poco o nada para ellos.

#### 5.4 SECUENCIA. SESIÓN 2

De la sesión 2 se generaron más evidencias que en las demás. La lluvia de conceptos, que corresponde a la explicitación de formas de energía, dio como resultado quince “tipos” de ella, las cuales fueron clasificadas según el diagrama de Wink (1992) modificado que se encuentra en la sección 3.6.

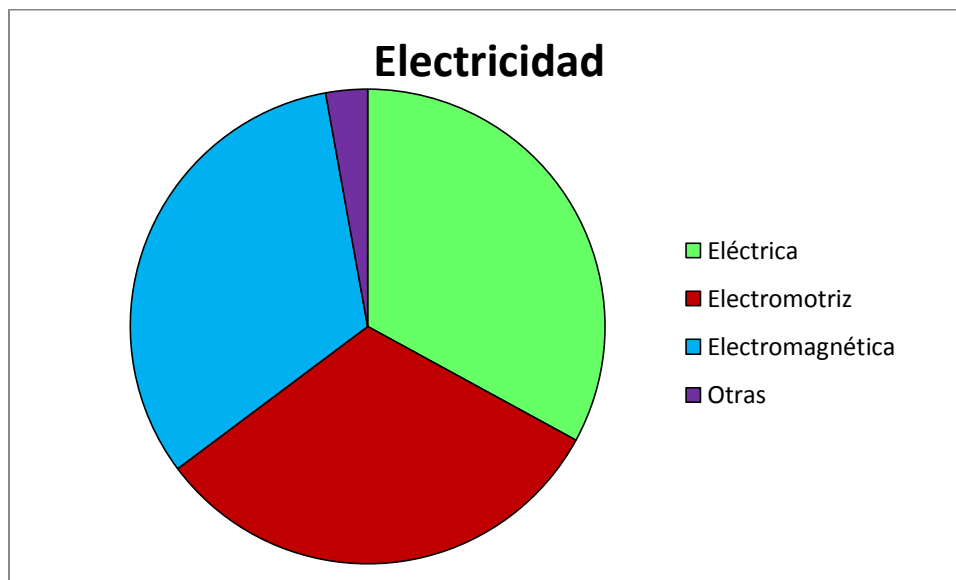


Gráfico 5.4.1

Esta clasificación fue muy obvia, ya que los alumnos se dejaron llevar por el nombre que tiene cada “tipo” de energía. Lo que es relevante es que confunden el proceso de generar energía con una “forma” de la misma.

En el caso de la radiación surge una complicación, ya que este es un tema que se vio en la primera unidad, tal como lo marca el programa. El problema es que la radiación se asocia con la energía nuclear, el calor y por ende, con el Sol. Estas “formas” de energía son muy evidentes para su clasificación. En el siguiente gráfico se muestran los resultados de las opiniones de los alumnos.

---

<sup>33</sup> Respecto al nombre químico, es cierto que sólo es una designación consensuada para que exista comunicación en la ciencia, sin embargo, cuando se impartió la clase se consideró al nombre químico como modelo porque representa a una sustancia. Esto se modificará para posteriores sesiones y evaluaciones del mismo tema.

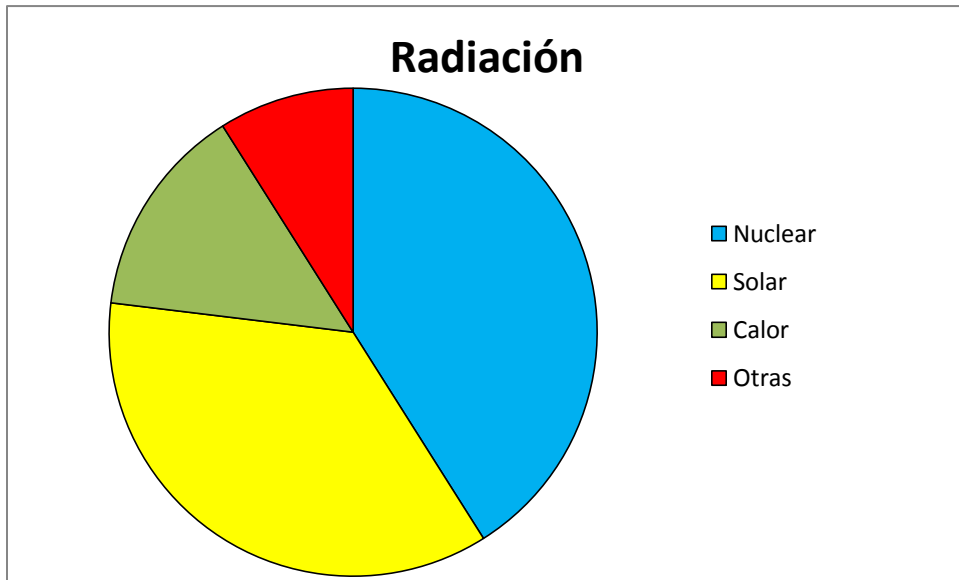


Gráfico 5.4.2

La palabra luminosidad es más bien una característica de un objeto luminoso, es decir, que emite luz, por lo tanto sería plausible cambiar este término por intensidad luminosa, cantidad de luz producida o emitida por un cuerpo luminoso (Pérez, 2011: 534). Incluso utilizar la propuesta original de Wink (1992), energía electromagnética (luz). Este pudo ser un impedimento para la clasificación de los tipos de energía, sobre todo con la radiación.

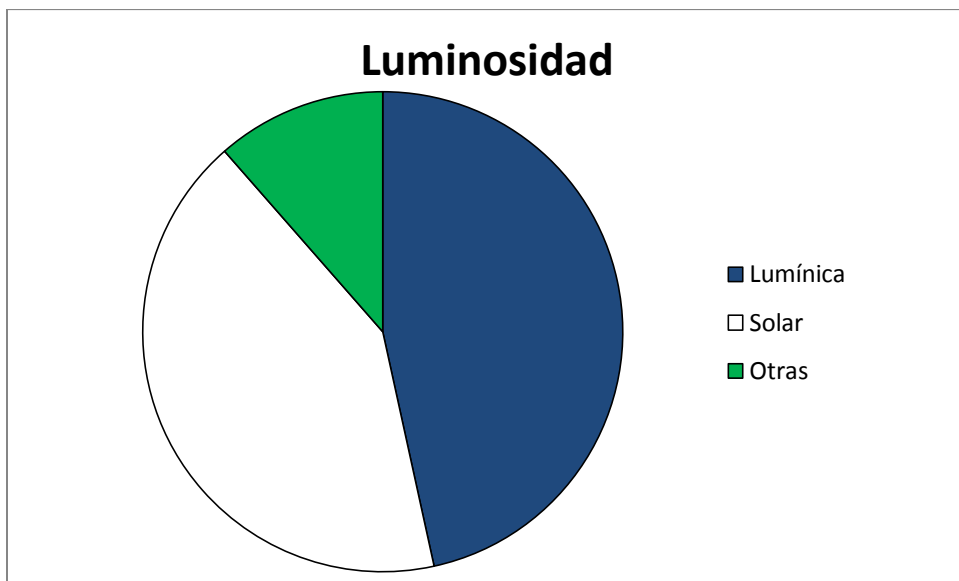


Gráfico 5.4.3

El gráfico 5.4.3 sólo muestra dos tipos de energía sobresalientes y relacionados con la luz, aunque en los otros se mencionó tanto a la energía cinética como al calor.

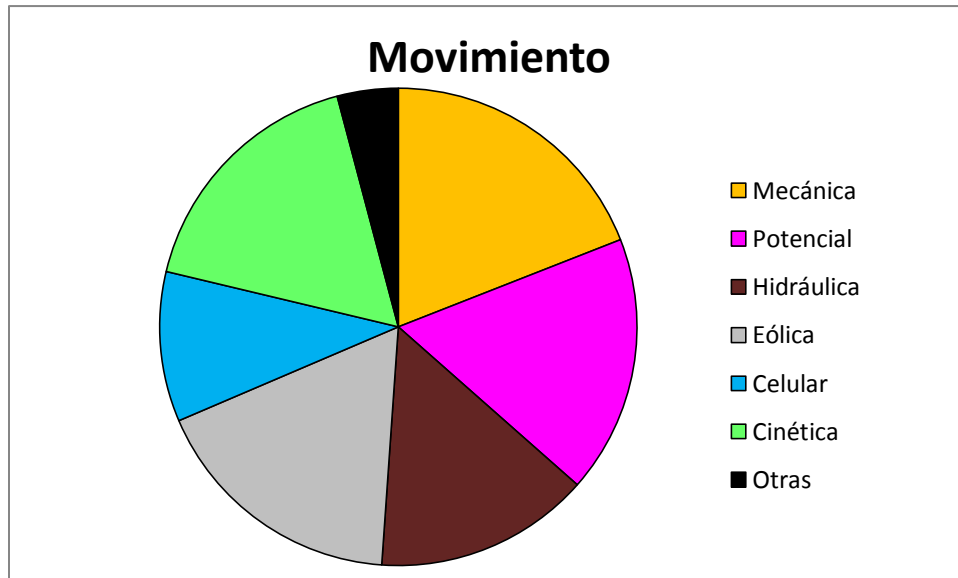


Gráfico 5.4.4

El movimiento fue la clasificación que acogió más “tipos” de energía. Tal vez porque todas estas manifestaciones se asocian a la perspectiva física, donde gobiernan la energía cinética y la energía potencial.

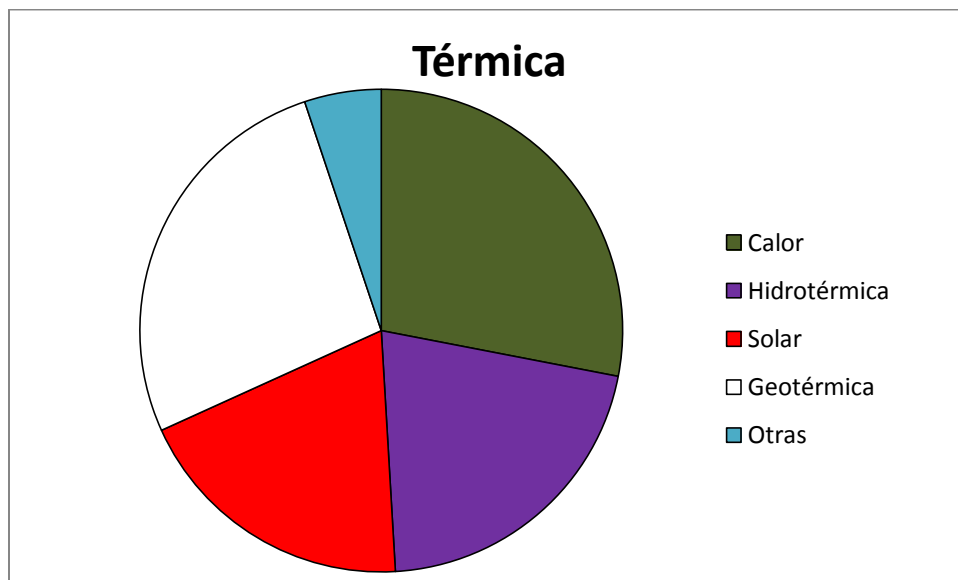


Gráfico 5.4.5

En esta última categoría, los alumnos mencionaron al calor, las energías hidrotérmica, geotérmica y solar, esta última se mencionó ya en otras dos categorías.

