



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

# **Uso del carbón como eje central en la articulación entre laboratorios virtuales y presenciales para lograr una enseñanza significativa y contextualizada de la Termoquímica**

**JOSÉ DAVID TEJADA CORREA**

Universidad Nacional de Colombia.

Facultad de Ciencias

Medellín, Colombia.

2017

**Uso del carbón como eje central en la articulación entre  
laboratorios virtuales y presenciales para lograr una  
enseñanza significativa y contextualizada de la  
Termoquímica**

Trabajo final presentado como requisito parcial para optar al título de:  
**Magister en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales**

Director

Daniel Barragán, Doctor en Ciencias – Química  
Escuela de Química

Línea de Investigación

Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales

Universidad Nacional de Colombia.

Facultad de Ciencias

Medellín, Colombia.

2017

*Este trabajo está dedicado con mucho cariño a todas esas personas que se sacrificaron conmigo para hacer posible la realización de este proyecto:*

*A mis hijos Erick David y Alison Sofía. Ellos me han dado la fuerza para continuar con este desafío hasta el final.*

*A mi esposa Katerin Violet. Este trabajo no hubiera sido posible sin su amor, cariño, paciencia y colaboración.*

*A mis Padres Humberto y Nelly. Ellos están mucho más felices que yo al ver que este sueño se ha hecho realidad.*

*Y finalmente a Jehová Dios. El creador de todas las cosas. Gracias a Él tuve la suerte de compartir con muchos otros el gran amor que profeso por la educación a través de este trabajo.*

# RESUMEN

El presente trabajo de grado, presenta la estructura y los resultados de la implementación de una estrategia pedagógica que utiliza el carbón, como eje central de la enseñanza de la termoquímica en el nivel escolar de media. Dicha intervención, consta de tres momentos a saber: un trabajo en el aula sobre la energía química contenida en el carbón, su importancia, así como las consecuencias de su extracción. Una práctica de laboratorio virtual sobre el calor y la temperatura, y finalmente un laboratorio presencial, en donde los estudiantes tienen la oportunidad de realizar experimentos con el carbón, que es el principal recurso económico en su lugar de residencia.

Los resultados de esta intervención, se midieron evaluando las competencias de los estudiantes antes y después de la puesta en marcha de la propuesta, arrojando resultados bastante positivos y satisfactorios, con los que se puede concluir que la articulación entre los laboratorios virtuales y presenciales pueden potenciarse mutuamente cuando estos se enmarcan en situaciones propias del contexto de los estudiantes.

**Palabras Clave:** Termoquímica, Carbón, Laboratorios Virtuales, Laboratorios Presenciales, Contextualización.

# ABSTRACT

This paper presents the structure and results of the implementation of a pedagogical strategy that uses coal as the central axis of the teaching of thermochemistry at the school level. This intervention consists of three moments: a work in the classroom on the chemical power contained in coal, its importance as well as its consequences, a virtual laboratory practice about heat and temperature and finally, a face-to-face laboratory where students have the opportunity to experiment directly with coal extracted from mines located in their place of residence.

The results of this intervention were measured by evaluating the students' competences before and after the implementation of the proposal, obtaining very positive and satisfactory results, with which it can be concluded that the articulation between virtual and face-to-face laboratories can reinforce each, when they are framed in situations appropriate to the context of students.

**Keywords:** Thermochemistry, Coal, Virtual Laboratories, Face-to-face Laboratories, Contextualization.

# CONTENIDO

DEDICATORIA.....	X
RESUMEN.....	XI
ABSTRACT.....	XII
LISTA DE FIGURAS. ....	XV
LISTA DE TABLAS. ....	XVI
INTRODUCCIÓN.....	14
<b>1. CAPITULO I. DISEÑO TEÓRICO. ....</b>	<b>15</b>
1.1    Selección y delimitación del tema. ....	15
1.2    Planteamiento del problema. ....	15
1.2.1    Descripción del Problema. ....	15
1.2.2    Formulación de la pregunta. ....	17
1.3    Justificación. ....	17
1.4    Objetivos. ....	19
1.4.1    Objetivo general. ....	19
1.4.2    Objetivos específicos. ....	19
1.5    Marco referencial. ....	19
1.5.1    Antecedentes. ....	19
1.5.2    Referente Teórico. ....	22
1.5.3    Referente Conceptual – Disciplinar. ....	25
1.5.3.1    Fundamentos básicos de Termoquímica que sustentan la propuesta.....	27
1.5.4.    Referente Legal. ....	41
1.5.4.1    Normograma.....	41
1.5.5.    Referente Espacial. ....	42
<b>2. CAPITULO II. DISEÑO METODOLÓGICO: Investigación aplicada.....</b>	<b>44</b>
2.1    Enfoque. ....	44
2.2    Método. ....	44

2.3	Instrumento de recolección y análisis de la información. ....	45
2.4	Población y Muestra. ....	45
2.5	Delimitación y Alcance. ....	46
2.6	Cronograma. ....	46
<b>3.</b>	<b>CAPITULO III. SISTEMATIZACIÓN DE LA INTERVENSIÓN.....</b>	<b>49</b>
3.1	Resultados y Análisis de la Intervención. ....	49
3.1.1	Primera evaluación diagnostica. ....	49
3.1.2	Diseño y Aplicación de la Estrategia. ....	52
3.1.3	Orientación Teórica Semipresencial. ....	53
3.1.4	Segunda Evaluación Diagnóstica. ....	54
3.1.5	Resultados de la Segunda Evaluación Diagnóstica. ....	55
3.1.6	Práctica de Laboratorio Virtual. ....	58
3.1.7	Resultados de la Aplicación del Laboratorio Virtual. ....	59
3.1.8	Práctica de Laboratorio Presencial. ....	62
3.1.9	Resultados de la Práctica de Laboratorio Presencial. ....	65
3.1.10	Resultados de Articular las Prácticas de Laboratorio Virtual y Presencial.....	68
3.2	Conclusiones y Recomendaciones.....	74
3.2.1	Conclusiones. ....	74
3.2.2	Recomendaciones. ....	75
<b>A.</b>	<b>ANEXO: PRIMERA EVALUACIÓN DIAGNÓSTICA. ....</b>	<b>77</b>
<b>B.</b>	<b>ANEXO: ORIENTACIÓN TEÓRICA SEMIPRESENCIAL. ....</b>	<b>81</b>
<b>C.</b>	<b>ANEXO. SEGUNDA EVALUACIÓN DIAGNÓSTICA. ....</b>	<b>94</b>
<b>D.</b>	<b>ANEXO. GUIAS DE LABORATORIO VIRTUAL. ....</b>	<b>98</b>
<b>E.</b>	<b>ANEXO. DESCRIPCIÓN DEL CALORIMETRO ESCOLAR PARA LA COMBUSTIÓN DEL CARBÓN. ....</b>	<b>107</b>
<b>F.</b>	<b>ANEXO. GUIA DE FABRICACIÓN DEL CALORIMETRO PARA LA COMBUSTIÓN DEL CARBÓN.....</b>	<b>110</b>

<b>G. ANEXO. INSTRUCCIONES PARA EL MONTAJE DE LA PRÁCTICA DE LABORATORIO. ....</b>	<b>113</b>
<b>H. ANEXO. GUIAS DE LABORATORIO PRESENCIAL. ....</b>	<b>115</b>
<b>I. ANEXO. PROCEDIMIENTO PARA EL CALCULO DEL MARGEN DE ERROR...</b>	<b>121</b>
<b>J. ANEXO. EVIDENCIAS DEL LABORATORIO PRESENCIAL.....</b>	<b>128</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA. ....</b>	<b>129</b>

## LISTA DE FIGURAS

A. Figura 1.	Esquema abreviado del Calorímetro escolar para la combustión del carbón. ....	27
B. Figura 2.	Esquema abreviado del Calorímetro escolar para la combustión del carbón. ....	34
C. Figura 3.	Imagen del Calorímetro Escolar para Combustión del Carbón...	64
D. Gráfico 1.	Resultados de la prueba diagnóstica por competencias.....	51
E. Gráfico 2.	Resultados de la segunda prueba diagnóstica. ....	57
F. Gráfico 3.	Comparativa entre la primera y segunda prueba diagnóstica.....	58
G. Gráfico 4.	Resultados de la tercera prueba diagnóstica por competencias luego de realizar utilizar los laboratorios virtuales. ....	61
H. Gráfico 5.	Comparativa entre las tres primeras evaluaciones. ....	62
I. Gráfico 6.	Resultados de la cuarta prueba diagnóstica por competencias luego de realizar utilizar el laboratorio presencial. ....	66
J. Gráfico 7.	Comparativa entre las cuatro primeras evaluaciones. ....	67
K. Gráfico 8.	Resultados de la quinta diagnóstica por competencias luego de realizar articular los laboratorios virtuales y presenciales. ....	70
L. Gráfico 9.	Comparativa entre la Primera y Segunda Evaluación diagnóstica frente a la Tercera Evaluación realizada luego de la Articulación de laboratorios virtuales y presenciales. ....	71



M.	Gráfico 10.	Comparativa de todas las evaluaciones realizadas durante la intervención. ....	72
N.	Figura 4.	Captura de Pantalla del Laboratorio Virtual 1. ....	98
O.	Figura 5.	Captura de Pantalla del Laboratorio Virtual 2. ....	99
P.	Figura 6.	Esquema del Calorímetro de Carbón. ....	107
Q.	Figura 7.	Esquema detallado del Calorímetro de Carbón. ....	108
R.	Figura 8.	Vista Superior del Calorímetro abierto. ....	109
S.	Figura 9.	Calorímetro cerrado. ....	109
T.	Figura 10.	Lata para la cámara de combustión. ....	110
U.	Figura 11.	Lata para Almacenamiento de Agua. ....	110
V.	Figura 12.	Imagen de las dos latas unidas. ....	111
V.	Figura 13.	Ilustración de la tapa del calorímetro. ....	112
W.	Figura 14.	Acoplamiento de las latas en el material aislante. ....	112
X.	Figura 15.	Calorímetro terminado y rotulado. ....	112
Y.	Figura 16.	Instalación del ventilador. ....	113
Z.	Figura 17.	Instalación del Calorímetro en el montaje. ....	114
AA.	Figura 18.	Imagen del montaje terminado. ....	114
BB.	Figura 19.	Estudiantes en el laboratorio usando el calorímetro escolar para la combustión del carbón. ....	128

## LISTA DE TABLAS

A.	Tabla 1.	Clasificación de las preguntas de la evaluación diagnóstica según la competencia.....	49
B.	Tabla 2.	Resultado de las preguntas interpretativas en la evaluación diagnóstica .....	50
C.	Tabla 3.	Resultado de las preguntas argumentativas en la evaluación diagnóstica .....	50

D.	Tabla 4.	Resultado de las preguntas propositivas en la evaluación diagnóstica .....	50
E.	Tabla 5.	Organización de los grupos.....	52
F.	Tabla 6.	Clasificación de las preguntas por competencias de la segunda evaluación diagnóstica. ....	55
G.	Tabla 7.	Resultados de las preguntas interpretativas en la segunda evaluación diagnóstica. ....	56
H.	Tabla 8.	Resultados de las preguntas argumentativas en la segunda evaluación diagnóstica .....	56
I.	Tabla 9.	Resultados de las preguntas propositivas en la segunda evaluación diagnóstica.....	56
J.	Tabla 10.	Resultados de las preguntas interpretativas en la tercera evaluación diagnóstica. ....	60
K.	Tabla 11.	Resultados de las preguntas argumentativas en la tercera evaluación diagnóstica. ....	60
L.	Tabla 12.	Resultados de las preguntas propositivas en la tercera evaluación diagnóstica. ....	60
M.	Tabla 13.	Resultados de las preguntas interpretativas en la cuarta evaluación diagnóstica .....	65
N.	Tabla 14.	Resultados de las preguntas argumentativas en la cuarta evaluación diagnóstica.....	65
O.	Tabla 15.	Resultados de las preguntas propositivas en la cuarta evaluación diagnóstica .....	66
P.	Tabla 16.	Resultados de las preguntas interpretativas en la quinta evaluación diagnóstica .....	69
Q.	Tabla 17.	Resultados de las preguntas argumentativas en la quinta evaluación diagnóstica .....	69
R.	Tabla 18.	Resultados de las preguntas propositivas en la quinta evaluación diagnóstica. ....	69

# Introducción

El presente trabajo presenta la estructura, ejecución y evaluación de una propuesta para la enseñanza significativa y contextualizada de la termoquímica. Dicha propuesta toma el carbón como eje principal en la articulación entre las prácticas de laboratorio remoto o virtual y las tradicionales prácticas presenciales de laboratorio escolar.