La siguiente la actividad fue la de la “Botella Whoosh” como POE y algunas preguntas que los alumnos contestaron de la siguiente manera:

Se comienza con la predicción del experimento, las respuestas fueron las siguientes:

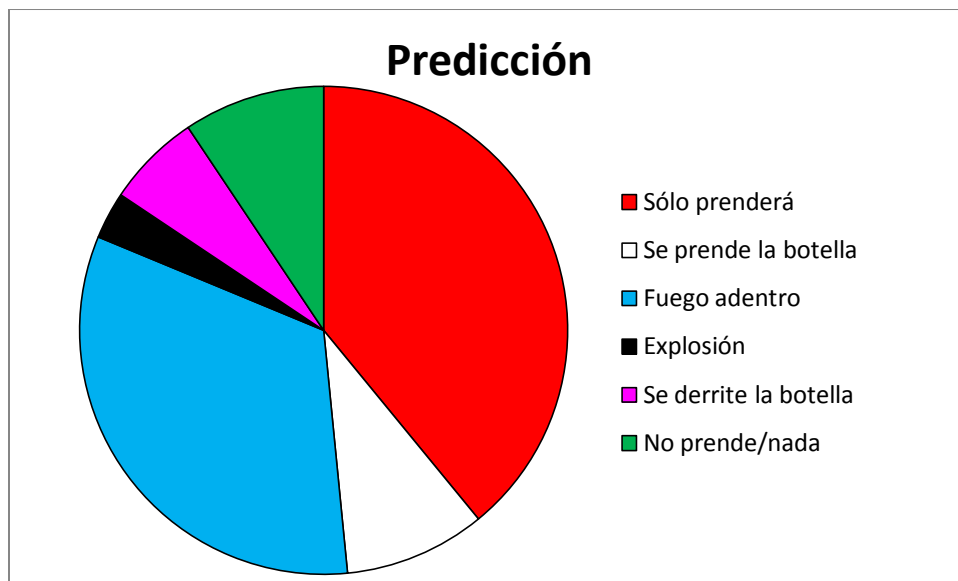


Gráfico 5.4.6

La mayoría de los alumnos aseguraba que habría una combustión, pero discrepaban en la manera en que ésta se presentaría. Hubo quien se atrevió a afirmar que no ocurriría nada.

En la siguiente pregunta los alumnos mencionaron si su predicción ocurrió.

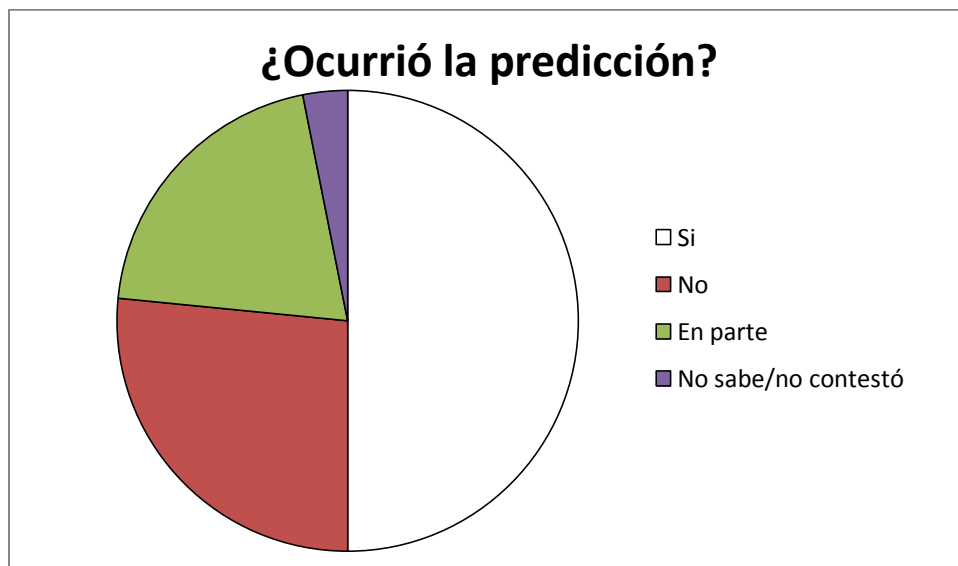


Gráfico 5.4.7

Es claro que la mayoría, que predijeron la combustión, lo confirmaron en el experimento y lo manifestaron con sus respuestas, no obstante, no todos expresaron claramente cómo se realizaría la combustión, a pesar de que así se les pidió.

Lo siguiente fue responder ¿por qué debe evaporarse el alcohol?



Gráfico 5.4.8

Es notable el porcentaje de alumnos que no dieron una respuesta o afirmaron no saber. Otra porción razonable sólo manifiesta que es el combustible y otros más apuestan a la seguridad requerida para lograr el experimento.

La cuarta pregunta fue sobre el residuo líquido producido al final del experimento.

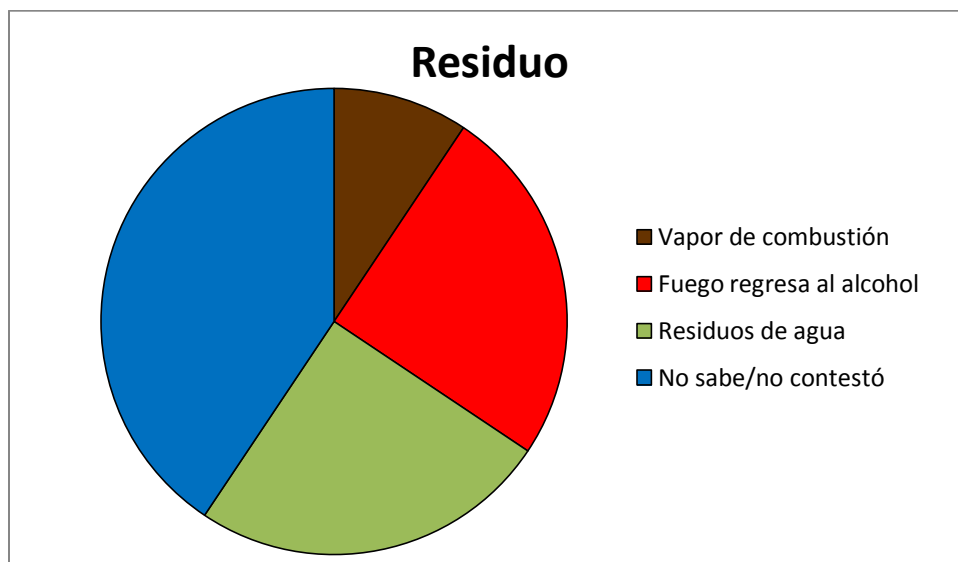


Gráfico 5.4.9



Poco más de la cuarta parte contestó correctamente al mencionar al agua, como un producto de la reacción. Pero es notable que un alto porcentaje no conteste la pregunta o afirma no saber. El resto lo atribuye al vapor generado durante la combustión o porque el fuego incita a que el alcohol se regrese, es decir, consideran al residuo como alcohol sin reaccionar.

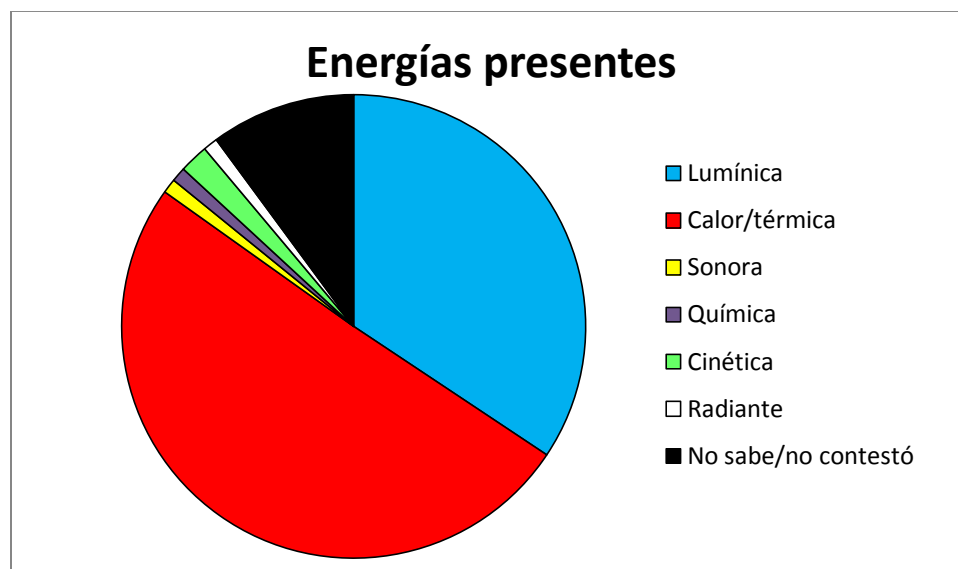


Gráfico 5.4.10

Debido a lo evidente (la flama debida a la combustión) durante el experimento, los alumnos manifiestan principalmente la intervención de energía térmica (o calor) y energía luminosa. Pero aún así se añaden otros tipos, ente los que destacan la cinética por el movimiento de la flama, la química debida a la reacción y surge una llamada sonora, ya que se escuchó un estruendo inesperado por casi todos ellos, se concibe como un nuevo tipo de energía. Es de esperar se esta “nueva energía” ya que pareciera válido etiquetar a la energía de manera indiscriminada y en cualquier contexto.

### 5.5 SECUENCIA. SESIÓN 3

La sesión inició con el experimento de añadir agua a las sales  $\text{CuSO}_4$  y  $\text{NH}_4\text{Cl}$  en diferentes tubos de ensayo, produciendo cambios de temperatura (aumento en el primer tubo y disminución en el segundo tubo). Los alumnos contestaron tres preguntas referentes al experimento.

La primera cuestión fue sobre el motivo de los cambios de temperatura. Los resultados se presentan a continuación:

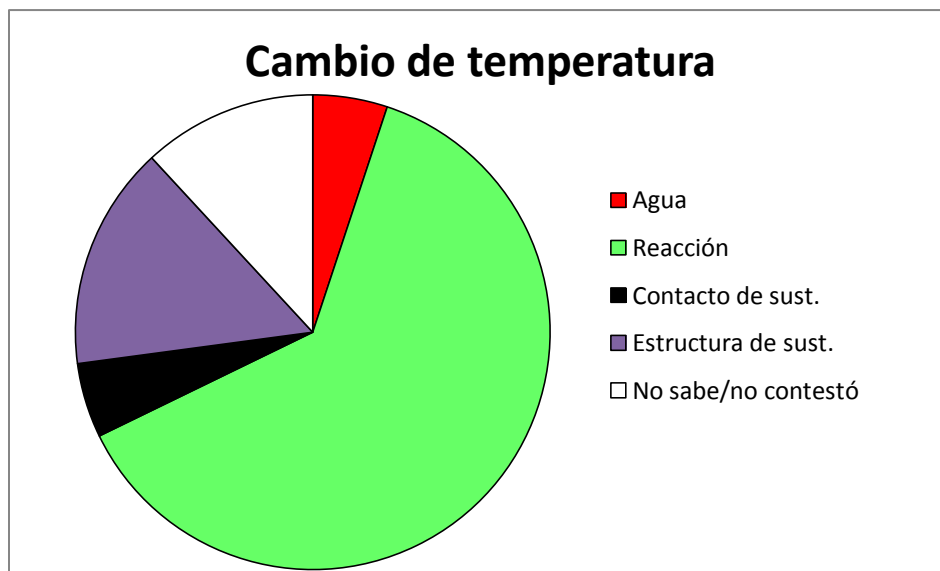


Gráfico 5.5.1

Es gratificante observar que la mayoría de los alumnos son conscientes de que hubo una reacción química<sup>34</sup> responsable de los cambios de temperatura. Las respuestas restantes son cercanas a las ideas químicas, cuando mencionan sobre la estructura de las sustancias, el agua como reactivo y el contacto de ésta con las sales, se hace evidente que los alumnos apelan a la reacción química como la responsable directa.

La siguiente pregunta retomó al modelo de formas para hacer más evidente la diferencia con el modelo de transferencia. Se presentan los distintos tipos de energía mencionados:

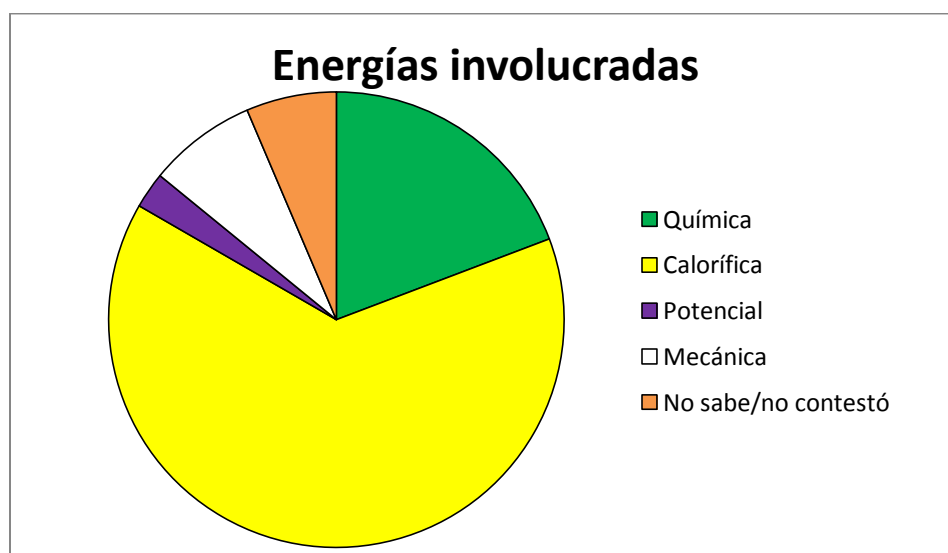


Gráfico 5.5.2

<sup>34</sup> Se considera que hubo reacción química porque hubo ruptura y formación de nuevos enlaces en ambos experimentos. Además en el caso del sulfato cúprico, hubo creación de una nueva sustancia, un hidrato.

Como era de esperarse, prácticamente todos mencionaron a la energía térmica, incluso por encima de la energía química a pesar de haber reconocido la existencia de una reacción química.

La pregunta final respecto a este experimento intentó explorar lo que los alumnos dicen sobre el lugar de procedencia de la energía. Las respuestas son:

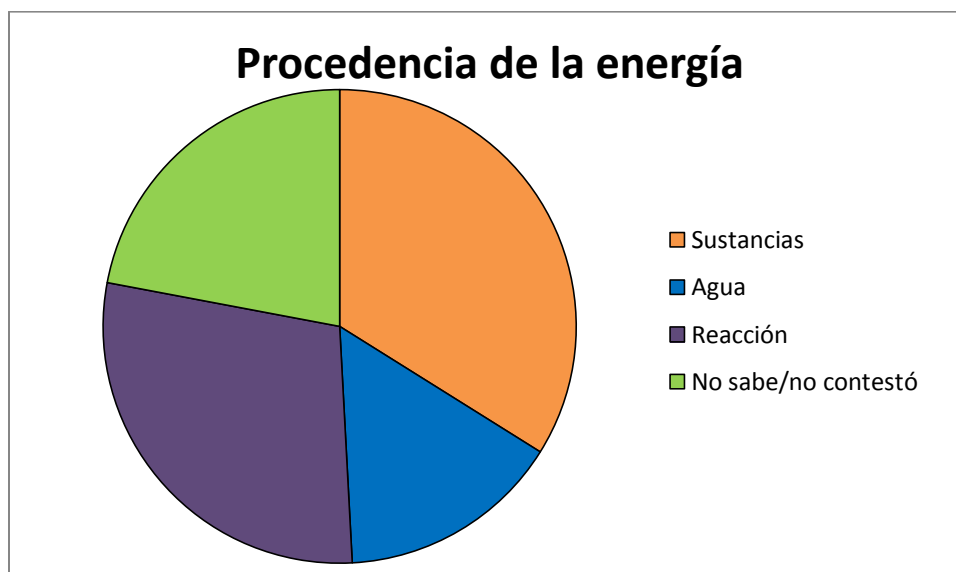


Gráfico 5.5.3

El modelo de formas de energía promueve el sustancialismo, ya que la palabra “forma” da la impresión de que es algo material, que tiene una constitución y se puede percibir. Por ello, sus respuestas se dirigen a materializar a la energía como algo que está dentro de las sustancias. A pesar de ello existe un porcentaje de alumnos que afirma que la energía surge a partir de la reacción química.

Posterior a este experimento se expuso el modelo de transferencia<sup>35</sup> y se mostró el funcionamiento de unas celdas solares conectadas a diferentes aparatos. La indicación que se les dio fue explicar la manera de trabajar de las celdas pero basados ahora en el modelo de transferencia, es decir, sin mencionar ningún “tipo” de energía. Las respuestas que se dieron son:

---

<sup>35</sup> Aunque el modelo de formas, visto en la sesión anterior, pareciera un obstáculo epistemológico, es plausible que se haya tomado porque las ideas previas de los alumnos y, en general, todo lo referente a energía se encuentra en aquel modelo.

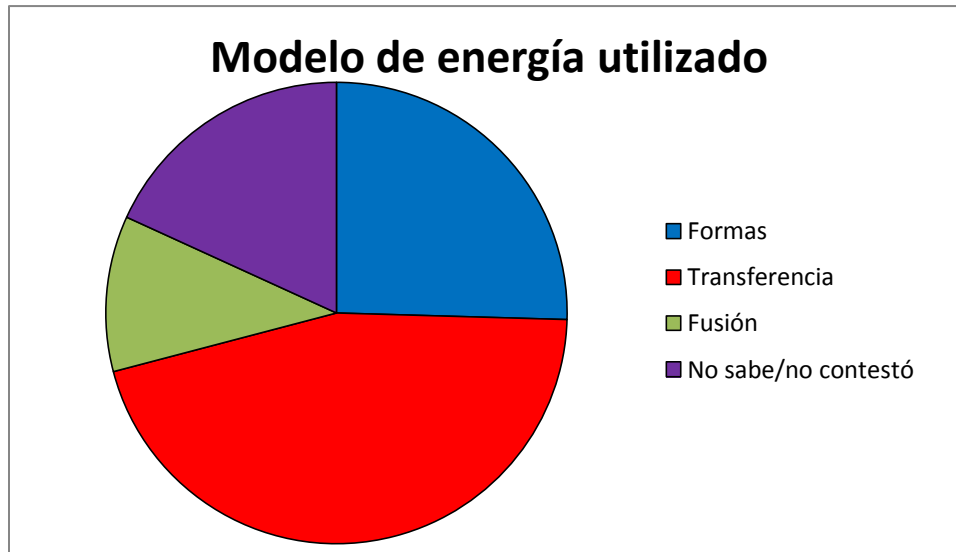


Gráfico 5.5.4

Cerca de la mitad de los alumnos dio su explicación con este otro modelo, a pesar de que para muchos no tuvo sentido. Incluso algunos alumnos mezclaron ambos modelos o no intentaron responder. Una propuesta que mejoraría el aprendizaje del modelo de transferencia sería considerarlo antes que el de formas para evitar un “modelo híbrido”.

#### 5.6 SECUENCIA. SESIÓN 4

En esta sesión los alumnos expusieron, en equipos de seis personas, carteles sobre temas que implican cambios energéticos (sección 3.8), la mitad de ellos conforme al modelo de formas y la otra mitad al de transferencia. La mayoría de los alumnos se apegaron al modelo que se les asignó, pero existe la persistencia a confundirlos en sus explicaciones. A cada equipo se le dio retroalimentación inmediata y se enfatizaron las diferencias de los modelos de energía.



Imagen 5.6.1



Imagen 5.6.2

### 5.7 SECUENCIA. SESIÓN 5

La sesión final tuvo como evaluación explicar el funcionamiento de una máquina de vapor, que se puso en marcha, mediante alguno de los modelos vistos en clase. La máquina que se utilizó es pequeña y es representativa del funcionamiento de una máquina industrial. Se muestra en la siguiente imagen la máquina en funcionamiento además de un diagrama de esbozando sus partes principales:

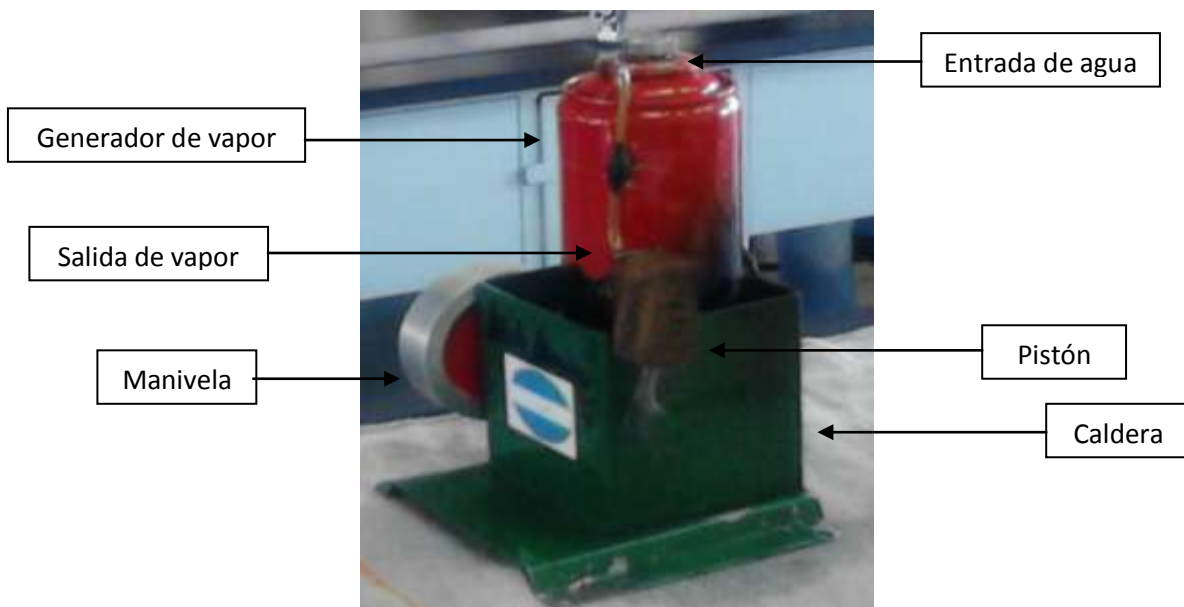


Imagen 5.7.1

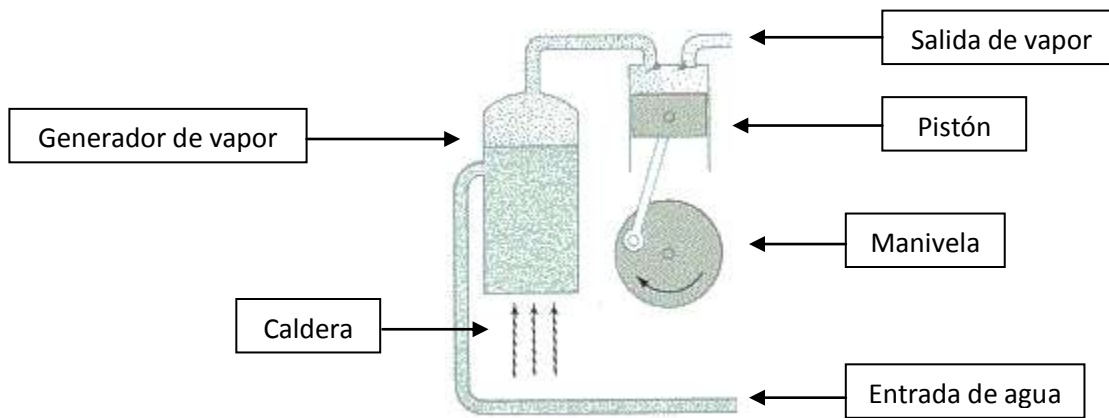


Imagen 5.7.2 Esquema de la máquina de vapor

Los resultados de la evaluación se presentan en el siguiente gráfico:

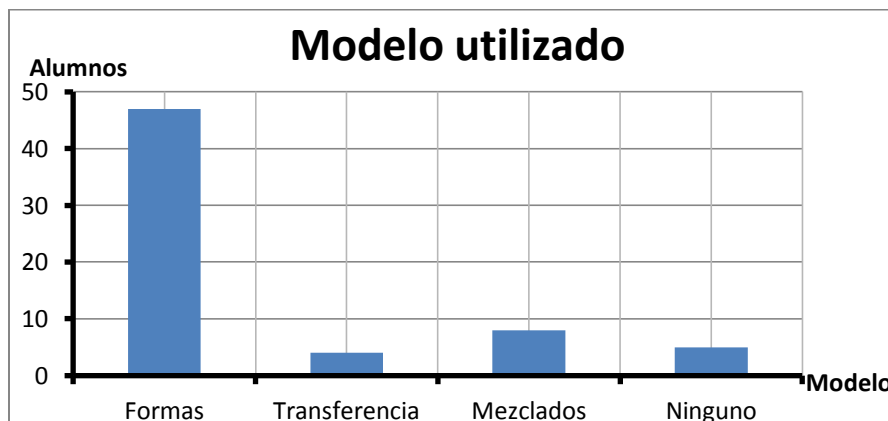


Gráfico 5.7.1

El modelo de formas fue el más utilizado en la evaluación, cabe destacar que la mayoría de alumnos lo utilizó de manera correcta y congruente. Los alumnos que utilizaron el modelo de transferencia lo hicieron de una manera satisfactoria. También es notorio que casi una cuarta parte de los alumnos aún confunde ambos modelos, creando un indeseable modelo híbrido en sus explicaciones, además de que un mínimo porcentaje del grupo no responde.

## 5.8 CÓMIC

De acuerdo con Negrete (2014), la aplicación del cuestionario RIRC es una forma válida de medir la eficiencia de una divulgación y ésta se puede comparar con el uso de un texto paradigmático. En este trabajo se comparó la eficiencia de un texto que contenía información sobre energía solar de una manera paradigmática, con una narrativa en forma de cómic titulado “Viaje a la superficie de la Tierra”. Los resultados de la aplicación de ambos textos se muestran a continuación:

Aciertos	Texto paradigmático	Cómic
Primera aplicación	9.81	11.45
Segunda aplicación	9.23	10.95

Tabla 9.8.1

El puntaje máximo que los alumnos podían alcanzar era de 15. Los mostrados en la tabla anterior son los promedios de cada grupo de alumnos que trabajó con los correspondientes textos. Quienes leyeron el texto paradigmático obtuvieron puntajes menores en comparación con lo que trabajaron con el cómic. Sin embargo, los primeros no muestran una diferencia tan significativa, de hecho la media del cómic no llega a los dos aciertos por encima de del texto paradigmático.

Aunque la diferencia aparentemente no sea significativa, muestra que la narrativa en forma de historieta ilustrada es un mejor medio de divulgación. Además, el promedio de los alumnos que leyeron el texto paradigmático disminuyó 0.58 unidades con respecto a su primer aplicación. Por otro lado, el promedio de quienes leyeron el cómic disminuyó 0.5 puntos. La diferencia sigue siendo pequeña, pero el cómic es superior también en este sentido.

# CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES

*A lo largo del espacio hay energía... es una mera cuestión de tiempo hasta que los hombres tengan éxito en sus mecanismos vinculados al aprovechamiento de esa energía.*

**Nikola Tesla**

## 6.1 SOBRE LA ENERGÍA

La energía es un concepto vital para la alfabetización científica porque es una palabra de uso frecuente, utilizada en diferentes contextos con otras finalidades, a veces no científicas, como en situaciones relacionadas con la política (Neumann et al, 2013: 166). Un mayor conocimiento de ella puede ayudar al alumno a evaluar la credibilidad de lo que lee y escucha en los diferentes medios, tomar decisiones y estimar sus consecuencias, en pocas palabras, decidir estando informado.

Como aseveró Lehrman desde 1976, la energía no es la habilidad para realizar un trabajo, entonces podría definirse en términos algebraicos y considerar a la primera y segunda leyes de la termodinámica. Pero de manera concreta y, apoyado en la definición propuesta por Hierrezuelo y Molina (1990), se ha construido una definición más pertinente a los alumnos de bachillerato, la cual se presenta a continuación:

“La energía es una propiedad que se manifiesta durante la interacción de la materia, permite que ésta se transforme, puede transmitirse entre dos o más objetos y ser cuantificada en algún momento de este proceso”.

Esta definición está basada en el modelo de transferencia. Es plausible porque se acerca a las ideas previas de los alumnos, no se encuentra inmersa en la visión física y explícita que los cambios se dan en los objetos y/o sistemas de estudio.

Es recomendable que desde cursos más tempranos se hable de la energía como una propiedad debida a la interacción de la materia y se deseche la expresión: “formas de



energía”. En todo caso podría existir una clasificación de la misma de acuerdo a su uso o producción, pero evitando fomentar el sustancialismo. Si desde la educación básica, se muestra a los alumnos un significado científico de energía, aumentaría la probabilidad de que se utilice adecuadamente en ese ámbito y se distinga del contexto coloquial.

Hablar de generación y consumo de energía dificulta la comprensión del principio de conservación porque estos términos se refieren a creación y extinción respectivamente, de manera que si se llegan a utilizar, se debe enfatizar en que lo que se termina son los combustibles y/o los medios que permiten la transferencia de energía. Explicar sobre obtención de energía promueve el sustancialismo de la misma, ya que esta palabra provoca que se piense en que la energía se puede fabricar o conseguir.

Para los alumnos la energía está presente en ciertos fenómenos, típicamente los cambios de fase (vapor de agua o cuando el hielo se funde) por ser sistemas que cambian (Chen, 2014: 143). Otros la consideran como algo inanimado que explica diferentes procesos, naturales o artificiales (Liu y Park, 2014: 181). Por eso es importante aclarar a los alumnos que los cambios ocurren en el nivel fenomenológico (Duit, 2014: 70) y la energía, en alguno de sus modelos, ayuda a explicar dichos fenómenos. Se recomienda hablar de transferencia y degradación como procesos.

Otro factor a tomar en cuenta es el lenguaje publicitario, ya que es ineluctable. La noción de degradación ayuda al alumno a comprender algunos aspectos sobre la energía que se encuentran ligados a la termodinámica y el concepto de entropía. Por ejemplo, la energía que provee el butano durante su combustión para calentar agua, se degrada menos que la energía que se transfiere como calor en el agua caliente. Incluso en este aspecto se puede hablar de energía de mayor o menor calidad.

Sería conveniente que el profesor utilice a la energía en las explicaciones de los fenómenos químicos, para que el alumno se acostumbre a incluirla en las propias. También se propone que se prefieran las situaciones de la vida real en lugar de situaciones idóneas ficticias, como las que suelen presentarse en los cursos de física.

No se puede mostrar el concepto de energía totalmente aislado. La concepción de liberar energía cuando se rompen enlaces químicos se puede reforzar con temas como la energía de activación, la aclaración del ATP o con el experimento realizado en la cuarta sesión, ya que se hace explícito en la explicación basada en enlaces químicos.

La enseñanza de la energía, como concepto fundamental de la ciencia, debe tener como finalidad la realidad del alumno, tal como es y cómo se desarrolla. Como cultura general centrada en la toma de conciencia y decisiones en su entorno (Halbwach, 1975). Se deben considerar sus motivaciones así como al futuro adulto inmerso en la sociedad mexicana.

## 6.2 SOBRE LA SECUENCIA DIDÁCTICA

Se diseñó y aplicó una secuencia didáctica sobre modelos escolares de energía, basada en la secuencia de Driver y Oldham de cinco etapas. A partir de ésta, los alumnos eligieron un modelo de energía, de entre dos propuestos, para entender, explicar y resolver problemas que impliquen cambios energéticos, siendo el modelo de formas el preferido.

La elección se debió en parte a que es común etiquetar a la energía indiscriminadamente y de varias maneras. Tienden a manejar en su discurso los “tipos”, “formas” o “clases” de energía que ellos creen que se presentan. A pesar de que se les aclaró que algunos “tipos” de energía se confunden por su fuente o proceso de obtención, permanece la constante de hablar sobre “formas” de energía como: geotérmica, termoeléctrica o hidroeléctrica. En este caso se sugiere mencionar que existe una clasificación de energías de acuerdo a lo anterior citado.