La organización de este trabajo incluye los aspectos preliminares, los cuales describen los motivos y justificaciones que dan origen a la presente propuesta. Se incluye también un marco referencial, donde se desglosan los pormenores necesarios para el estudio de la termoquímica, junto a las teorías pedagógicas sobre las cuales se apoya este trabajo. Posteriormente, se presenta el diseño metodológico, en el que se hace una descripción detallada del plan de acción utilizado para llevar a cabo la intervención, así como los resultados obtenidos en la misma. Finalmente, se exponen las conclusiones y recomendaciones, junto a los anexos y evidencias de todo el proceso.

El presente trabajo, pretende ofrecer a la comunidad de educadores de química, una propuesta clara, sólida y estructurada que contribuya a la formación integral de estudiantes, no sólo en el estudio de la termoquímica, sino también en el fortalecimiento de su espíritu científico, crítico y social aplicado al entorno donde se encuentren.

# **1.CAPITULO I. DISEÑO TEÓRICO**

## **1.1. Selección y delimitación del tema.**

El presente trabajo toma como punto de partida una situación actual referente a la química como asignatura del colegio, la cual en opinión de diferentes autores no logra tener un impacto significativo en la vida los estudiantes (Garriz, 2010). Esto debido a que el proceso de enseñanza-aprendizaje se ha enfocado principalmente en transmitir teorías, principios, sistemas de nomenclatura, así como la resolución de ejercicios hipotéticos que tienen poca o ninguna contextualización con la realidad en la que se encuentran inmersos los jóvenes estudiantes.

Ahora bien, para darle un giro a esta situación la enseñanza de la química podría redirigirse al estudio de situaciones o problemas más cercanos al estudiante, con lo cual se estimularía la participación activa de los alumnos, a la vez que se facilitaría la formación integral mediante el aprendizaje contextualizado y se generaría una verdadera motivación por el aprendizaje de las ciencias naturales y en particular por el estudio de la química.

Lo anterior es una breve motivación para presentar el objetivo principal de la presente investigación, el cual tiene que ver con la construcción de una propuesta didáctica que se enfoque en el estudio de la termoquímica dentro del contexto social, cultural y laboral de la I.E. San Fernando ubicado en el municipio de Amagá.

Esta temática es pertinente para esta comunidad educativa, debido a que en el municipio de Amagá la extracción de carbón es la principal fuente de ingresos para sus habitantes, donde el principal uso que se le da a este material es el de recurso energético y calorífico en los distintos procesos industriales de la región.

## **1.2. Planteamiento del problema.**

### **1.2.1. Descripción del Problema.**

La enseñanza de la termodinámica química en las instituciones educativas de secundaria suele ser escasa, superficial y en el mejor de los casos, enfocada a la resolución memorística de expresiones matemáticas. Entre las razones que explican este fenómeno se encuentra la complejidad del concepto de energía especialmente cuando se enmarca dentro de la termoquímica. Comprender, explicar y aplicar el concepto de energía en general, y en especial la energía química, encierra un particular grado de dificultad no sólo para los estudiantes, sino para los mismos docentes (Núñez, 2005).

En segundo lugar, se ha comprobado que el correcto aprendizaje de la termoquímica exige, que conceptos como la ley de la conservación de la materia, los conceptos de calor y temperatura, ley de conservación de la energía, entre otros relacionados, hayan sido comprendidos con claridad por los estudiantes en cursos anteriores de Química (Michinel, 1994). Finalmente, es importante mencionar que no es tarea fácil diseñar prácticas de laboratorio adecuadas del tema de termoquímica para el nivel escolar, en particular si se pretende que estas ilustren claramente los aspectos teóricos de la termoquímica, de forma segura y ajustada al contexto de los estudiantes.

Adicional a esto, se ha hecho frecuente el uso de estrategias didácticas que simplifican excesivamente los conocimientos (Chevallard, 1997). Esto con la intención de facilitar la asimilación de conceptos aparentemente difíciles de explicar y comprender. Sin embargo, estas estrategias han provocado –de forma involuntaria– varios errores conceptuales que, si bien, dan la impresión de reducir el grado de dificultad para los estudiantes, en realidad crean profundas confusiones frente al verdadero significado de términos como energía, entalpía, calor y trabajo; algunas de estas son ver la temperatura como el grado de calor o la entropía como el grado de desorden de un sistema (Michinel, 1993).

Por otra parte, resulta paradójico que los estudiantes tengan una idea casi natural y empírica sobre lo que es la energía, observándola en casi todas las actividades humanas, y sin embargo, estos conocimientos previos pueden llegar a ser perjudiciales para la comprensión de lo que realmente es el concepto. Esto debido a que existen muchas ideas no científicas de carácter cotidiano, completamente erróneas, pero al estar ampliamente difundidas se han asociado al concepto de energía. Por ejemplo, ver la energía como la capacidad para hacer algo o entenderla como una fuerza explosiva.

Pese a lo anterior, los conocimientos previos no deben desecharse o desaprovecharse en su totalidad. Ya que, si se logra construir un “*puente*” didáctico efectivo entre los conocimientos empíricos e intuitivos de los estudiantes y los conocimientos científicos formales, se pueden obtener muchos más beneficios que perjuicios de estos conocimientos previos. De esta forma los saberes previos se convertirían en el punto de partida para la construcción de nuevos saberes y el desarrollo simultáneo de competencias científicas (Barral, 1993).

Lo anterior nos da una idea de la dificultad inherente a la enseñanza del concepto de energía basándose en el aprendizaje significativo. De acuerdo con los postulados de David Ausubel, el aprendizaje significativo es aquel que parte de los conocimientos previos de los estudiantes (Ausubel, 1983). Desafortunadamente,

cuando se estudia el concepto de energía resulta inevitable que los conocimientos previos o intuitivos de los estudiantes choquen con los conceptos teóricos existentes.

Para que el conflicto entre saberes previos y teóricos sea lo menos traumático posible, se recomienda la realización de conversatorios y charlas grupales sobre estas contradicciones al inicio del curso de termoquímica. Así, resulta evidente que el papel del maestro es determinante y decisivo. En sus manos está la posibilidad de facilitar la comprensión y aplicación de los saberes relacionados con la energía o, por el contrario, incrementar su dificultad.

Esto hace que la búsqueda de nuevas herramientas didácticas por parte de los docentes de química sea un asunto de importante prioridad. Especialmente si se tiene en cuenta que el enfoque actual de las pruebas externas, como la prueba PISA, ha dejado a un lado la evaluación de contenidos, enfocándose en el reconocimiento y valoración de destrezas adquiridas por los estudiantes, así como en la aplicación de dichas destrezas en situaciones reales y propias de su contexto.

### **1.2.2. Formulación de la pregunta.**

A partir de todo lo anterior, el presente trabajo busca dar una respuesta satisfactoria a la siguiente pregunta:

*“¿Cómo puede utilizarse el carbón como eje central en la articulación entre laboratorios virtuales y presenciales para lograr una enseñanza significativa y contextualizada de la Termoquímica?”*

### **1.3. Justificación.**

La mejor forma de enseñar química, o cualquier otra asignatura, es mostrando a los estudiantes las aplicaciones y beneficios de los conocimientos. Aunque la afirmación anterior puede resultar bastante obvia, lo cierto es que los cursos escolares de química emplean la mayor parte del tiempo a la presentación de los aspectos teóricos que son “invisibles” para los estudiantes; tales como átomos, moléculas, enlaces químicos y cuestiones de nomenclatura que no solamente agotan a los estudiantes, sino que oscurecen la importancia y trascendencia que la química tiene en casi todos los aspectos de la vida.

Respecto a lo anterior, la termodinámica química o termoquímica es una temática que logra reunir y utilizar un amplio conjunto de conceptos teóricos de la química, logrando canalizarlos hacia un objetivo práctico, tangible e interesante, como lo es la conversión en calor y trabajo de la energía contenida en las moléculas de un

cuerpo. No obstante, pese al enorme poder que la termodinámica puede tener a la hora de despertar el interés de los estudiantes hacia las ciencias aplicadas, la termodinámica química pocas veces se alcanza a abordar con claridad antes de terminar el grado once. Adicionalmente hay que tener en consideración que el municipio de Amagá en Antioquia cuenta con numerosas minas de carbón, que son el principal motor de la economía del municipio. El carbón extraído es utilizado principalmente como combustible en los procesos industriales de distintas empresas locales y regionales.

Todos estos factores mencionados anteriormente impulsaron la búsqueda de una estrategia didáctica eficiente, capaz de conseguir una enseñanza significativa de la termoquímica que despertara el interés, la curiosidad y la creatividad de los estudiantes. Todo esto, aprovechando el valioso contexto en el que se encuentran los estudiantes de la I.E San Fernando de Amagá. Así, se consideró finalmente diseñar una articulación de tres ejes que incluyera un curso de termoquímica semipresencial, unido a un conjunto de prácticas de laboratorio virtual y presencial que giraran en torno al estudio del carbón.

Entre los beneficios que esta articulación puede brindar a los estudiantes se destacan las siguientes: la reactivación del interés de los estudiantes hacia la ciencia y el estudio en general, el incremento en los índices de calidad académica en el área de ciencias naturales y la promoción de estudiantes capaces de aplicar conceptos termodinámicos en la vida cotidiana. Todo esto esperamos que se vea reflejado en los resultados de las evaluaciones de ingreso a la educación superior y en las pruebas externas como la prueba PISA o la prueba Saber 11.

## **1.4. Objetivos.**

### **1.4.1. Objetivo general.**

Usar el carbón como eje articulador entre laboratorios virtuales y presenciales en la búsqueda de una enseñanza significativa y contextualizada de la termoquímica en la Institución Educativa San Fernando de Amagá.

### **1.4.2. Objetivos específicos.**

- Determinar los conocimientos previos de los estudiantes del grado 11° de la institución educativa sobre el concepto de energía en general y la energía en química.
- Desarrollar una estrategia didáctica que vincule las herramientas informáticas y los laboratorios presenciales entorno al carbón mineral, para ser utilizada en la enseñanza de los fundamentos de la termoquímica
- Implementar la estrategia didáctica basada en la articulación de la herramienta de laboratorio virtual y presencial, en el curso de química del grado once de la institución San Fernando del municipio de Amagá.
- Evaluar los impactos de la implementación de la estrategia en la Institución Educativa San Fernando de Amagá.

## **1.5. Marco referencial**

### **1.5.1. Antecedentes.**

Diversos documentos de investigación docente han abordado algunas de las principales problemáticas que convergen en la enseñanza actual de la química: el correcto aprovechamiento de las herramientas tecnológicas actuales en los cursos de química, la búsqueda de buenas prácticas de laboratorio y la exploración de estrategias que logren facilitar el aprendizaje de conceptos como el calor, el trabajo y la energía, a nivel de secundaria y media.

Respecto a la aplicación de las nuevas tecnologías en la enseñanza de la química, es evidente que, con la aparición de los computadores portátiles, las tabletas, los teléfonos móviles y los laboratorios virtuales online, resulta muy tentador incorporar todas estas herramientas en la enseñanza de la química. Estas tecnologías de la información facilitan el acercamiento de los estudiantes a fenómenos y conceptos científicos difíciles de observar en los tradicionales laboratorios escolares de



secundaria y media. Además, estas herramientas tecnológicas ofrecen la posibilidad de realizar prácticas de laboratorio a muy bajo costo, con la ventaja adicional de poder repetirse las veces que el estudiante requiera para apropiarse correctamente de los conceptos estudiados (Cabero, 2007).

Entre los principales aportes que las TIC pueden ofrecer a la enseñanza de la química, se destaca la facilidad de disponer de entornos de aprendizaje agradables e intuitivos. Estos entornos no se ven limitados por la ausencia o escases de instrumentos, equipos o reactivos. Situación bastante frecuente en los laboratorios escolares de las instituciones educativas de carácter público. Además, la incorporación eficaz de herramientas tecnológicas a la educación favorece el autoaprendizaje, el aprendizaje independiente, así como los aprendizajes colaborativo y cooperativo.