La energía vista mediante el modelo de transferencia<sup>36</sup>, es complicada para los alumnos, ya que este modelo lleva el enfoque termodinámico y, de alguna manera, sería una ventaja entenderlo para quienes continuarán sus estudios en las áreas científicas. Sin embargo, para los alumnos que continuarán sus estudios en área 3 y 4, tal vez no sea tan relevante que este modelo se trate a profundidad.

De la primera parte de la secuencia se destaca que los alumnos afirman haber aumentado su nivel en cuanto a las habilidades planteadas. Esto nos dice que, desde su perspectiva, hubo un progreso significativo para las habilidades propuestas, las cuales están alineadas a los resultados de aprendizaje mediante el ciclo de Driver y Oldham. Esto es congruente con lo presentado por Sanmartí (2007), en cuanto a que ellos manifiestan haber mejorado dichas habilidades.

Las actividades planteadas en las sesiones 1 a 3, arrojaron evidencias variadas que se pudieron categorizar, sin embargo, próximos estudios podrían evaluar cada una de las preguntas que se plantearon a los alumnos para que den resultados más sustanciosos y sobre todo que expliciten mayormente lo que los alumnos piensan.

La actividad de la cuarta sesión, se replanteará por completo, ya que en un grupo numeroso el tiempo es un factor que no permite la exposición de todos los alumnos, de manera que dicha actividad sufrirá un cambio relevante.

---

<sup>36</sup> No existen aún postulados sobre este modelo de energía. Sin embargo, su interpretación está basada en la termodinámica.

La actividad de evaluación arrojó resultados variados en cuanto a las explicaciones, pero el experimento que se evaluó tiene tintes tecnológicos. Un énfasis en una reacción química, podría generar resultados interesantes que den cuenta de cómo los alumnos utilizan el concepto de energía para las situaciones químicas (una combustión o una neutralización de ácido clorhídrico con hidróxido de sodio).

Finalmente, el cuestionario RIRC demostró que un texto paradigmático tiene una menor aceptación y retención para los alumnos que una narrativa. Además, este cómic complementó la secuencia, cerrando el tema de energía con un contexto importante para la sociedad y común a los alumnos. Las narrativas que promueven la divulgación científica son un aliciente para los alumnos, además de que proporcionan diversidad en las actividades incluidas en las secuencias.

### **6.3 PROPUESTAS PARA MEJORAR**

Como primera sugerencia, se puede iniciar con el modelo de transferencia. Al ser una visión completamente científica, sería interesante que los alumnos tengan un acercamiento a este medio trabajando en contra de sus ideas previas. Si se comienza por el modelo de formas, como se hizo en esta secuencia, es probable que los alumnos no se interesen en el otro modelo de manera que les resultaría innecesario.

La idea de que la energía se conserva es repetida pero no está bien comprendida por los alumnos. Es necesario desarrollar la necesidad sobre la conservación de la energía (Dauer et al, 2014: 54) y mostrar que siempre está presente, en cualquier contexto, pero de preferencia en una situación que involucre a la química. Presentar el principio de conservación mediante enunciados negativos lo vuelve más difícil de asimilar.

La edificación de un modelo conserva un gran valor didáctico (Halbwach, 1975). Se podría construir un modelo a lo largo de la secuencia, pero el trabajo de modelaje tomaría más tiempo y la secuencia se basaría únicamente en llegar al modelo. Es preferible que el modelo sea comprendido y utilizado en este nivel escolar, construirlo implica una nueva secuencia destinada a ello.

Incluir nuevos temas que sean motivadores no debe implicar aumentar el programa de estudios (que ya de por sí es ambicioso) sino hacer un cambio de temas, seleccionando los que sean más básicos y que puedan tener trascendencia.

Dicha inclusión suele ser complicada debido a la fuerte influencia de la enseñanza tradicional, la necesaria actualización del profesorado y el rechazo a lo cualitativo en las denominadas “ciencias exactas” (Solbes y Tarín, 2004: 191). El desafío de futuras

investigaciones será minimizar la influencia de la física y centrarse en la energía involucrada en las reacciones químicas.

El cómic se diseñó basándose en el modelo de formas, debido a que fue el más socorrido por los alumnos. Podría diseñarse un cómic o una lectura para que a los alumnos se les facilitara el modelo de transferencia y medir su efectividad con el cuestionario RIRC. Además de que se incluya un fenómeno químico sobresaliente como trama central de la narrativa y tal vez en otro género además del infantil.

#### **6.4 RECOMENDACIONES EN EL AULA**

La aplicación de esta secuencia implica un trabajo profundo en cuanto a la planeación de las actividades. Consideraciones como: el tiempo destinado a cada etapa (obre todo cuando existe un temario ambicioso), los recursos didácticos (especialmente los que no dependen completamente del profesor), la disponibilidad de espacios, la infraestructura del plantel y sobre todo qué hacer en caso de presentarse algún inconveniente, lo que frecuentemente se conoce como tener un “Plan B”.

La aplicación del pretest requiere formular preguntas pertinentes que reflejen fielmente los resultados de aprendizaje que el docente espera de los alumnos, además de incluir las estructuras de cogida que recomienda Sanmartí (2007).

La secuencia de Driver y Oldham (1986) contiene cinco etapas, se sugiere que cada una de ellas se vea diferenciada de las otras mediante la ayuda de sesiones exclusivas para cada una, además de que los resultados de aprendizaje se puedan obtener paulatinamente y sean observados por el profesor.

Se utilizaron diversos recursos didácticos. El más socorrido fue un proyector conectado a una computadora portátil, en todas las sesiones hubo presentaciones realizadas en power point que incluían texto e imágenes adecuadas, así como indicaciones claras de lo que se trabajó. También se resalta la infraestructura con que se contó en el aula-laboratorio, de manera que el salón se encontraba habilitado para realizar tanto sesiones teóricas como experimentales. Esto es un punto indispensable para la aplicación de esta secuencia tal como se realizó.

Se recomienda realizar los experimentos en solitario antes de mostrarlos ante el grupo, así se pueden evitar posibles complicaciones, especialmente con el tipo de reactivos y/o recursos que requieran suministro eléctrico. Tener material extra y bien revisado suele dar confianza y seguridad al profesor en las sesiones.

Finalmente, entre las futuras y posibles aplicaciones de esta secuencia didáctica o modificaciones que se ajusten a las necesidades del plantel o curso que la emplee, se recomienda ampliamente tener una visión holística de lo que se está realizando. Además de no perder la parte humanista manteniendo un clima que genere confianza dentro del aula, escuchando y anotando en el pizarrón las opiniones de los alumnos y sobre todo moderar el trabajo en equipo.

# CAPÍTULO 7. REFERENCIAS

*El primer suceso que apareció en la historia del Universo fue la transformación de energía en materia*  
*Manuel Peimbert y Julieta Fierro (2012)*

## 7.1 BIBLIOGRÁFICAS

Bell, R. (2008), *Teaching the Nature of Science through Process Skills. Activities for Grades 3-8*, Pearson Education, Inc. USA, 72-80 y 124-141

Bliss, J., Monk, M. y Ogborn, J. (1983), *Qualitative Data Analysis for Educational Research. A guide to uses of systemic networks*, Croom Helm 4-110

Bloom, B., Engelhart, M., Furst, E., Hill, W. y Krathwohl, D. (1956), *Taxonomy of educational objectives. Volume I: The cognitive domain*, New York: McKay

Bloom, B., Masia, B. y Krathwohl, D. (1964), *Taxonomy of Educational Objectives Volume II: The Affective Domain*, New York: McKay.

Brook, A. y Driver, R. (1984), *Children's Learning in Science Project. Aspects of secondary students' understanding of energy: full report*, Leeds, Inglaterra: Centre for Studies in Science and Mathematics Education, Universidad de Leeds, 1-117

Bruner, J. S. (1988), "two models of thought", en N. Mercer (ed.), *Language and literary from an educational perspective*, Oxford, Open University Press

Caamaño, A. (2007), "Modelizar y contextualizar el currículum de química: un proceso en constante desarrollo", en M. Izquierdo, A. Caamaño, y M. Quintanilla, (eds.), *Investigar en la enseñanza de la química. Nuevos horizontes: contextualizar y modelizar*, Universidad Autónoma de Barcelona, 19-39

Chamizo, J. A. (2013), *De la paradoja a la metáfora. La enseñanza de la química a partir de sus modelos*, México: Siglo XXI Editores / Facultad de Química, UNAM 90-120

Chen, R., Scheff, A., Fields, E., Pelletier, P. y Faux, R. (2014), “Mapping Energy in the Boston Public Schools Curriculum” en R. Chen, A. Eisenkraft, D. Fortus, J. Krajcik, K. Neumann, J. Nordine y A. Scheff (eds.), *Teaching and Learning of Energy in K-12 Education*, Springer International Publishing Switzerland, 135-155

Clark, D. B. y Sengupta, P. (2013), “Argumentation and Modeling: Integrating the Products and Practices of Science to Improve Science Education”, en Khine, M. S. y Saleh, I. M. (eds.), *Approaches and Strategies in Next Generation Science Learning*, Hershey PA, USA: Information Science Reference, 85-105

Cooper, M., Becker, N. y Klymkowsky, M. (2014), “Energy in Chemical Systems: An Integrated Approach”, en R. Chen, A. Eisenkraft, D. Fortus, J. Krajcik, K. Neumann, J. Nordine y A. Scheff (eds.), *Teaching and Learning of Energy in K-12 Education*, Springer International Publishing Switzerland, 301-316

Coopersmith, J. (2010), *Energy, the Subtle Concept. The discovery of Feynman's blocks from Leibniz to Einstein*, Oxford University Press, 1-4

Córdova, M. y Lombardi, O (2012), “Acerca del modo en que la ciencia refiere a lo real: el papel de los modelos”, en Z. Monroy, R. León, y G. Álvarez, *Enseñanza de la ciencia*, Facultad de Psicología, UNAM, 93-102

Dave, R. (1970), *Developing and Writing Behavioral Objectives*, ed. R. Armstrong, Tucson, Arizona: Educational Innovators Press

De Jong, O. y Taber, K. (2007), “Teaching and learning the Many Faces of Chemistry”, en S. Abell y N. Lederman *Handbook of Research on Science Education*, Routledge, 631-652

Dauer, J., Miller, H. y Anderson, C.W. (2014), “Conservation of Energy: An Analytical Tool for Student Accounts of Carbon-Transforming Processes”, en R. Chen, A. Eisenkraft, D. Fortus, J. Krajcik, K. Neumann, J. Nordine y A. Scheff (eds.), *Teaching and Learning of Energy in K-12 Education*, Springer International Publishing Switzerland, 47-61

Driver, R. y Scott, P. (1996), “Curriculum development as research: a constructivist approach to science curriculum development and teaching”, en D. Treagust, R. Duit, y B. Fraser, (eds.), *Improving Teaching and Learning in Science and Mathematics*, New York, USA: Teachers College Press, 94-108

Driver, R., Squires, A., Rushworth, P y Wood-Robinson, V. (1999), *Dando sentido a la ciencia en secundaria. Investigaciones sobre las ideas de los niños*, Aprendizaje Visor, Madrid España, 187-192

Duit, R. (2014), “Teaching and Learning the Physics Energy Concept”, en R. Chen, A. Eisenkraft, D. Fortus, J. Krajcik, K. Neumann, J. Nordine y A. Scheff (eds.), *Teaching and Learning of Energy in K-12 Education*, Springer International Publishing Switzerland, 67-85

Ernest, P. (1995), “The One and the Many”, en L. Steffe y J, Gale (eds.), *Constructivism in Education*, Lawrence Erlbaum Associates, Publishers, UK, 459-486

Feynman, P. R. (1963), *Six easy pieces. Essentials of physics explained by its most brilliant teacher*, Helix Books, Addison-Wesley Publishing Company, Reading, Mass, U.S.A.

Garritz, A. (1994), “Energía, química y sociedad”, en R. Fernández, *La química en la sociedad*, UNAM FQ, México DF, 65-125

Gilbert, J. y Afonso, A. (2015), “Lifelong Learning: Approaches to Increasing the Understanding of Chemistry by Everybody”, en J. García y E. Serrano (eds.), *Chemistry Education. Best Practices Opportunities and Trends*, Wiley-VCH, Verlag GmbH & Co. Weinheim, Germany, 123-148

Haysom, J. y Bowen, M. (2010), *Predict, observe, and explain. Activities enhancing scientific understanding*, 1ª ed. National Science Teachers Association, USA 9-14

Hierrezuelo, J. y Montero, A. (2002), *La ciencia de los alumnos. Su utilización en la didáctica de la física y química*, Fontamara, México, 137-163

Jorba, J., Gómez, I. y Prat, A. (2000), *Hablar y escribir para aprender. Uso de la lengua en situación de enseñanza-aprendizaje desde las áreas curriculares*, editorial Síntesis, Barcelon, España, 73-112

Justi, R. y Gilbert, J. (2002), “Models and modelling in chemical education”, en J. Gilbert, O. De Jong, R. Justi, D. Treagust y J. Van Driel, *Chemical Education: Towards Research-based Practice*, Kluwer Academic Publishers, 47-68

Kennedy, D., Hyland, A. y Ryan, N. (2006), *Writing an Using Learning Outcomes: a Practical Guide*, Implementing Bologna in your institution, 1-30



Kind, V. (2004), *Más allá de las apariencias. Ideas previas de los estudiantes sobre los conceptos básicos de química*, México: Aula XXI Santillana/UNAM

Lederman, N., Lederman, J. y Bell, R. (2004), *Constructing Science in Elementary Classrooms*, Pearson Education, Inc. USA, 3-20

Liu, X. y Park, M. (2014), “Contextual Dimensions of the Energy Concept and Implications for Energy Teaching and Learning”, en R. Chen, A. Eisenkraft, D. Fortus, J. Krajcik, K. Neumann, J. Nordine y A. Scheff (eds.), *Teaching and Learning of Energy in K-12 Education*, Springer International Publishing Switzerland, 175-186

Morrison, M. y Morgan, M. S. (1999), “Models as mediating instruments”, en Morgan, M. S. y Morrison, M. (eds.), *Models as Mediators: Perspectives on Natural and Social Science*, Cambridge, UK: Cambridge University Press, 10–37

Negrete, A. (2012), *La divulgación de la ciencia a través de formas narrativas*, México: Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades (CEIICH) y Dirección General de Divulgación de la Ciencia (DNDC) de la UNAM

Negrete, A. (2014), *La ciencia de contar cuentos y el método RIRC*, Aprender a aprender, México: Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades (CEIICH) UNAM

Ornelas, C. (2013), *El sistema educativo mexicano. La transición de fin de siglo*, 2ª edición, México, FCE, 17-25

Pérez, H. (2011), *Física general*, Grupo editorial patria, 4ª. Edición, México, 530-535

Romo, M., Sánchez, H. y Becerra, E. (2011), *La Escuela Nacional Preparatoria en el Centenario de la Universidad*, UNAM, México, 7-81

Sanmartí, N. (2000), “El diseño de unidades didácticas”, en F. Perales y P. Cañal, (eds.), *Didáctica de las Ciencias Experimentales*, Alcoy: editorial Marfil, 239-266

Sanmartí, N. (2002), *Didáctica de las ciencias en la educación secundaria obligatoria*, Didáctica de las Ciencias Experimentales, España, 169-203

Sanmartí, N. (2007), *10 ideas clave. Evaluar para aprender*, editorial Graó, España, 9-41

Scott, P., Asoko, H. y Leach, J. (2007), “Student Conceptions and Conceptual Learning in Science”, en S. Abell y N Lederman (eds.), *Handbook of Research on Science Education*, Routledge 31-56

Shakhashiri, B. (1983), *Chemical Demonstrations: A Handbook for Teachers of Chemistry Vol 1*, University of Wisconsin Press, 3-24

Stacy, A., Chang, K., Coonrod, J. y Claesgens, J. (2014), “Launching the Space Shuttle by Making Water: The Chemists View of Energy”, en R. Chen, A. Eisenkraft, D. Fortus, J. Krajcik, K. Neumann, J. Nordine y A. Scheff (eds.), *Teaching and Learning of Energy in K-12 Education*, Springer International Publishing Switzerland, 285-299

Talanquer, V. (2010), “Química Agazapada”, en J. A. Chamizo, *Historia y filosofía de la química. Aportes para la enseñanza*, México: Siglo XXI Editores / Facultad de Química, UNAM 142-156

Tonda, J. (2002), “¿Qué es la divulgación de la ciencia?”, en J. Tonda, A. M. Sánchez y N. Chávez (coord.), *Antología de la divulgación de la ciencia en México*, Dirección General de Divulgación de la Ciencia, UNAM, México, 325-333

Wang, L., Wang, W. y Wei, R. (2014), “What Knowledge and Ability Should High School Students Have for Understand Energy in Chemical Reactions? An Analysis of Chemistry Curriculum Standards in Seven Countries and Regions”, en R. Chen, A. Eisenkraft, D. Fortus, J. Krajcik, K. Neumann, J. Nordine y A. Scheff (eds.), *Teaching and Learning of Energy in K-12 Education*, Springer International Publishing Switzerland, 87-102

Wightman, T., Johnston, K. y Scott, P. (1987), *Children's' Learning in Science Project (CLIS). Approaches to teaching the particulate theory of matter*, Leeds, England: Centre for Studies in Science and Mathematics Education, University of Leeds

## 7.2 HEMEROGRÁFICAS

Barr, R. y Tagg, J. (1995), “From teaching to learning. A new paradigm form undergraduate education”, *CHANGE*, 27(6), 1-18

Bodner, G., Klobuchar, M. y Geelan, D. (2001), “The many forms of constructivism”, *Journal of Chemical Education*, 78, 2-13

Chamizo, J. A. (2010), “Una tipología de los modelos para la enseñanza de las ciencias”, *Eureka. Revista de Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 7(1), 26-41

Cooper, M y Klymkowsky, M. (2013) “The Trouble with Chemical Energy: Why Understanding Bond Energies Requires an Interdisciplinary Systems Approach”, *CBE—Life Sciences Education*, 12(1), 306-312

Cordero, S. y Mordeglia, C (2007), “Concepciones sobre energía de estudiantes de carreras universitarias no físicas”, *Jornadas de Enseñanza e Investigación Educativa en el campo de las Ciencias Exactas y Naturales*, 1-9

Doménech, J. y Martínez-Torregrosa, J. (2010), “¿Disponen los estudiantes de secundaria de una comprensión adecuada de los conceptos de trabajo y calor y de su relación con la energía?”, *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 32(1), 1308

Doménech, J., Limiñana, R. y Menargues, A. (2013), “La superficialidad en la enseñanza del concepto de energía: una causa del limitado aprendizaje alcanzado por los estudiantes de bachillerato”, *Enseñanza de las ciencias*, 31(3), 103-119

Driver, R. y Oldham, V. (1986), “A Constructivist Approach to Curriculum Development in Science”, *Studies in Science Education*, 13(1), 105-122

Driver, R., Asoko, H., Leach, J., Mortimer, E. y Scott, P. (1994), “Constructing Scientific Knowledge in the Classroom”, *Educational Researcher*, 23(7), 5-12

Fortman, J., Rush, A., Stamper, J., Waner, M. y Young, J. (1999), “Variations on the “Whoosh” Bottle Alcohol Explosion Demonstration. Including Safety Notes”, *Journal of Chemical Education*, 76(8), 1092

Galley, W. (2004), “Exothermic Bond Breaking: A Persistent Misconception”, *Journal of Chemical Education*, 81(4), 523-525

Halbwachs, F. (1975), “La physique du maître entre la physique du physicien en la physique de l’élève”, *Revue Française de Pédagogie*, 33(1) 19-29

Hierrezuelo, J. y Molina, E. (1990), “Una propuesta para la introducción del concepto de energía en el bachillerato”, *Enseñanza de las ciencias*, 8(1), 23-30

Hosler, J. y Boomer, K. (2011), “Are comic books an effective way to engage non-majors in learning and appreciating science?”, *Life Science Education*, 10, 309–317

Kaper, W. y Goedhart, M. (2002), “‘Forms of Energy’, an intermediary language on the road to thermodynamics? Part I”, *International Journal of Science Education*, 24(1), 81-95

Karplus, R. (1977), “Science teaching and the development of reasoning”, *Journal of Research in Science Teaching*, 14, 169-175

Lehrman, R. (1973), “Energy Is Not the Ability to Do Work”, *The Physics Teacher*, January, 15-18

Lawson, A. E. (1994), “Uso de los ciclos de aprendizaje para la enseñanza de destrezas de razonamiento científico y de sistemas conceptuales”, *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 12(2) 165-187

Megalakaki, O. y Tiberghien, A. (2011), “A qualitative approach of modelling activities for the notion of energy”, *Electronic Journal of Research in Educational Psychology*, 9(1), 157-182

Millar, R. (2005) “Teaching about energy”, *Department of Educational Studies: Research Paper*, The University of York. 1-20

Neumann, K., Viering, T., Boone, W. y Fischer, H. (2013), “Towards a Learning Progression of Energy”, *Journal of Research in Science Teaching*, 50(2), 162-188

Ogborn, J. (1990), “Energy, change, difference and danger”, *School Science Review*, 72(259), 81-85

Osborne, R. y Wittrock, M. (1985), “The generative learning model and its implications for Science Education”, *Studies in Science Education*, 12, 59-87

Posner, G. J., Strike, K. A., Hewson, P. W. y Gertzog, W. A. (1982), “Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change”, *Science Education*, 66(2), 211-227

Pro, A. (2009), “El uso de los recursos energéticos. Una unidad didáctica para la asignatura ciencias para el mundo contemporáneo” *Eureka Enseñanza Divulgación de la Ciencia*, 6(1), 92-116

Solbes, J. y Tarín, F. (2004), “La conservación de la energía: un principio de toda la física. Una propuesta y unos resultados”, *Enseñanza de las ciencias*, 22(2), 185-194

Solomon, J. (1985), "Teaching the conservation of energy", *Phys. Educ.*, 20(1), 165-170