Sin embargo, es prudente advertir que estas nuevas tecnologías no deberían reemplazar las prácticas de laboratorio reales o presenciales, donde el estudiante puede desarrollar competencias y destrezas esenciales como el manejo de equipos e instrumentos, vivenciar de primera mano la ocurrencia de fenómenos discrepantes que desafían su sentido común y ponen a prueba su capacidad para establecer hipótesis y verificarlas posteriormente (Friedl, 2005). De hecho, pese a la atracción innata de los jóvenes hacia las tecnologías, el internet y los dispositivos móviles, se ha demostrado que los estudiantes manifiestan mayor motivación y emoción, cuando tienen la oportunidad de hacer por sí mismos experimentos en situaciones reales de laboratorio (Lugo, 2006).

Por lo tanto, es razonable preguntarse: ¿Existe alguna estrategia didáctica que permita aprovechar las ventajas de las nuevas tecnologías y que, al mismo tiempo, favorezca y potencialice las prácticas realizadas en los laboratorios presenciales de nuestras instituciones educativas? ¿Puede contribuir una estrategia conjunta, de laboratorios virtuales y reales, a una enseñanza significativa de la termodinámica química?

Esta última pregunta es de vital importancia, ya que la enseñanza de la termodinámica en la secundaria ha sido vista por estudiantes y docentes, como una temática engorrosa, con conceptos tediosos y difíciles de comprender. Respecto a esto, las investigaciones realizadas por Barragán y Bazúa (2004), ofrecen algunos elementos que permiten analizar las problemáticas y dificultades que la enseñanza de la termodinámica conlleva.

Entre los principales factores asociados a la dificultad de enseñar termodinámica aparece la amplia variedad y extensión de las temáticas que deben abordarse. A esto debe agregarse el excesivo direccionamiento de los cursos de termodinámica hacia la resolución de problemas y situaciones de tipo matemático. Si bien, estos

ejercicios permiten obtener una respuesta numérica concreta, con frecuencia desvían la atención del estudiante de lo que realmente pretende el estudio de la termodinámica.

Respecto a esto, Barragán y Bazúa en 2004 advierten que una correcta concatenación de conceptos, organizados de forma gradual y coherente, resulta imprescindible para que un curso de termodinámica tenga éxito. Esta organización estratégica de conceptos facilita al estudiante el proceso de estructuración y articulación de su pensamiento científico, en relación al concepto de energía.

Aunque la concatenación estratégica de las temáticas es muy importante para estos dos autores, ambos reconocen que la incorporación de herramientas tecnológicas y computacionales puede ser muy provechosa para la enseñanza de la termodinámica. Esto, debido a que estas herramientas pueden no sólo facilitar el proceso de resolución de ecuaciones, sino redireccionar la atención de los estudiantes hacia el análisis de resultados y la búsqueda de una mejor comprensión de la energética de los procesos.

Por otra parte, en el estudio realizado por Avalis y Nosedá (2008), se hace un particular énfasis en la conveniencia de utilizar situaciones familiares al alumno. De esta manera, destacan el valor de la contextualización en la enseñanza de la química a nivel de secundaria ya que esto permite a los estudiantes interpretar la realidad en la que se encuentran inmersos. Respecto a esto, cabe añadir que en el trabajo realizado por García y Rentería (2013), se considera la resolución de problemas *no cuantitativos* y de *modelación* del entorno, como una manera efectiva de afrontar las dificultades en la enseñanza de la termodinámica. Esta estrategia ayuda efectivamente al estudiante a establecer relaciones entre los aspectos teóricos y los fenómenos propiamente dichos, sin la necesidad utilizar complicadas expresiones matemáticas.

De acuerdo con esto, la resolución de problemas *cualitativos* evita que los estudiantes se enfoquen demasiado a la resolución de ecuaciones y algoritmos matemáticos, direccionándolos más hacia el cuestionamiento, la construcción de hipótesis y al análisis de los conceptos vistos en clase. Algunos de los problemas cualitativos empleados por García y Rentería en su trabajo contienen preguntas y situaciones didácticas como las siguientes:

*“¿Cuál es la incidencia del calor específico de la superficie del suelo en la formación de vientos y corrientes de aire en las zonas costeras? Si una niña que vive en el municipio de Nuquí, a orillas del Pacífico, desea aprovechar los vientos propios de las zonas costeras para generar energía eléctrica, ¿qué características deberían tener la superficie del suelo para que se produzcan las corrientes de aire que ella necesita? Tomando como puntos*

*de referencia las costas y el mar, ¿en qué dirección soplan las corrientes de aire en las noches y en qué dirección sopla de día? ¿Por qué crees que el viento se comporta de esta manera? Planea y diseña un experimento que permita explicar la generación de corrientes de aire apoyado en el valor del calor específico de los materiales”.*

Los resultados obtenidos con la aplicación de esta interesante propuesta, basada en la resolución de problemas reales, que son familiares para el estudiante y de carácter *cualitativo*, resultaron ser bastante buenos en comparación las estrategias tradicionales basadas en la metodología expositiva y de enfoque *cuantitativo*.

A partir de todo lo anterior resulta evidente que, si bien, algunos autores han analizado las problemáticas en la enseñanza de la termodinámica química en contexto, pocos han intentado enfrentar el problema utilizando laboratorios virtuales y presenciales simultáneamente, lo cual hace interesante la articulación planteada en la presente propuesta.

### **1.5.2. Referente Teórico.**

Este trabajo se sustenta básicamente en cuatro teorías pedagógicas a saber: el aprendizaje situado, el aprendizaje por descubrimiento, el aprendizaje significativo, y el aprendizaje mezclado. Cada una de estas teorías posee distintos aspectos particulares que benefician y enriquecen la enseñanza de la química de nuestros tiempos. Sin embargo, pese a que estas teorías se mencionan con relativa frecuencia en los entornos educativos y pedagógicos actuales aún siguen siendo escasa su aplicación real y tangible en las aulas de clase de nuestras instituciones educativas (De Zubiría, 2013).

La enseñanza situada es una teoría pedagógica que ha sido estructurada por Frida Díaz Barriaga (Díaz F, 2006), en la cual se entiende el aprendizaje como un proceso multidimensional, en donde la cultura y el entorno que rodean el proceso formativo juegan un papel determinante y decisivo. En la enseñanza situada se reconoce que el contexto y la cultura moldean los intereses, preocupaciones y problemáticas de los estudiantes. Cuando el entorno, la cultura y la enseñanza se articulan de forma eficiente, es posible que el estudiante aprenda verdaderas competencias, involucrando el pensamiento, los sentimientos y la acción (Baquero, 2002).

Así, el aprendizaje o enseñanza situada es una corriente pedagógica que defiende y promueve la importancia de enseñar de acuerdo a las necesidades, situaciones y problemáticas en las que se encuentran inmersos tanto el estudiante como la escuela (Díaz, 2006).

De acuerdo con estos principios, los conocimientos o saberes que se incorporan de forma permanente a la vida del estudiante son aquellos que han sido producidos, aprendidos y aplicados por los individuos en situaciones inherentes a éste. De hecho, puede afirmarse en base a esta teoría que todo conocimiento está inevitablemente unido al contexto o entorno en el que ese conocimiento se construyó y fue aplicado. En otras palabras, la enseñanza situada propone que todo proceso educativo y formativo debe tener presente las situaciones en donde el estudiante ha recreado o recreará los conocimientos, saberes y competencias que adquiere en la escuela.

Cabe mencionar que la enseñanza situada está estrechamente ligada a otras teorías pedagógicas como la enseñanza basada en problemas y el aprendizaje significativo. En especial cuando el proceso de enseñanza toma problemas y situaciones que el estudiante ya ha observado o vivido previamente en la interacción permanente con su entorno. En esa misma línea el aprendizaje significativo (Ausubel, 1983), subraya la importancia de la correcta interacción y concatenación entre el nuevo conocimiento y el previo, advirtiendo que este proceso no puede ser arbitrario ni puede dejarse al azar de las circunstancias que rodeen al estudiante. Es por esto que el maestro juega un papel trascendental, al favorecer el correcto acoplamiento entre lo que el estudiante ya sabe y lo que está a punto de aprender. Para esto es vital que el maestro conozca de primera mano el contexto, el entorno y los saberes previos que ya poseen sus estudiantes, antes de iniciar su proceso de enseñanza (Moreira, 2000).

De acuerdo a estas concepciones, el conocimiento previo se convierte en la variable que más influye en el aprendizaje. El aprendizaje significativo defiende la idea de que todo aprendizaje va ligado a lo que ya se ha aprendido previamente. Por lo tanto, si un maestro desea que sus estudiantes alcancen aprendizajes significativos, es necesario que indague cuáles son los conocimientos y saberes previos de sus alumnos, antes de planificar las estrategias a utilizar en el proceso de enseñanza (Ausubel 1983). De esta manera se pretende que el estudiante haga hipótesis y busque soluciones, basándose en sus experiencias y conocimientos previos. Así logrará que en su estructura mental aparezcan nuevas preguntas e hipótesis. Por supuesto, las teorías y conceptos científicos formales llegarán posteriormente ayudando a confirmar o descartar las hipótesis iniciales, consolidando así, una estructura de conocimiento sólida en la mente del estudiante.

Ahora bien, en la misma línea se encuentra el aprendizaje por descubrimiento propuesto en la década de 1960 por el psicólogo estadounidense Jerome Bruner, cuyo fundamento se enriquece de los principios constructivistas. Esta teoría defiende que el estudiante debe ser el protagonista de su propio proceso de aprendizaje, con lo cual podrá apropiarse conocimientos, saberes y competencias

por sí mismo (Bruner, 1984). El aprendizaje por descubrimiento puede aportar mucho a la enseñanza de la química, en especial porque la experimentación va estrechamente ligada al descubrimiento. De este modo el estudiante suele asombrarse e impactarse con fenómenos inicialmente desconocidos para él. Aunque este descubrimiento se realice en un escenario preparado intencionalmente por el docente, es el mismo estudiante quien llega a las conclusiones finales mediante esa experimentación orientada.

El uso de estos principios en la enseñanza de la química evita que el docente caiga en la frecuente costumbre de utilizar los tradicionales manuales de experimentos, con instrucciones paso a paso, que el estudiante debe seguir sin cuestionar, para llegar a los resultados ya anunciados desde el principio (Gallet, 1998).

En cambio, cuando se favorece el aprendizaje por descubrimiento en cada experimento de laboratorio el estudiante hará una discusión activa de los fenómenos. Ambos, maestro y estudiante, buscarán una explicación basada en los conceptos ya aprendidos en las clases o experimentos anteriores, así como en los saberes previos del estudiante (Obaya, 2003). Dentro de este marco constructivista, el uso de las actuales herramientas tecnológicas podría ser apoyo valioso para la enseñanza efectiva y contextualizada de la termodinámica.

En estos momentos vale la pena considerar todas las facilidades disponibles para acceder a distintos laboratorios virtuales de química de acceso gratuito. Además, los gastos de mantenimiento en los laboratorios presenciales pueden reducirse y optimizarse considerablemente gracias a estas herramientas virtuales (Calvo, 2009). Adicionalmente los laboratorios virtuales pueden incrementar la dedicación del estudiante, fortaleciendo su disciplina y responsabilidad frente a su proceso de formación (Zamora, 2012).

El aprendizaje mezclado (o Blended Learning) es precisamente un modelo de enseñanza que combina los beneficios de enseñanza presencial, con la tecnología actual que facilita la educación no presencial (Coaten, 2003). Sin embargo, este modelo no es nuevo. Décadas atrás se ha estado combinando las tradicionales clases magistrales con orientaciones virtuales que aprovechan las ventajas de las grabaciones de audio y video. En el aprendizaje mezclado los estudiantes interactúan en una plataforma virtual donde desarrollan distintas actividades, discuten resultados a través de foros, comparten inquietudes, preguntas y soluciones como parte de su trabajo en equipo y colaborativo (Marsh, 2003).

Aunque el aprendizaje mezclado es una teoría que facilita la educación a distancia, enfocada principalmente a la educación superior, en el presente trabajo se ha direccionado de tal forma que resulte ser un complemento de las clases presenciales de secundaria y media.

Luego de presentar las consideraciones anteriores resulta fácil comprender el soporte teórico este trabajo:

El aprendizaje situado nos permitirá tomar las situaciones reales en las que se encuentra el estudiante, y a partir de allí construir el conocimiento de la energía química, el calor y la temperatura.

El aprendizaje significativo exhorta a que el diseño de las actividades y experimentos de laboratorio, tenga en cuenta el contexto y los saberes previos de los estudiantes. Es importante que las prácticas de laboratorio tengan estrecha relación con las problemáticas en las que se encuentran inmersos los estudiantes, lo que les permitirá percibir claramente la aplicación e importancia de lo que aprenden en sus vidas cotidianas.

Por otra parte, el aprendizaje por descubrimiento fomenta el aprendizaje de la química a través de experimentos reales y tangibles, en donde los estudiantes deducen, mediante razonamientos propios, las razones que explican dichos fenómenos. En este caso el maestro hará un papel de orientador o guía para que el estudiante llegue a las conclusiones correctas por sí solo. Los laboratorios de química presenciales deben tener esta concepción para fomentar el verdadero espíritu científico en los estudiantes.

Y finalmente, el aprendizaje mezclado incentiva al estudiante para que mediante el uso de plataformas online, complemente sus clases presenciales mediante prácticas de laboratorio virtual. Así, profundiza y complementa los experimentos realizados en el laboratorio escolar al observar aspectos de la termodinámica difíciles de reproducir o visualizar en típicos entornos escolares de secundaria.

Apoyado es estos cuatro pilares teóricos, se construirá una articulación contextualizada entre el laboratorio virtual y presencial, con el fin de facilitar y potencializar la enseñanza de la termodinámica química.

### **1.5.3. Referente Conceptual – Disciplinar.**

El estudio de la termoquímica posee una especial importancia dentro de los procesos de enseñanza de las ciencias naturales. Una de las razones de dicha importancia es que permite comprender con claridad la estrecha relación existente entre materia y energía, y entre trabajo y calor.

Si esto se analiza dentro del contexto energético actual, se hará evidente el beneficio que el estudio de la termoquímica puede brindar a los estudiantes de secundaria y media. Por ejemplo, el estudio de la termoquímica ofrece a los

estudiantes la oportunidad de entender, opinar y tomar decisiones frente al origen, transporte y posibles usos de la energía en su propio entorno. Ante la creciente necesidad mundial de energías limpias, renovables y amigables con el medio ambiente, el estudio de la termodinámica trasciende del aula de clase, llegando al punto de afectar las decisiones que los estudiantes harán respecto al uso que ellos harán de la energía en sus hogares, vehículos y lugares de trabajo.

Adicionalmente, el estudio de la termodinámica química aglutina una diversidad de conceptos previos de gran importancia tales como: la naturaleza del carbono, el enlace químico, la temperatura, la presión, el volumen, la estequiometría, la calorimetría, la energía interna y el calor. Todos estos conceptos confluyen y se enmarcan dentro de un mismo objetivo: obtener y aprovechar la energía contenida en las moléculas de una sustancia.

Esta agrupación estratégica de conceptos permite que la adquisición de estas competencias deje de hacerse por separado. Terminando así ese terrible almacenamiento de conocimientos de forma desarticulada e inerte en la mente de los estudiantes. Además, el estudio de la termodinámica posee una enorme posibilidad de transversalidad con los cursos de física, con los cuales es posible analizar la transformación de esta energía química en fuerza, potencia y movimiento. Ambas asignaturas podrían beneficiarse y complementarse gracias al estudio de la termodinámica, ampliando a un más la aplicación y comprensión del estudiante sobre los temas y conceptos que se estudian en clase.

Efectivamente, el concepto de energía es un concepto completamente transversal a todo el currículo, incluyendo las ciencias ambientales, sociales, económicas, tecnológicas, físicas e incluso las matemáticas, ya que todas utilizan de forma directa o indirecta el concepto de energía dentro de sus contenidos. Por lo tanto, no debería suponerse que sólo aquellos estudiantes que posteriormente decidan hacer carreras de educación superior, relacionadas con ingeniería, serán los únicos beneficiados del estudio de la termodinámica en secundaria. En realidad, todos y cada uno de los alumnos, independientemente del grado de educación que opten por adquirir al terminar la secundaria, verán los beneficios reales y tangibles del estudio de la termodinámica.

En la actualidad se siguen utilizando ampliamente combustibles fósiles entre los que destacan el petróleo, el carbón y el gas natural como las 3 principales fuentes de energía a nivel mundial, debido a su abundancia, disponibilidad y bajo precio (UPME, 2010). Ante esta realidad es vital que nuestros estudiantes comprendan que, si bien estos recursos no renovables generan importantes ingresos para el país y para sus familias, en la actualidad hay un esfuerzo mundial por la sustitución de estas fuentes tradicionales de energía, por otras más amigables con el medio ambiente que permitan reducir los impactos del actual calentamiento global.

Finalmente, el estudio de la termodinámica facilita la formación de estudiantes con verdadera vocación científica y profesional. Además, resulta esencial para la formación de ciudadanos informados, críticos, capaces de interactuar con el medio ambiente y que sean aptos para reconocer el origen y las consecuencias de fenómenos actuales como: la dependencia del petróleo, la contaminación y el calentamiento global.

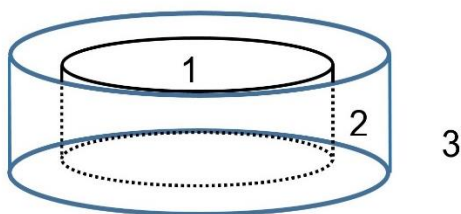
### 1.5.3.1. Fundamentos básicos de termoquímica que sustentan la propuesta.

#### Sistemas.

Para hacer un estudio apropiado de la energía y sus transformaciones es conveniente limitar el espacio de estudio, dividiéndolo en partes o regiones claramente definidas. La primera porción del espacio que nos concierne, es aquella donde ocurre el fenómeno o reacción que se está estudiando concretamente. Ya sea éste un vaso de precipitados o un Erlenmeyer. El lugar (o recipiente) donde se encuentra la mezcla de reactivos y ocurre la reacción química propiamente dicha recibirá el nombre de *sistema*.

La segunda porción del espacio que tiene especial interés, es aquella que se encuentra justo alrededor del sistema. Este recibirá en nombre de *entorno*. Ahora bien, el conjunto conformado por el *sistema* y el *entorno* recibe el nombre de *universo*.

Para ilustrarlo mejor, un calorímetro escolar para la combustión de carbón (véase Anexo E) puede ser bastante útil para comprender las tres definiciones anteriores. En dicho calorímetro (véase figura 1) la cámara de combustión (1) sería el sistema, mientras que la cavidad circundante con agua (2) sería en entorno, y el conjunto que considera los dos anteriores (3) sería nuestro universo. A este respecto, es importante señalar que un sistema puede ser un aislado, cerrado o abierto.



**Figura 1.** Esquema abreviado del calorímetro escolar para el estudio de la combustión del carbón.



Un *sistema* se considera *aislado*, cuando no tiene contacto alguno con el entorno. Para lograr dicha condición, el sistema debe estar rodeado de paredes hechas con materiales aislantes y sellados. En los *sistemas aislados* no hay intercambio de materia o energía con el entorno. Un ejemplo muy cercano a los sistemas aislados sería un termo sellado para almacenar bebidas calientes. Allí la bebida se encuentra aislada del entorno gracias a las paredes herméticas y aislantes del termo. En la práctica un sistema aislado es una idealización no realizable.

Por otra parte, en los *sistemas cerrados*, si bien se mantiene invariable la cantidad la materia en su interior, estos sí intercambian energía con el entorno. Ya sea porque entregan energía al entorno o viceversa, tal como ocurre en las bolsas de hielo usadas por los deportistas para aliviar sus lesiones. En este caso el sistema (hielo dentro de la bolsa) ganará o recibirá energía proveniente del entorno (cuerpo del deportista). No obstante, al terminar el proceso, la masa de hielo –ya convertida en agua líquida– se mantendrá invariable al interior del sistema.

A diferencia de los dos anteriores, los *sistemas abiertos* son aquellos que intercambian libremente materia como energía con su entorno. Estos sistemas tienen un especial interés es esta propuesta ya que son los sistemas más habituales y frecuentes en la vida diaria. Además, para el estudio de la combustión del carbón mineral, dicha reacción se enmarca dentro de los sistemas abiertos (Atkins, 2005). Durante el proceso de combustión, el sistema intercambia de manera continua tanto energía como materia con el entorno: los gases de combustión se liberan al ambiente a medida que el carbón se quema.

## **Energía**

Definir el concepto de energía a los jóvenes estudiantes de secundaria (de forma clara, sencilla y precisa) puede parecer en principio una tarea difícil, ya que la energía es básicamente un concepto *abstracto* de difícil definición. A la energía no se le puede palpar, pesar, ni ver directamente; a la energía se le identifica y reconoce principalmente por los cambios que produce en los sistemas (Chang, 1998).

Frente a esta dificultad, el premio nobel de física Richard Feynman ya había advertido:

*“Es importante darse cuenta de que en la física actual no sabemos lo que es la energía. (...) Sin embargo, hay fórmulas para calcular cierta cantidad numérica y*

*cuando las sumamos todas siempre encontramos el mismo número*". (Feynman, 1987)

El motivo de estas afirmaciones es que la energía se manifiesta de muchas formas diferentes, difíciles de agrupar en una sola definición formal. De hecho, la tradicional definición de energía encontrada en los libros de texto escolares: "*La energía es la capacidad de realizar trabajo*", ha sido ampliamente analizada y rebatida a tal punto que varios autores han sugerido evitar su empleo en los cursos de química o física de secundaria o de educación superior (Lehrman, 1973; Hierrezuelo, 1988).

A raíz de estas circunstancias se ha hecho frecuente el prescindir de una definición formal de lo que es la energía y en su lugar, se ha preferido el uso de analogías y ejemplos de las diversas manifestaciones de la energía, con lo cual se espera que el estudiante asimile por sí mismo lo que encierra el concepto de energía sin que para ello requiera una definición formal.

No sorprende entonces que para intentar ilustrar y explicar lo que es la energía, se acostumbre iniciar empleando ejemplos comunes de la energía mecánica como son: la *potencial gravitacional* o la *cinética*. Estas dos manifestaciones de energía, pueden cuantificarse con expresiones matemáticas fáciles de utilizar y comprender. Además, la transformación entre ambas resulta evidente para la mayoría de estudiantes. También es frecuente el uso del clásico ejemplo de la trampa para ratones que funciona por la acción de un resorte. En ese caso el artefacto se activa gracias a una forma de energía conocida como la *energía potencial elástica* contenida en el resorte comprimido, la cual se transformará posteriormente en *energía cinética* (velocidad) y atrapará al roedor.

Sin embargo, a medida que se vaya profundizando en el tema, se irá evidenciando la existencia de otras formas de energía, con nuevas definiciones y expresiones matemáticas cada vez más complejas. Al terminar todo este proceso, se tendrá un amplio abanico de formas diferentes de energía, agrupadas dentro del mismo concepto: *energía*<sup>1</sup>.

Todas estas ilustraciones y analogías ayudan a esclarecer dos aspectos importantes de la energía: la energía se puede presentar y manifestar de distintas formas, pero todas ellas tienen algo en común: *Si se presentan en la cantidad suficiente y en la forma correcta, es posible la realización un cambio o transformación*. Sin importar el origen de esa "capacidad", si se puede realizar un

---

<sup>1</sup> En el presente trabajo, no se considerarán algunas formas de energía tales como: la energía electroquímica y la energía electromagnética. Al ser este, un trabajo de termoquímica, se hará énfasis en el calor, el trabajo y la energía interna.

cambio o transformación, es porque se posee energía *en la forma correcta* y en *la cantidad suficiente*.

Aunque en el párrafo anterior hay una aproximación imprecisa de lo que es la energía, esta puede ser útil para que los estudiantes hagan sus primeros acercamientos al concepto de energía, –advirtiéndoles por supuesto– de la gran dificultad actual para hallar una definición exacta y precisa que englobe todo lo que el concepto de energía conlleva, para finalmente invitarlos a meditar, razonar y debatir sobre dicha dificultad.