Taber, K. (2010), "Straw Men and False Dichotomies: Overcoming Philosophical Confusion in Chemical Education", *Journal of Chemical Education*, 85(5), 552-558

Vollmer, M., Mölmann, K., Pinno, F. y Karstädt, D. (2001), "There is more to see than eyes can detect. Visualization of energy transfer processes and the laws of radiation for physics education", en *THE PHYSICS TEACHER*, 39(1), 371-376

Warren, J. (1991), "The teaching of energy", *Physics Education*, 26(1), 8-9

Wink, D. (1992), "The Conversion of Chemical Energy", *Journal of Chemical Education*, 69(2), 108-111

Wink, D. (2014) "Constructivist Frameworks in Chemistry Education and the Problem of the 'Thumb in the Eye'", *Journal of Chemical Education*, 91, 617-622

### 7.3 MESOGRÁFICAS

DGENP (Dirección General de la Escuela Nacional Preparatoria), (2015) Antecedentes Consultada por última vez el 24 de junio de 2015 en la URL: <http://bit.ly/dgenpant>

DGENP (Dirección General de la Escuela Nacional Preparatoria), (2015) Misión y visión Consultada por última vez el 24 de junio de 2015 en la URL: <http://bit.ly/dgenpmyv>

EOHT (Encyclopedia of Human Thermodynamics), (2015) Energy Consultada por última vez el 24 de junio de 2015 en la URL: [http://bit.ly/eoht\\_energy](http://bit.ly/eoht_energy)

OED (Online Etymology Dictionary), (2015) Energy Consultada por última vez el 24 de junio de 2015 en la URL: [http://bit.ly/etymonline\\_energy](http://bit.ly/etymonline_energy)

Programa de Química III ENP, (2015) Consultada por última vez el 27 de junio de 2015 en la URL: [http://bit.ly/ENP\\_Q3](http://bit.ly/ENP_Q3)

RIEMS (Reforma Integral de la Educación Media Superior), (2008) Consultado por última vez el 27 de junio de 2015 en la URL: [http://bit.ly/riems\\_1](http://bit.ly/riems_1)

SEMS (Subsecretaría de Educación Media Superior) (2015)

Consultado por última vez el 24 de junio de 2015 en la URL: <http://www.sems.gob.mx/>

SENERGY (Solar Energy) (2014)

Consultado por última vez el 28 de junio de 2015 en la URL: [http://bit.ly/s\\_energy](http://bit.ly/s_energy)

SEP (Secretaría de Educación Pública) (2015)

Consultado por última vez el 24 de junio de 2015 en la URL: <http://www.sep.gob.mx/>

# Anexos

## ANEXO 1. SECUENCIA DIDÁCTICA (RESUMEN)

Sesión	Nombre de la actividad	Descripción de la etapa	¿Qué hace el docente?	¿Qué hace el alumno?
1	Tubo misterioso (Orientación)	Explicación sobre las maneras en que trabaja la ciencia, resaltando el uso de modelos	<p>Inicio: Expone un panorama general sobre la ciencia y enfatiza sobre los modelos que utiliza.</p> <p>Desarrollo: Presenta la actividad del “tubo misterioso”.</p> <p>Cierre: Concluye con la importancia de los modelos en el trabajo de la ciencia y una evaluación.</p>	Escucha al maestro, participa con preguntas y efectúa las indicaciones que da el maestro.
2	Modelo de formas	Exploración de los tipos de energía	<p>Inicio: Propicia una lluvia de ideas sobre los tipos de energía.</p> <p>Desarrollo: Elige junto con los alumnos los tipos de energía más importantes y los anota en el pizarrón.</p> <p>Propone un diagrama para que los alumnos clasifiquen los tipos de energía mencionados.</p> <p>Cierre: Expone la importancia de este modelo para la ciencia y la alfabetización científica.</p>	<p>Participa nombrando alguna forma de energía que conozca y en dónde la escuchó o la aprendió.</p> <p>Selecciona los tipos de energía que considere las más importantes y los organiza de acuerdo a un diagrama propuesto por el docente.</p>
3	Modelo de transferencia	Explicación de situaciones con otro modelo	<p>Inicio: Realiza un experimento<sup>37</sup> donde la energía se transfiere entre dos sistemas, de manera que se explique con el modelo de transferencia.</p> <p>Desarrollo: Explica el funcionamiento de un carrito de golf desde el punto de vista de formas de energía y el de transferencia de energía, enfatizando que cada modelo favorece ciertos hechos.</p> <p>Cierre: Muestra ejemplos de los “tipos” de energía que se expusieron pero analizados con el nuevo modelo.</p>	<p>Observa el experimento, propone alguna explicación y responde las preguntas que plantea el profesor.</p> <p>Conoce el nuevo modelo, registra el diagrama y compara los modelos.</p> <p>Realiza propuestas para explicar los fenómenos que muestra el profesor mediante este nuevo modelo.</p> <p>Compara las propuestas con sus compañeros y las comparte al grupo.</p>

<sup>37</sup> El experimento consiste en agregar unas gotas agua a un tubo de ensayo que contiene sulfato de cobre II en polvo, de manera que se observe un cambio de color y principalmente un aumento de temperatura.

4	Energía en diversos contextos	Sesión de carteles	<p>Inicio: Forma 5 equipos y reparte los siguientes temas al azar:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pilas de aparatos electrónicos</li> <li>• Alimentos como “fuente” de energía</li> <li>• Fiebre y antipiréticos</li> <li>• Energía nuclear</li> <li>• Energías limpias</li> </ul> <p>Desarrollo: Les da las indicaciones y proporciona el material correspondiente. Coordina la exposición de los carteles y retroalimenta cada participación de los equipos.</p> <p>Cierre: Concluye con la importancia de este modelo y su cercanía a la termodinámica.</p>	<p>Se organiza en equipos y decide su forma de trabajo.</p> <p>Realiza un esquema, en una cartulina, sobre cómo está involucrada la energía en el tema que le corresponda. Presenta su cartel y lo enriquece con las aportaciones de sus compañeros y las observaciones del profesor.</p>
5	Evaluación	Evaluación	<p>Realiza el experimento haciendo funcionar una máquina de vapor y aplica la evaluación.</p>	<p>Realiza la actividad de evaluación de la máquina de vapor. Su explicación se basará en el modelo que él mismo elija.</p>



## ANEXO 2. PERSONAJES DE LA ACTIVIDAD “TRABAJO EN EQUIPO”



Los personajes, de izquierda a derecha y de arriba hacia abajo son:

Rihanna: cantante y actriz barbadense, Albert Einstein (1879-1955): físico alemán ganador del Premio Nobel por descubrir el efecto fotoeléctrico además de ser el formulador de la teoría de la relatividad, Octavio Paz (1914-1998): escritor mexicano ganador del premio Nobel de literatura en 1990, Mario Molina: ingeniero químico mexicano ganador del premio Nobel de Química por su trabajo en la atmósfera, particularmente sobre el ozono, Cristiano Ronaldo: futbolista portugués, Justin Bieber: cantante canadiense, Elena Poniatowska: escritora y periodista mexicana, Miguel Herrera “el piojo”: entrenador de fútbol mexicano, Yao Ming: basquetbolista chino, Marie Curie (1867-1934): física, matemática y química polaca, ganadora de los Nobel de física (por sus investigaciones sobre la radiación) y química (por el descubrimiento del radio y el polonio), Kerry King: guitarrista estadounidense de “heavy metal”, Ernesto Zedillo: ex presidente de México, Romeo Santos: cantautor estadounidense de bachata, Frida Kahlo (1907-1954): pintora y poetisa mexicana y Werevertumorro: mexicano youtuber de internet.

### ANEXO 3. PRETEST

**Universidad Nacional Autónoma de México**  
**ENP. Plantel 3 “Justo Sierra”**  
**Química III. Evaluación Diagnóstica sobre “Energía”**

**Parte 1.** Contesta el siguiente formato denominado: “Informe personal sobre habilidades”.

- 1) Escribe tu nombre y la fecha en que resolviste esta prueba (Fecha1).
- 2) Anota en la columna de estudio previo el número **0** si la habilidad indicada no la has practicado con anterioridad y el número **1** si ya la practicaste en algún momento.
- 3) En la columna de nivel de habilidad actual, anota el número que consideres corresponde a las habilidades que posees en relación a cada uno de los rubros incluidos. Considera los siguientes códigos: **1** No lo sé hacer; **2** Sé hacer alguna cosa, **3** Lo sé hacer bien y, **4** Soy capaz de mostrarle a algún compañero(a) cómo se hace.

<b>Nombre:</b>			
<b>Fecha 1:</b>		<b>Fecha 2:</b>	
#	Habilidad	Estudio previo	Nivel de habilidad actual
1	Reconozco que la ciencia se ha construido con base en modelos.		
2	Me queda claro cuando escucho hablar sobre energía en la TV, radio, internet u otros medios.		
3	Distingo los modelos científicos que hay sobre la energía.		
4	Puedo explicar situaciones que involucren cambios energéticos, por ejemplo: el funcionamiento de una pila o el calor generado durante la erupción de un volcán.		
5	Analizo con detalle un fenómeno químico en términos energéticos.		

**Parte 2.** Responde las siguientes preguntas:

1. Escribe de 5 a 10 palabras que asocias con el término energía.
2. ¿Dónde has aprendido más sobre energía?
3. ¿Qué entiendes cuando escuchas sobre “energías limpias”?
4. ¿Qué realizas habitualmente para ahorrar energía?
5. ¿Qué te gustaría aprender sobre energía en este curso?

## ANEXO 4. CUENTO

### Viaje a la superficie de la Tierra

Samuel Padilla Trejo

Acabo de despertar, me encuentro en un sitio donde hace muchísimo calor, estoy bastante desconcertada. A mi alrededor se encuentran unas diminutas partículas de un tamaño increíblemente pequeño, son millones y millones, de hecho no las podría contar. Me acerco tímidamente a una de ellas y le pregunto su nombre. -Soy un átomo de helio y me acabo de formar a partir de dos átomos de hidrógeno-, respondió la partícula. -¿Estás diciendo que eres el producto de la unión de dos átomos iguales?- le pregunté con cierta incredulidad. -Así es-, dijo el Helio, -Soy producto de una reacción denominada fusión, y tú también lo eres-. Quedé asombrada de dichas palabras, luego el Helio añadió -la diferencia es que yo soy un elemento químico y permaneceré aquí por muchos años, mientras que tú estás por comenzar un increíble viaje-. El simpático Helio no me alcanzó a decir qué o quién era yo, puesto que estoy viajando demasiado rápido y estoy por abandonar este lugar, una estrella denominada Sol.

Una vez que he abandonado la estrella me encuentro sola viajando en un lugar denominado espacio sideral. Me doy cuenta de que mi movimiento es en forma de onda, es decir, de tipo sinuoso. A lo lejos diviso un tipo de esfera gigante, es la tercera que veo desde que dejé mi hogar. Todo indica que ese es mi destino, tengo la esperanza de que allá me digan quién soy.