Finalizaremos esta sección afirmando que al igual que la temperatura, la energía es una propiedad intrínseca a la materia. No es posible cuantificar con absoluta precisión el contenido de energía en la materia, pero si es posible cuantificar rigurosamente los cambios en esta energía cada vez que la materia experimenta un cambio, proceso o transformación (Atkins, 2005).

## **Unidades de energía.**

La unidad de energía en el Sistema Internacional es  $(\text{kg}\cdot\text{m}^2) / \text{s}^2$ . Esta unidad recibe el nombre de *joule* (J), en honor del físico inglés James Prescott Joule. En química se usan con frecuencia los kilojoules (kJ), ya que el Joule es una unidad relativamente pequeña en comparación a las cantidades de energía analizadas en los procesos cotidianos o de laboratorio.

Además del joule, los químicos y los bioquímicos usan aún la unidad definida tradicionalmente como la energía necesaria para elevar en 1 °C la temperatura de 1 g de agua (específicamente, de 14.5 °C a 15.5 °C), pero actualmente se prefiere decir que una caloría es igual a 4.184 J.

$$1 \text{ cal} = 4.184 \text{ J}$$

## **Trabajo.**

El trabajo es una función fundamental para el estudio de la termoquímica. Su comprensión permite relacionar y entrelazar otros importantes conceptos y propiedades.

El trabajo puede entenderse como el movimiento realizado en contra de una fuerza que se opone (Atkins, 2005). Para ilustrarlo dentro del contexto de la química, basta con pensar en las baterías de litio que usan los dispositivos electrónicos actuales. En este caso la energía química contenida de la batería, realiza un *trabajo* al impulsar la corriente eléctrica a través de los cables y circuitos electrónicos del dispositivo, los cuales presentan una resistencia natural

al flujo de dicha corriente eléctrica. Así mismo, las antiguas locomotoras de vapor tomaban la energía química contenida en el carbón, para realizar el *trabajo* de mover los vagones del tren de un lugar a otro. De este modo, es posible calificar un proceso como *trabajo*, si –de una u otra forma– dicho proceso puede usarse para levantar un determinado peso. También puede usarse como ejemplo el caso de un gas contenido dentro de un cilindro y un pistón. Si este gas al expandirse puede levantar un peso, en ese caso se dice que el sistema ha realizado un trabajo.

Cuando se tiene un gas almacenado dentro de un cilindro que cuenta con un embolo móvil, sin fricción y a temperatura controlada, la magnitud del trabajo realizado por el gas al expandirse depende de la presión del gas y el cambio de volumen. De manera similar, cuando a un circuito eléctrico se aplica una diferencia de potencial, el trabajo realizado por éste dependerá del potencial eléctrico y de la corriente que fluye por unidad de tiempo.

Diferentes formas de manifestación del trabajo derivan en el mismo análisis de las cantidades que determinan su magnitud; una cantidad intensiva (presión, potencial, fuerza) y otra extensiva que cambia (volumen, corriente, distancia).

### **Energía interna de un cuerpo.**

En termoquímica se denomina *energía interna*, ( $U$ ), a la energía contenida o almacenada por el conjunto de partículas a escala macroscópica, o de moléculas a escala microscópica, que componen la masa de un cuerpo. La energía interna tiene contribuciones de la rotación, traslación y vibración de los átomos y moléculas, al igual que de las interacciones electrónicas y nucleares de los átomos. La unión química o enlace químico entre átomos contribuye de manera importante a la magnitud de la energía interna y en menor proporción lo hace la interacción entre partículas y moléculas. Por lo tanto, a la reserva total de la energía que se encuentra al interior de un cuerpo o sistema se conoce como *energía interna* (Atkins, 2005).

Es importante que el estudiante desde el colegio tenga clara la diferencia entre la energía que posee un cuerpo o sistema en virtud de causas externas –como son la posición o la velocidad– de la energía que posee el cuerpo en por su naturaleza. La energía mecánica de un cuerpo y su manifestación como energía cinética y potencial usualmente se estudia bien en los cursos de física. En cambio, la termodinámica se centra en el estudio de la energía interna.

Ahora bien, desde el punto de vista práctico resulta imposible determinar con exactitud el valor total de la energía interna de un sistema, así que lo se cuantifica es el *cambio* de dicha energía.

Una conveniente ilustración de lo que es la energía interna y su cuantificación lo encontramos en el carbón. En cada trozo de carbón mineral se almacena una determinada cantidad de energía interna. Si encendemos ese trozo de carbón, es decir que lo sometemos a quemado o combustión, se liberará una cierta cantidad de calor, al finalizar el proceso quedarán cenizas y la energía interna del sistema habrá cambiado según la cantidad de calor liberado y según la transformación química experimentada por el carbón. Aunque no se conozca con certeza la cantidad de energía interna un sistema, sí es posible saber cuánto puede aumentar o disminuir la energía interna del mismo (Smith, 1997). La transformación de parte de la energía interna del carbón en calor se puede estudiar fácilmente en el laboratorio mediante el uso de un calorímetro.

## **Temperatura y Calor.**

Los términos temperatura y calor son bastante familiares para los estudiantes y ampliamente utilizados en todo tipo de situaciones cotidianas. Desafortunadamente, también es bastante frecuente que confundan ambos términos, los utilicen indistintamente y tengan ideas contrarias al significado real que ambos términos tienen en termodinámica. Según Atkins, la temperatura debe entenderse como la medida cuantitativa de una pequeña parte de la energía interna, la correspondiente al movimiento o agitación de las partículas que componen un cuerpo (Atkins, 2005). Siguiendo la definición de Atkins, a los estudiantes se les puede explicar que, al poner un termómetro en contacto con un objeto para medir su temperatura, en realidad lo que se está expresando con la medida del termómetro, es que tanta agitación hay al interior del sistema. De una manera más precisa, la agitación de las moléculas del sistema corresponde a la magnitud de la energía cinética promedio de los átomos o moléculas, según su estado de agregación. Como las sustancias en todos sus estados de agregación tienen un cierto valor de energía cinética para sus moléculas, se puede afirmar que la temperatura es una propiedad intrínseca de la materia.

Ahora bien, aunque es cierto que los conceptos de calor y temperatura se encuentran estrechamente ligados entre sí, ambos términos se refieren a ideas completamente diferentes. La agitación en las partículas de un sistema, como hemos venido hablando, también se conoce como *energía térmica* y tal como se dijo antes, ésta es una parte de la energía interna. Teniendo esto presente otros autores proponen que la temperatura también puede definirse como la medida de la energía térmica que posee un cuerpo (Fernández, 2010).

Ahora, cuando dos cuerpos que tienen diferente temperatura se ponen en contacto aparece una cantidad de energía que fluye desde el cuerpo con mayor temperatura hacia el cuerpo con menor temperatura. Esta energía en tránsito,

que se manifiesta a través de las paredes o frontera del sistema se define como *calor*. Al final del proceso los cuerpos en contacto tendrán la misma temperatura, como la temperatura ha cambiado, también lo ha hecho la energía interna, y dicho cambio en la energía interna será igual al calor.

Es importante enfatizar que el calor no es lo mismo que la energía térmica, pues el calor es en realidad *la transferencia* de esa energía térmica de un cuerpo a otro. Y dicha transferencia sólo ocurre del cuerpo con mayor temperatura hacia el de menor temperatura. Por lo tanto, si el sistema y el entorno se encuentran a la misma temperatura, (aunque tengan suficiente energía térmica en su interior) no habrá manifestación de calor entre ellos, es decir, no habrá transferencia de energía térmica (Moran, 2004).

Para que los estudiantes visualicen y comprendan más fácilmente la diferencia entre calor y temperatura, las actuales herramientas informáticas pueden ser de gran ayuda. Algunos simuladores o laboratorios virtuales permiten que el estudiante observe los procesos de calentamiento desde un punto de vista microscópico o molecular. De esta forma, es posible apreciar lo que es imposible en un laboratorio presencial, y es como la transferencia de calor a un sistema afecta la energía térmica del mismo. Es por esto que en la presente propuesta se centra en aprovechar los beneficios de los laboratorios virtuales articulados a los laboratorios presenciales, acompañado esto de una rigurosa claridad conceptual.

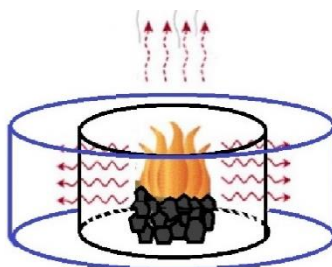
Es importante mencionar que la transferencia de energía térmica entre dos cuerpos o entre un sistema y su entorno puede ocurrir de tres formas distintas a saber: por radiación, por convección o por conducción.

Se dice que ocurre transferencia de energía térmica por radiación cuando esta se realiza a través ondas electromagnéticas. Así, cuando un cuerpo se expone a un tipo de radiación como la proveniente del sol, esta hace que las moléculas del cuerpo aumenten su energía térmica, es decir, incrementen el grado de agitación o movimiento de sus partículas. La transferencia de calor por conducción ocurre cuando moléculas (ya sean del mismo cuerpo o de objetos distintos) están en contacto físico directo. A causa de esto, se presentarán choques moleculares en la superficie de contacto que transmitirá la agitación de las moléculas con mayor movimiento a las moléculas con menor agitación.

Finalmente, la convección es un mecanismo de transferencia de energía térmica que se presenta en los fluidos –ya sean estos líquidos o gases– que consiste en la tendencia que tienen las masas de fluido con mayor temperatura, y por tanto menor densidad, a ascender dentro del medio, provocando así una transferencia de energía térmica por medio del movimiento de dicho fluido (Mc Murray, 2009). El fenómeno de la convección lo observamos directamente al calentar agua en

recipiente por contacto directo con una hornilla. La parte inferior del fluido, en contacto directo con la superficie caliente del recipiente, incrementará rápidamente su temperatura y disminuirá su densidad, provocando que capas de este fluido caliente ascienda por el medio provocando una transferencia de energía térmica.

Para terminar esta sección, queremos hacer notar la conveniencia de utilizar un calorímetro escolar para hacer experimentación en termoquímica, (Véase figura 2). Las paredes del calorímetro son de metal, el espacio que se encuentra entre las dos superficies metálicas está lleno de agua, mientras que en el recipiente central se lleva a cabo la combustión del mineral. Las paredes del metal conducen el calor, desde la cámara interior hacia el agua, y desde el agua hacia el entorno. Las superficies metálicas disipan calor por convección de dos fluidos, agua y aire, a la vez que lo hacen por radiación.



**Figura 2.** Esquema abreviado del calorímetro escolar para la combustión del carbón.

## Capacidad Calorífica.

La capacidad calórica es la relación entre el calor transferido a un objeto con determinada masa y el correspondiente cambio en su temperatura. Así la capacidad calórica es una propiedad de las sustancias que permite cuantificar la respuesta térmica de un cuerpo luego de experimentar un proceso de transferencia de calor. La capacidad calórica es una propiedad extensiva, pues depende de la cantidad de materia: a mayor cantidad de sustancia, más calor se requiere para incrementar su temperatura. Es por esto que con frecuencia se prefiere utilizar el valor de la capacidad calórica dividido por la masa, el cual recibe el nombre de **calor específico** que es una propiedad intensiva cuyo valor no dependerá de la cantidad de materia. El calor específico es propio de cada sustancia, por lo que suele haber tablas con el valor del calor específico correspondiente a cada sustancia (Atkins, 2005).

El concepto de calor específico es muy importante pues facilita al estudiante la diferenciación entre los conceptos de calor y temperatura, al explicar la razón por

la que dos cuerpos con igual cantidad de masa, pueden recibir la misma cantidad de calor y, sin embargo, registrar en los termómetros distintos incrementos de temperatura. Esto convierte al calor específico en uno de los eslabones fundamentales en la cadena de conceptos imprescindibles, cuya claridad es vital para una estructuración sólida de la termoquímica en la mente de los estudiantes.

## **Ley de la Conservación de la Energía.**

Asimilar y comprender este importante principio de la naturaleza permitirá a los estudiantes explicar todos esos saberes previos provenientes del sentido común y la observación, lo cuales parecen indicar que la energía sí se agota, se acaba o desaparece.

Contrario a esta apreciación cotidiana, la ley de la conservación de la energía establece que la cantidad total de energía en cualquier sistema físico tiene que permanecer invariable en el tiempo, siempre y cuando permanezca aislado y sin interacción con ningún otro sistema. Aunque toda esa energía al interior del sistema puede transformarse en otras formas de energía, la sumatoria de todas estas se mantendrá constante. En otras palabras, la ley de la conservación de la energía afirma que la energía no puede crearse ni destruirse, pero puede transformarse en otra forma de energía. Sin embargo, es importante que los estudiantes comprendan que, si bien la energía ni se pierde, ni desaparece, ni se destruye; ésta sí se degrada (Atkinks, 2005; Jaramillo, 2008).

Cuando se habla de degradación de la energía se hace referencia a la menor posibilidad de aprovechamiento de la misma. Cada vez que la energía sufre una transformación, ésta pierde “*calidad*” y será más difícil transformarla o aprovecharla de nuevo. Por lo tanto, es importante que los estudiantes comprendan que la energía que se emplea realizando algún cambio o transformación, continuará existiendo convertida en otra forma de energía menos aprovechable que la anterior (Smith, 1997).

En este sentido, la combustión del carbón es bastante útil para ilustrar esta situación por dos razones: en primer lugar, al ser una reacción química realizada en un *sistema abierto*, ilustra de claramente que toda la energía química contenida en las moléculas de carbón mineral no puede aprovecharse completamente por ningún dispositivo. Esto es porque una parte del calor se gastará incrementando la temperatura del recipiente en donde se realizará la combustión. Adicionalmente uno de los productos de dicha combustión será el dióxido de carbono, el cual saldrá inevitablemente del sistema con una parte importante del calor producido en la reacción. En segundo lugar, será precisamente ese calor que se escapará en el dióxido de carbono el encargado



de ayudar a los estudiantes a comprender el concepto de energía *degradada*, ya que este calor es poco aprovechable, útil sólo para aumentar la temperatura de ambiente. De esta manera la combustión del carbón ayudará a comprender –en un solo fenómeno– no sólo la ley de la conservación de la materia, sino también algunas de las leyes de la termodinámica, las cuales conocerá y profundizará el estudiante posteriormente en alguno de sus cursos de física.

Adicional a esto, es importante que los estudiantes comprendan que, si bien la energía puede manifestarse de muchas formas y pasar de una manifestación a otra, estas transformaciones energéticas tienen varias limitaciones naturales. Por ejemplo, cuando se realiza cualquier transformación energética, una parte de la energía original terminará convertida –inevitablemente– en calor.

Otra limitante propia del comportamiento natural de la energía radica en que, si bien, toda forma de energía puede transformarse totalmente en calor, el calor no puede transformarse completamente en otro tipo de energía. Esta situación pone en evidencia que el calor es la forma más degradada (o menos aprovechable) de la energía. De este modo, no resultará difícil para los estudiantes comprender que muchas transformaciones energéticas son irreversibles, especialmente luego de observar la combustión del carbón. En este caso, ellos podrán observar con claridad que mientras la extracción de la energía térmica del carbón mineral es un proceso que requiere poco tiempo y energía, a la naturaleza le tomó miles de años poner toda esa energía dentro de esos pequeños trozos de carbón. En otras palabras, para el caso del carbón: sacar energía es fácil, volverla a poner allí es casi imposible.

También es de gran importancia que los estudiantes comprendan que la transferencia de energía de un cuerpo a otro, siempre exige que la energía contenida en el cuerpo inicial se convierta –primero– en *calor* o *trabajo*, antes de ser almacenada o recibida por el segundo cuerpo. De hecho, el calor y el trabajo son las dos únicas formas que permiten *tránsito* o *transferencia* de energía de un cuerpo a otro. Todo lo anterior podría resumirse diciendo que siempre que un cuerpo transfiera parte de su energía interna a otro, deberá convertir primero esa energía totalmente en calor, o en una combinación calor y trabajo, antes de poder transmitirla al segundo cuerpo (Moran, 2004).

## Ley de la conservación de la energía expresada en forma de ecuación.

Para representar la ley de la conservación de la energía en una ecuación formal que relacione, tanto el cambio de energía interna como el trabajo y calor en un *sistema cerrado*, es necesario asignar una letra o símbolo a cada una de dichas variables así:

Cambio de energía interna:	$\Delta U$	(medida en J).
Trabajo:	$w$	(medido en J).
Calor:	$q$	(medido en J).

De esta manera, es posible representar la ley de la conservación de la materia en una sola ecuación a saber:

$$\Delta U = w + q \quad (1)$$

Esta ecuación resume gran parte de los conceptos expuestos hasta ahora, de forma concisa y directa; por lo que es prudente hacer algunas aclaraciones sobre ella.

**Criterio de signos:** Los signos para el trabajo y el calor, pueden variar de acuerdo con el enfoque y el uso que se le quiera dar a la ecuación. En química se adopta como criterio de signos lo siguiente: el trabajo realizado por el sistema sobre el entorno tendrá un signo negativo. El calor cedido o liberado por el sistema, también tendrá signo negativo. Sólo cuando el sistema recibe calor o trabajo, estos tendrán signo positivo.

**Función de estado:** Las funciones de estado son aquellas cantidades que dependen únicamente del cambio de estado del sistema, independiente de la forma en la que se llevó a cabo el cambio. De este modo, el valor de una función de estado sólo dependerá del estado termodinámico en que se encuentre, sin importar la manera cómo se pudo llegar a él.

Para ilustrar lo anterior supongamos que se toman 100 gramos de agua a 20°C y se eleva la temperatura a 50°C, con lo cual se está incrementando la energía interna de la masa de agua. Sin embargo, si en otra ocasión se toma la misma masa de agua a 20°C y se incrementa su temperatura hasta los 95°C, para luego dejarla enfriar hasta los 50°C, entonces es correcto afirmar que el cambio de energía interna en ambos procesos será el mismo, esto porque en ambos casos la temperatura del sistema inicialmente era de 20°C y al final de 50°C, sin importar que se hayan empleado procedimientos completamente diferentes.

Esta es la razón por la que se considera la energía interna,  $U$ , como una función de estado. Esto porque sin importar la forma en que ocurra dicho cambio, lo realmente importante es la diferencia entre su estado final e inicial (Chang, 2010).

En cambio, el trabajo y el calor sí dependen estrechamente de la manera como se realicen. Para ilustrarlo basta con mencionar que es posible incrementar la energía interna de un sistema en una cantidad  $X$  realizando exclusivamente trabajo sobre él (es decir, sin agregar calor). Pero también es posible incrementar la energía interna la misma cantidad  $X$ , únicamente adicionando calor (es decir sin aplicarle algún trabajo). Esto confirma que la energía interna es una función de estado, ya que sin importa cómo se realizó su variación, el incremento será el mismo. Pero el trabajo y el calor en cada caso serán evidentemente diferentes (Atkins, 2005).

## **Entalpía.**

Frecuentemente, las reacciones químicas realizadas en el laboratorio se llevan a cabo en recipientes abiertos, en donde las sustancias se encuentran en contacto con la presión atmosférica. En estos casos, las expresiones matemáticas que representan los intercambios energéticos de un sistema deben tener en cuenta como variables de estado la presión y el volumen del sistema.

Dicho de forma simplificada: cuando se analiza la energía de un objeto cualquiera, con un volumen determinado y que se encuentra expuesto a la presión atmosférica, es necesario tener presente que ese objeto —sólo por existir— tuvo que “empujar” los alrededores para ocupar su propio espacio. De esta manera la energía total debe tomar en cuenta tanto la energía interna, como la energía relacionada con la variación del volumen a una presión dada (Jaramillo, 2008).

Si se supone que una determinada reacción química produce un incremento en el número de moles de un gas, en ese caso, el sistema realizará un trabajo de expansión sobre los alrededores (esto debido a que el gas formado, debe ingresar a la atmósfera). Esta situación también puede ocurrir en el sentido contrario. Por ejemplo, si la reacción consume más moléculas de gas de las que se producen, entonces será el alrededor quien realice el trabajo sobre el sistema. En este sentido es conveniente señalar que, si en una reacción la cantidad de moles de reactivos y productos es la misma, entonces no se realizaría ningún trabajo (Chang, 2010).

Por lo tanto, rescribiendo el trabajo  $w$  en la ecuación (1) como  $-P \cdot \Delta V$  donde:

Presión:  $P$  (medida en Pa).  
Cambio de Volumen:  $\Delta V$  (medido en  $m^3$ ).

Se obtendrá la siguiente expresión:

$$\Delta U = q + w \quad (1)$$

$$\Delta U = q_p - P \cdot \Delta V$$

$$q_p = \Delta U + P \cdot \Delta V \quad (2)$$

En esta ecuación se puso un subíndice "p" para indicar que se trata de calor transferido a presión constante.

Así mismo, la ecuación (2) puede reescribirse para representar la energía interna:

$$\Delta U = q_p - P \cdot \Delta V \quad (3)$$

A la energía del sistema, la cual incluye tanto la energía interna de un sistema abierto bajo los efectos de la presión atmosférica, se le da el nombre de *Entalpía*, **H**. Esta Entalpía es una función de estado, cuya expresión formal es:

$$H = U + PV \quad (4)$$

Ahora bien, si se tiene un proceso a presión constante con una variación de energía interna  $\Delta U$  y un cambio de volumen  $\Delta V$ , entonces la variación de la Entalpía representada con el término  $\Delta H$ , podría escribirse como sigue:

$$\Delta H = \Delta U + P\Delta V \quad (5)$$

Si se reemplaza  $\Delta U$ , agregando la ecuación (3) en (5), se obtiene la siguiente expresión:

$$\Delta H = q_p - P\Delta V + P\Delta V \quad (6)$$

Finalmente, cancelando los valores correspondientes al trabajo en la ecuación (6) se llega a la expresión:

$$\Delta H = q_p \quad (7)$$

Cabe recalcar que, el calor no es una función de estado, pero la entalpía sí lo es. Por lo tanto, la igualdad de la ecuación (7) sólo hace referencia a que ambas tienen el mismo valor numérico, pero diferente sentido teórico o conceptual.

Para ilustrar mejor el concepto de cambio en la entalpía,  $\Delta H$ , basta observar detenidamente la siguiente ecuación:  $H = U + PV$ .

Teniendo en cuenta el criterio de signos para el trabajo realizado por el sistema (P.V) es negativo, la ecuación anterior podría escribirse así:  $H = U + (- P \cdot V)$

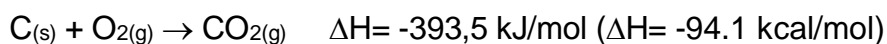
Esta última expresión permite comprender que, las reacciones químicas ocurridas en los sistemas abiertos, una parte de la energía interna se manifiesta como calor y otra, como trabajo al interactuar con la atmósfera. La porción de energía interna  $\Delta U$  que se manifiesta sólo como calor, es lo que se reconoce como  $\Delta H$  (Smith, 1997).

Finalmente, debido a que la mayoría de las reacciones químicas de combustión son procesos exotérmicos que se realizan a recipientes abiertos, expuestos a la presión atmosférica, es posible encontrar el calor liberado hallando el valor de su entalpía  $\Delta H$  y viceversa.

## **Entalpía de Reacción.**

En el enlace químico hay almacena una importante cantidad de energía. Durante una transformación química de la materia se libera y se almacena energía durante la formación y ruptura de enlaces. El balance total de cambio energético asociado a la ruptura y formación de enlaces dependerá de cada reacción en particular. Cuando se realiza una reacción exotérmica, particularmente una combustión, el calor liberado se conoce como entalpía de combustión  $\Delta H^{\circ}_c$ , en donde el  $^{\circ}$  indica que la combustión se realiza a condiciones estándar y la **c** hace referencia a la combustión o reacción de la sustancia con oxígeno (Atkins, 2005).

Para la combustión de calor mineral se tienen algunos valores de referencia de la entalpía de combustión:



Estos datos termoquímicos son de gran utilidad al momento de hacer comparaciones con mediciones experimentales.

### 1.5.4. Referente Legal.

Las siguientes son algunas de las leyes, normas y decretos que dan soporte legal y enmarcan la presente propuesta. Éstas se han organizado en un Normograma para facilitar su lectura y consideración.