Quien me recibe es una especie de manto o capa. Cuando me encuentro lo suficientemente cerca le pregunto. -¿Cómo te llamas?-, -Soy la atmósfera, bienvenida al planeta Tierra- me responde. - Así que este hermoso lugar es la Tierra- le dije con un tono amistoso. -Tú lo has dicho, y te voy a permitir el paso, excepto por esa parte tuya que te acompaña-, dijo la atmósfera. -¿Cuál parte?- respondí inmediatamente. -Aquella que son rayos ultravioleta ya que podrían causar daño a algunos de los seres que habitan aquí-, dijo seriamente la atmósfera. Asentí y antes de poder realizar otra pregunta, ya me encontraba en la zona donde dichos rayos retornaban al espacio, mientras yo seguía mi camino con una asombrosa velocidad.

En la parte final de esta capa que dijo llamarse atmósfera, me di cuenta de que gracias a mí, se iluminaba paulatinamente la superficie del planeta, y al mismo tiempo se calentaba el gas que se encuentra en todos los alrededores. Era maravilloso, estaba realizando una función doble. Al llegar a la superficie observé una gran variedad de seres y objetos. Algunos de ellos me permitían atravesarlos, otros me reflejaban y otros más absorbían mi luz y/o calor.

Mientras avanzaba me topé con una gran masa de una sustancia fluida, la cual dijo llamarse agua, en ese instante noté como empezaba a calentarse al entrar en contacto conmigo, me dijo -Gracias a ti existe un ciclo que permite que yo me distribuya a lo largo de la Tierra-. Me emocionó mucho su comentario porque supe entonces que yo era útil en este planeta. Al final agregó, -Existo en tres estados: sólido, líquido y gas, tu presencia permite transformarme en ellos-.

Quedándose una parte mía con el agua y dado que viajo a una velocidad bastante alta, comencé a recorrer otros sitios donde había más que conocer. Me llamaron particularmente la atención unos seres de color verde. Le pregunté a uno -¿Qué eres?- y me respondió -Soy un arbusto, y que bueno que has llegado, necesito de ti para fabricar mi alimento-. Sorprendida por la respuesta, sentí una nueva alegría. -Ese proceso se le conoce como fotosíntesis- dijo el arbusto -y además proveo de oxígeno a la atmósfera-. Antes de que pudiera hacer otra pregunta, una parte de mí quedó almacenada dentro de mi nuevo amigo, más exactamente dentro de algo llamado molécula de adenosín trifosfato, o simplemente ATP.

En otro lado de la superficie, encontré otro objeto muy diferente a lo que había conocido hasta entonces, se decía llamar colector solar. Me permitió atravesarlo, mediante un proceso que él denominaba: fotovoltaico. Me transformé en algo que en este planeta llaman electricidad. Es interesante porque ahora soy un flujo de pequeñas partículas, denominadas electrones.

Ahora me encuentro viajando dentro de unos conductos llamados cables, está algo oscuro pero es divertido. Lo más impactante es que al final del cable siempre hay algo nuevo, a veces vuelvo a ser luz o calor, pero también hago funcionar aparatos eléctricos con múltiples funciones, como enfriar, reproducir imágenes o sonidos, mover vehículos, incluso hasta podría hacer funcionar una fábrica completa.

Este extraño viaje me ha dejado fascinado, pero aún no sé quién soy. Justo en ese momento, mientras ayudo a reproducir una cumbia en un aparato denominado estéreo, veo a dos de esos seres que se llaman humanos conversando sobre la eficiencia del nuevo calentador solar que acaban de adquirir. –Así es mi Lalo, ahora ya no le daremos nuestro dinero a esos del gas. Vamos a aprovechar muy bien la energía solar.- Tienes razón Andrés, pero no sólo estamos ahorrando dinero, también contaminamos menos-. La neta, este recurso natural está buenísimo-.

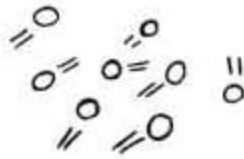
Autor: Samuel Padilla Trejo

Dibujos: Samantha Martínez Torres

# VIAJE A LA SUPERFICIE DE LA TIERRA

Un día común en el interior del Sol...

Hace mucho calor aquí, ¿quiénes serán esas partículas tan pequeñas? Les preguntaré.



Se acerca tímidamente nuestro amigo y le pregunta a una de aquellas partículas.

Hola, ¿cómo te llamas?



Soy un átomo de helio, me acabo de formar de dos átomos de hidrógeno.



El helio añadió:

Además soy producto de una reacción denominada fusión ¡y tú también lo eres!



Nuestro amigo sorprendido dijo.

¡Pero no somos iguales!

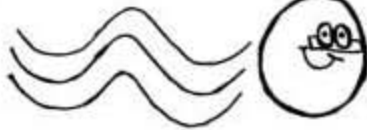


Tienes razón. Yo soy un elemento químico y tú estás por empezar un fabuloso viaje.

En ese momento, nuestro amigo salió rapidísimo hacia el espacio sideral.



¡Esta velocidad es increíble y el movimiento ondulatorio genial!



Hola, soy la atmósfera bienvenido al planeta Tierra.



Gracias, es hermoso este lugar.





ANEXO 5. CÓMIC [PARTE 2]

Autor: Samuel Padilla Trejo

Dibujos: Samantha Martínez Torres

VIAJE A LA SUPERFICIE DE LA TIERRA

Te voy a permitir pasar, excepto por aquella parte tuya. Son rayos UV y podrían dañar a algunos de los seres que viven aquí.

De acuerdo.

Nuestro amiguito asintió y se dio cuenta de que iluminaba la superficie del planeta.

¡Esto se ve padrísimo!

Mientras avanzaba, se encontró con una laguna en Chiapas.

Gracias a ti existe un ciclo que permite que me distribuya y ayude a los seres vivos, ya sea en estado sólido, líquido o gaseoso.

¿En serio? Dime qué puedo hacer.

¡Qué bueno que has llegado! Necesito de ti.

Soy un cafetal, gracias a ti puedo fabricar mi comida mediante la fotosíntesis.

No muy lejos de ahí se encontraba un calentador solar.

Finalmente los humanos.

¡Me alegra que estés aquí! Ahora mis humanos podrán bañarse.

¿Cómo es eso?

Es cierto Andrés, ser ecológicas nos ahorra dinero.

Así es mi Betty, ahora ya no les pagaremos tanto a esos del gas.

¡La neta este recurso natural está bien chido!

Mira, pásate por acá. ¿Ves? Tu y yo podemos calentar el agua para que mis humanos queden bien limpios.

## ANEXO 6. TEXTO PARADIGMÁTICO SOBRE ENERGÍA SOLAR

### Energía solar

La estrella que, por el efecto gravitacional de su masa, domina el sistema planetario que incluye a la Tierra es el Sol. Mediante la radiación de su energía electromagnética, aporta directa o indirectamente toda la energía que mantiene la vida en la Tierra, porque todo el alimento y el combustible proceden en última instancia de las plantas que utilizan la energía de la luz del Sol.

Esta energía radiante es producida en el Sol como resultado de reacciones nucleares de fusión entre átomos de hidrógeno. Resultado de esta reacción es la formación de helio liberando energía que llega a la Tierra, que se propaga de forma ondulatoria a través del espacio en pequeños paquetes de energía llamados **fotones**, que interactúan con la atmósfera y la superficie terrestres.

Además de la luz visible, la energía solar está formada por varios tipos de radiación, como infrarrojo (IR) o rayos ultravioleta (UV). Estos últimos son dañinos para muchos de los seres vivos; en los seres humanos, por ejemplo, puede provocar cáncer en la piel. En la atmósfera se encuentra una capa formada por ozono (O<sub>3</sub>), alótropo del oxígeno, que evita el paso de esta radiación y la devuelve al espacio.

La captación natural de energía solar se produce en la atmósfera, los océanos y las plantas. Las interacciones esta energía con los océanos y la atmósfera, por ejemplo, producen vientos, que han sido utilizados durante siglos para hacer girar molinos. Los sistemas modernos de energía eólica utilizan hélices que, cuando se unen a generadores, producen electricidad para diferentes usos.

Casi el 30% de la energía solar que alcanza el borde exterior de la atmósfera se consume en el ciclo del agua, que produce la lluvia y la energía potencial de las corrientes de montaña y de los ríos. El tipo de energía que generan estas aguas en movimiento al pasar por las turbinas modernas se llama energía hidroeléctrica.

Gracias al proceso de fotosíntesis, la energía solar contribuye al crecimiento de la vida vegetal (biomasa) que, junto con la madera y los combustibles fósiles que desde el punto de vista geológico derivan de plantas antiguas, puede ser utilizada como combustible. Otros combustibles como el alcohol y el metano también pueden extraerse de la biomasa.

La captación directa de energía solar requiere dispositivos artificiales llamados colectores solares, diseñados para recoger energía después de concentrar los rayos del Sol. La energía, una vez recogida, se emplea en procesos térmicos o fotovoltaicos. En los procesos térmicos, la energía solar se utiliza para calentar un gas o un líquido que luego se almacena o se distribuye (por ejemplo agua). En los procesos fotovoltaicos, la energía solar se convierte en energía eléctrica sin ningún dispositivo mecánico intermedio y puede hacer que funcionen los aparatos eléctricos.



## ANEXO 7. CUESTIONARIO RIRC

### Cuestionario RIRC

Nombre: \_\_\_\_\_ Grupo: \_\_\_\_\_

Tipo de lectura:       Texto       Cómico

1. Recuenta lo que leíste con tus propias palabras:

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

2. ¿Qué elemento químico se forma en el interior de Sol?

Hidrógeno                                  Helio                                  Fotón

3. ¿Qué tipo de movimiento efectúa la energía solar al viajar en el espacio?

Rectilíneo                                  Elíptico                                  Ondulatorio

4. ¿Cómo se llama la reacción que forma al nuevo elemento químico en el interior del Sol?

Fisión                                  Fusión                                  Oxidación

5. ¿Por qué la atmósfera impide el paso de los rayos UV?

---

---

---

---

6. ¿Por qué es útil la energía solar para el agua en la Tierra?

---

---

---

---

7. ¿Cuál es la importancia de la energía solar en la fotosíntesis?

---

---

---

---

8. ¿Qué recurso no renovable, de consumo humano, podría ser sustituido por la energía solar?

---

---

---

---

9. Imagina que eres el responsable de proveer de energía a un observatorio que se ubicará en un sitio desértico donde los recursos son limitados. El observatorio se construirá en este sitio ya que prácticamente nunca llueve y el cielo siempre está despejado. Las temperaturas son altas y la intensidad del Sol es bastante. ¿Qué propondrías para alimentar de energía al observatorio y cómo lo sustentarías?

---

---

---

---

---

---

10. Estás en un debate político donde los miembros de un partido abogan por la explotación del carbono, debido a que el petróleo se ha terminado. Sabes que si se utiliza el carbono como recurso para alimentar de energía al planeta el calentamiento global se volvería irreversible. ¿Qué argumentos darías para convencerlos de que la solución está en aprovechar la energía solar?

---

---

---

---

---

---