#### 1.5.4.1. Normograma.

Ley, Norma o Decreto.	Nominación	Contenido de Normativo	Contexto de la Norma
CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE COLOMBIA	Artículo 67	La educación es un derecho de la persona y un servicio público que tiene una función social: con ella se busca el acceso al conocimiento, a la ciencia, a la técnica, y a los demás bienes y valores de la cultura.	Los estudiantes de la institución educativa se merecen una educación de la más alta calidad.
Ley 115	Artículo 2	El servicio educativo comprende el conjunto de normas jurídicas, los programas curriculares, la educación por niveles y grados.	Esta Propuesta toma en cuenta los programas curriculares y estándares establecidos por el ministerio de educación nacional.
DECRETO 1290	Artículo 3	Los propósitos de la evaluación de estudiantes en el ámbito institucional son: Identificar las características personales, intereses, ritmos de desarrollo y estilos de aprendizaje del estudiante para valorar sus avances.	La contextualización de los procesos de enseñanza debe tomar en cuenta los intereses y características de una comunidad.
Ley 115	Artículo 4	El Estado deberá atender en forma permanente los factores que favorecen la calidad y el mejoramiento de la educación; especialmente velará por la cualificación y formación de los educadores, investigación	Este trabajo no sólo es un requisito para la obtención del título de Magister, sino que mejorará y cualificará los procesos de enseñanza en la institución.

		educativa, la orientación educativa y profesional.	
Guía N°7 del Ministerio de Educación Nacional		Los estándares en Ciencias Naturales son los criterios claros y públicos que permiten conocer lo que deben aprender nuestros niños, niñas y jóvenes, y establecen el punto de referencia de lo que están en capacidad de saber y saber hacer.	Este trabajo toma en cuenta los estándares y competencias establecidas por el ministerio en la guía número 7.
Guía N°7 del Ministerio de Educación Nacional	Apartado correspondiente a los grados 8° y noveno	Entorno Físico.  Establezco relaciones entre las variables de estado en un sistema termodinámico para predecir cambios físicos y químicos y las expreso matemáticamente.	La termodinámica está establecida por el ministerio de educación nacional dentro del currículo de ciencias naturales a partir del grado 8° y 9°.

### 1.5.5. Referente Espacial.

La Institución Educativa San Fernando de Amagá es una institución que en la actualidad se encuentra en un profundo proceso de transformación curricular. Con este esfuerzo se pretende pasar de un modelo de enseñanza tradicional a uno de pedagogías activas de corte constructivista. Esto con el fin de ayudar a los estudiantes a apropiarse de los saberes mediante la resolución de problemas propios de su entorno.

El municipio de Amagá se encuentra ubicado en un pequeño valle de la cordillera central en el suroeste antioqueño. La altura sobre el nivel del mar es de 1400 metros, su temperatura promedio es de 26° C y su extensión es de 84 km<sup>2</sup>. La distancia respecto a la ciudad de Medellín es de aproximadamente 39 Km.

La principal actividad económica del municipio está orientada hacia la minería de carbón. Esta es considerada la actividad más representativa no sólo del municipio, sino también de la región. Esta explotación es principalmente artesanal, es decir, no tecnificada. También se observa en Amagá una interesante actividad en el sector agrícola, donde se destaca el cultivo de café, maíz, plátano, yuca, frijol y caña de azúcar.

La población actual del municipio la compone principalmente una población flotante que se desplaza de distintos lugares en busca de empleo en las minas de carbón. Esto va estrechamente ligado con la poca continuidad de los estudiantes en los procesos escolares y con bajos niveles de escolaridad.

En este contexto cabe decir que la enseñanza de la química como asignatura podría tener un mayor impacto en la vida los estudiantes, si se enfocara menos en la exposición de teorías, principios, sistemas de nomenclatura y la resolución de ejercicios hipotéticos que no tienen ninguna contextualización con la realidad en la que viven inmersos los jóvenes estudiantes. Esto provoca que a los estudiantes se les haga difícil percibir la importancia de los fundamentos teóricos de la química, y que por tanto sientan cierta apatía hacia la asignatura y la consideran un asunto de poca o ninguna importancia en sus vidas.

A raíz de todo lo anterior, esta propuesta busca contribuir a la formación integral de personas, capaces de enfrentar los retos que demanda nuestra sociedad actual, formando estudiantes capaces de desarrollar sus habilidades y destrezas, de tal manera que puedan acceder a mejores condiciones de vida mediante el aprovechamiento de su creatividad, la investigación, así como la construcción activa y participativa de una mejor comunidad.



## **2. CAPITULO II. DISEÑO METODOLÓGICO: Investigación aplicada.**

El presente trabajo se ha planificado y organizado de tal manera que se encuentre enmarcado dentro de la investigación cualitativa de tipo Investigación-Acción, la cual se realiza justo en el lugar en donde la situación problema sucede. De hecho, en las investigaciones de tipo cualitativo de Investigación-Acción el investigador debe encontrarse inmerso dentro del contexto que pretende analizar, estudiar e intervenir (Fraenkel, 1996).

### **2.1. Enfoque.**

Es importante precisar que el enfoque de esta investigación será el Crítico-Social. Este es un enfoque investigativo que reúne características y aspectos propios no sólo de las investigaciones cualitativas, sino también las características de otros tipos y enfoques de investigación. De este modo el enfoque crítico-social se convierte en un enfoque enriquecido y robustecido, por algunas particularidades de las investigaciones cuantitativas, empíricas y hermenéuticas, haciendo posible el uso de métodos inductivos y deductivos entre otros.

### **2.2. Método.**

Debido a que la investigación partirá de una hipótesis inicial: *la articulación de los laboratorios virtuales y reales debe impactar más a los estudiantes que estos laboratorios por sí solos y de forma separada*, es pertinente que el método de investigación sea el hipotético-deductivo. En este método se parte de una hipótesis inicial, se pone en marcha y finalmente se analiza y se evalúa su veracidad, eficacia y pertinencia en el contexto y problemática objeto de estudio.

Este método es además una forma particular de razonamiento lógico, con la que es posible llegar a conclusiones concretas de forma directa. Observa y analiza situaciones o estudios semejantes al objeto de investigación, a partir de las cuales obtiene nuevas conclusiones, válidas para el contexto donde se realizó la investigación.

### **2.3. Instrumento de recolección y análisis de la información.**

Para la recolección de información se emplearon varios instrumentos, tales como evaluaciones diagnósticas, entrevistas, fotografías y la observación directa. Las evaluaciones diagnósticas permitieron obtener información valiosa acerca del grado de dominio y las competencias de los estudiantes sobre determinado tema, antes y después de aplicada la intervención. Además, las entrevistas ofrecieron información sobre las expectativas y opiniones de los estudiantes frente al proceso realizado con ellos antes, durante y al terminar la intervención.

### **2.4. Población y Muestra.**

Para la realización del proceso se tomaron tres grupos del grado once, cada uno de 20 estudiantes, los cuales desarrollaron distintos tipos de aplicación. A los tres grupos se les realizó una evaluación diagnóstica preliminar sobre conocimientos previos de calor y energía (véase Anexo A). Posteriormente se ofreció a todos los grupos una orientación teórica formal (que contaba con el apoyo de una plataforma virtual) enfocada en la energía y la termoquímica (véase Anexo B).

Luego el primer grupo tuvo la oportunidad de complementar la orientación de aula, realizando un laboratorio virtual de termoquímica (véase Anexo D). Por otra parte, el segundo grupo complementó la orientación de aula con un laboratorio presencial que incluía la fabricación, calibración, y uso de un calorímetro escolar para la combustión del carbón (véase Anexos E, F, G y H). Finalmente, el tercer grupo tuvo la oportunidad de complementar la orientación de aula realizando prácticas de laboratorio virtuales como presenciales. De esta forma fue posible comparar y analizar los resultados de cada laboratorio por sí solo, frente al efecto de ambos articulados.

Para evaluar estos resultados se empleó un cuestionario (véase Anexo C) diseñado para identificar el grado de apropiación de las competencias de los tres grupos por separado. Además, estos resultados se tabularon y graficaron para la mejor visualización de los mismos.

En lo relacionado al cálculo del margen de error, se tuvo en cuenta la desviación estándar y el cálculo del error estratificado. La desviación estándar aparece en todas y cada una de las tablas y en gráficas con información estadística mediante barras de error. Por otra parte, el cálculo del error estratificado empleado en este trabajo, se registra en el Apéndice I.

Al terminar toda la intervención se realizó un conversatorio con los estudiantes para discutir la efectividad de la misma, analizar la importancia de adquirir una conciencia ecológica sobre el uso apropiado de la energía y promover el uso de energías limpias y amigables para el medio ambiente.

## 2.5. Delimitación y Alcance.

Al concluir la intervención del presente trabajo quedará una propuesta aplicada y evaluada que utiliza el carbón como eje principal, en la articulación de los laboratorios virtuales y presenciales para una enseñanza significativa y contextualizada de la termoquímica en la Institución Educativa San Fernando de Amagá. Esta propuesta servirá de modelo para la aplicación de otras estrategias que pretendan contextualizar la enseñanza de la Química, aprovechando las ventajas de los laboratorios virtuales en unión con los laboratorios presenciales.

## 2.6. Cronograma.

En los siguientes esquemas se detalla las fases, los objetivos y las actividades mediante las cuales se llevará a cabo el presente trabajo.

### OBJETIVOS

Fase 0	• Diagnosticar los conocimientos previos.
Fase 1	• Diseñar una estrategia de articulación entre laboratorios presenciales y virtuales para la enseñanza de termoquímica.
Fase 2	▪ Realizar la intervención con la propuesta en la Institución Educativa San Fernando.
Fase 3	▪ Realizar la evaluación y los impactos de la implementación de la propuesta.
Fase 4	▪ Sistematización y entrega de resultados

## Tabla de Actividades.

	OBJETIVOS	ACTIVIDADES
<b>Fase 0: Diagnóstico Preliminar</b>	Determinar los conocimientos previos a los estudiantes del grado 11° de la institución educativa sobre el concepto de energía y la energía química.	Diseño de una prueba diagnóstica basada en competencias.  Realización de la Evaluación diagnóstica.  Análisis de los resultados de la Evaluación diagnóstica.
<b>Fase 1: Diseño y estructuración.</b>	Definir una estrategia que vincule las herramientas informáticas y los laboratorios presenciales entorno al carbón mineral, que beneficie el curso de termodinámica química.	Diseñar un curso virtual en plataforma MOOC, que facilite el acceso a los laboratorios virtuales online y que complemente la guía de laboratorio presencial.  Diseñar un conjunto de prácticas virtuales y presenciales centradas en el estudio del calor, la temperatura y el carbón.
<b>Fase 2: Intervención</b>	Implementar la estrategia didáctica basada en la articulación de la herramienta de laboratorio virtual y presencial, en el curso de química del grado once de la institución San Fernando del municipio de Amagá.	Intervención en la práctica docente mediante un curso de termoquímica semipresencial que se apoya en el uso articulado de laboratorios presenciales y virtuales.
<b>Fase 3: Evaluación y Análisis</b>	Evaluar los impactos de la implementación de la estrategia en la Institución Educativa San Fernando de Amagá.	Elaboración y aplicación de una actividad de evaluación en la etapa final de la aplicación de la estrategia didáctica.  Uso de técnicas de análisis de los resultados de la puesta en marcha de la propuesta didáctica, en los estudiantes que realizaron los laboratorios.
<b>Fase 4: Conclusiones y Recomendaciones</b>	Determinar el alcance de la propuesta de acuerdo con los objetivos específicos	Redactar conclusiones válidas del Trabajo Final

	que se plantearon al inicio del Trabajo Final y la profundización en su práctica docente.	Redactar recomendaciones acordes a las conclusiones y que permitan abrir nuevas rutas de exploración en el proceso de enseñanza- aprendizaje de la termodinámica basada en el carbón.
--	---	---

### Cronograma Temporal.

	Febrero				Marzo				Abril				Mayo			
Fase 1																
Fase 2																
Fase 3																
Fase 4																

## 3. CAPITULO III. SISTEMATIZACIÓN DE LA INTERVENCIÓN.

### 3.1. Resultados y Análisis de la Intervención.

#### 3.1.1. Primera evaluación diagnóstica.

Se tomó una muestra de 20 estudiantes escogidos al azar del grado once, para presentar una evaluación diagnóstica que permitiera valorar los saberes previos y competencias, en relación con el concepto de energía, calor y temperatura.

La evaluación constaba de 12 preguntas de selección múltiple y una única respuesta. Estas preguntas describían situaciones cotidianas que involucraban conceptos fundamentales como el calor, la temperatura y la energía.

Las preguntas fueron diseñadas de tal forma que permitieran valorar las competencias interpretativas, argumentativas y propositivas de los estudiantes en este contexto de la termoquímica.

Una copia de esta primera evaluación diagnóstica realizada se encuentra en el Anexo A.

En la siguiente tabla se clasifican las preguntas de acuerdo con la competencia evaluada.

**Tabla 1.** Clasificación de las preguntas según la competencia

COMPETENCIA	PREGUNTA N°
Interpretativa	1, 4, 5, 8
Argumentativa	2, 6, 7, 10
Propositiva	3, 9, 11, 12

Para facilitar la interpretación de los resultados de esta evaluación se agrupan los resultados de las preguntas según la competencia. Las siguientes tablas se registran los resultados de las preguntas de acuerdo con la competencia evaluada.

**Tabla 2:** Resultados de las preguntas Interpretativas.

<b>PREGUNTAS INTERPRETATIVAS</b>	<b>NUMERO DE ESTUDIANTES QUE RESPONDIERON CORRECTAMENTE</b>	<b>PORCENTAJE DE ESTUDIANTES QUE RESPONDIERON CORRECTAMENTE</b>
Pregunta 1	13 de 20	65%
Pregunta 4	6 de 20	30%
Pregunta 5	14 de 20	70%
Pregunta 8	6 de 20	30%
<b>PROMEDIO TOTAL</b>		<b>49%</b>
<b>DESV. EST.</b>		<b>21.7</b>

**Tabla 3.** Resultados de las preguntas Argumentativas.

<b>PREGUNTAS ARGUMENTATIVAS</b>	<b>NÚMERO DE ESTUDIANTES QUE RESPONDIERON CORRECTAMENTE</b>	<b>PORCENTAJE DE ESTUDIANTES QUE RESPONDIERON CORRECTAMENTE</b>
Pregunta 2	9 de 20	45%
Pregunta 6	3 de 20	15%
Pregunta 7	4 de 20	20%
Pregunta 10	3 de 20	15%
<b>PROMEDIO TOTAL</b>		<b>24%</b>
<b>DESV. EST.</b>		<b>14.4</b>

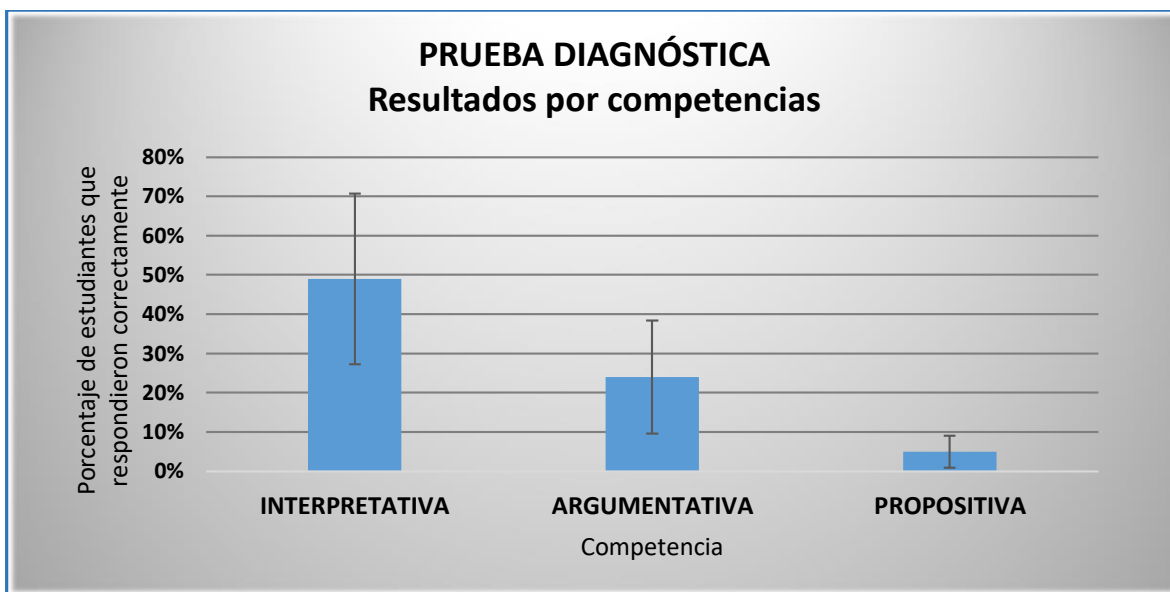
**Tabla 4.** Resultados de las preguntas Propositivas

<b>PREGUNTAS PROPOSITIVAS</b>	<b>NÚMERO DE ESTUDIANTES QUE RESPONDIERON CORRECTAMENTE</b>	<b>PORCENTAJE DE ESTUDIANTES QUE RESPONDIERON CORRECTAMENTE</b>
Pregunta 3	2 de 20	10 %
Pregunta 9	1 de 20	5%
Pregunta 11	0 de 20	0 %
Pregunta 12	1 de 20	5 %
<b>PROMEDIO TOTAL</b>		<b>5 %</b>
<b>DESV. EST.</b>		<b>4.0</b>

Margen de error estratificado<sup>2</sup>: **4.04**

---

<sup>2</sup> El procedimiento para el cálculo de este margen de error estratificado, se encuentra en el Apéndice I.



**Grafico 1.** Resultados de la prueba diagnóstica por competencias

Luego de observar los resultados de esta primera evaluación diagnóstica, se percibe una tendencia decreciente en el porcentaje de estudiantes que respondieron correctamente, a medida que se pasa de las competencias interpretativas a las argumentativas y luego a las propositivas.

También es interesante notar, que si bien los resultados no favorecen a ninguna de las tres competencias, los mejores resultados están en la competencia *Interpretativa*. Particularmente en las preguntas 1 y 5 se alcanzaron los mejores registros. Es posible que este resultado en las preguntas 1 y 5 se deba a que éstas son preguntas en donde el sentido común y la intuición del estudiante pueden desempeñar un papel clave a la hora elegir la respuesta correcta.

Por otra parte, los resultados en las preguntas de competencias Argumentativas y Propositivas son aún más deficientes. Esto se debe a que estas competencias están estrechamente ligadas. Para que el estudiante pueda proponer una acción o solución efectiva a una situación problema, primero debe comprender las *razones* y el *porqué* de los fenómenos implicados en dicho problema. Es por esto que, para alcanzar las competencias de tipo Argumentativo o Propositivo, es necesario que los estudiantes tengan un grado de apropiación y dominio mucho mayor que en el nivel Interpretativo.

Finalmente, debe mencionarse que los valores de desviación estándar en esta primera evaluación diagnóstica relativamente elevados, lo que indica una alta dispersión en los resultados. Sin embargo, estos valores de desviación, pueden



explicarse si se tiene en cuenta la naturaleza de este diagnóstico preliminar. Esta primera evaluación sólo pretendía determinar los conocimientos previos de los estudiantes sobre la energía, el calor y la temperatura, empleando situaciones estrictamente cotidianas. No exigía tener conocimientos formales de termoquímica y podía ser aprobada usando simplemente el sentido común de los estudiantes. Este es uno de los factores que explica la alta dispersión en los resultados de esta evaluación.

### **3.1.2. Diseño y Aplicación de la Estrategia.**

Para lograr una intervención exitosa que mejore significativamente los niveles de comprensión de la termoquímica, en los estudiantes del grado once, se diseñó una estrategia que vincula los laboratorios virtuales y presenciales entorno al estudio de la combustión del carbón. La estrategia se estructuró de la siguiente manera:

Como ya se mencionó previamente, la intervención debía iniciar con una primera evaluación diagnóstica para los estudiantes. Esto con la intención de valorar el grado de comprensión y los conocimientos previos de los estudiantes sobre la energía, el calor y la temperatura, antes de realizar la intervención propiamente dicha.

El segundo paso consistió en realizar una fase de orientación conceptual, de carácter semipresencial, en la cual se abordaron los aspectos teóricos de la termoquímica. Luego de esta orientación conceptual se realizó una segunda evaluación diagnóstica para determinar el impacto de ésta sobre los estudiantes.

Posteriormente los estudiantes realizaron un laboratorio virtual enfocado al calor y la temperatura, para luego terminar con una práctica de laboratorio presencial enfocado al estudio del poder calorífico del carbón.

Todo este proceso terminó con una evaluación final, cuyos resultados se compararon con las evaluaciones anteriores. Esto último con la intención de analizar los beneficios concretos de esta intervención.

Sin embargo para realizar una cuantificación clara y objetiva de estos beneficios se aplicó una versión ligeramente diferente de la estrategia a tres diferentes grupos, de 20 estudiantes cada uno, así:

El primer grupo solamente recibió la orientación teórica y el laboratorio virtual. El segundo grupo participó en la orientación teórica y el laboratorio presencial. Mientras que tercer grupo tuvo la posibilidad de disfrutar de la orientación teórica

junto a ambos laboratorios (el virtual y el presencial), tal como se describe en la tabla 5.

**Tabla 5.** Organización de los Grupos

<b>Grupos</b>	<b>Orientación Semipresencial</b>	<b>Laboratorio Virtual</b>	<b>Laboratorio presencial</b>
Grupo 1	X	X	
Grupo 2	X		X
Grupo 3	X	X	X

De este modo, llevar a cabo la evaluación y comparación de los resultados de los tres grupos facilitó el análisis de los resultados e ilustró con mayor claridad el impacto real de la articulación de laboratorios realizada en esta propuesta.

A continuación se presentarán los por menores de cada uno de los componentes de esta estrategia: la orientación teórica semipresencial, el laboratorio virtual y el laboratorio presencial.

### **3.1.3. Orientación Teórica Semipresencial.**

Luego de realizar una primera evaluación diagnóstica, la intervención de la propuesta continuó con una orientación semipresencial que explicaba los aspectos formales y teóricos de la termoquímica. Se dice que es una orientación *semipresencial*, debido a que una parte importante de la misma se realizó en una plataforma virtual, donde los estudiantes tuvieron la posibilidad de interactuar con material audiovisual que potencializaba los contenidos que el docente impartía en el aula.

Una de las principales ventajas de esta orientación semipresencial fue que los estudiantes interactuaron con la plataforma virtual durante su tiempo libre, después de clases. Así se aprovechó mejor el tiempo disponible para cubrir los aspectos fundamentales de un curso de termoquímica, optimizando así los tiempos durante el proceso de intervención.

Una descripción detallada del contenido presentado en esta plataforma virtual se registra en el Anexo B.

Esta orientación se diseñó con la intención de guiar a los estudiantes de forma gradual, partiendo de los conceptos más simples y familiares, hasta los más complejos y abstractos de la termoquímica. Para lograrlo se emplearon numerosos

ejemplos e ilustraciones que apelaban al sentido común y a los conocimientos previos de los estudiantes. De esta manera, las imágenes, los videos, y las analogías acompañan y fortalecen la sólida estructura conceptual.

Este curso se inicia con un proceso de sensibilización, apoyado en tres videos introductorios. El primero titulado “*¿Qué es la Energía?*” explica de forma simple, pero precisa, algunas preguntas que despiertan el interés de los estudiantes tales como: *¿Qué es realmente la energía? ¿Cuáles son las principales fuentes de energía? ¿Cómo ocurren las transformaciones de energía?*

El segundo video explica las implicaciones de la primera y segunda ley de la termodinámica, razonando sobre la aparente contradicción entre nuestro sentido común (el cual parece indicar que la energía sí se agota) y la primera ley de la termodinámica (la cual establece que “*la energía no se crea ni se destruye, sólo se transforma*”). El tercer video, muestra un sencillo experimento escolar que ilustra transformación de la energía en distintas manifestaciones.

Luego de este proceso de apertura los estudiantes prosiguen con el trabajo formal del estudio de la termoquímica y sus conceptos. En esta etapa los estudiantes realizan una contextualización general del concepto de energía. Lo cual incluye un breve repaso de la energía mecánica (energía cinética y energía potencial gravitacional) y una breve descripción de la energía eléctrica. Aunque estos son temas que se abordan, principalmente, en los cursos escolares de física, es importante hacer una breve mención de estos para plasmar una idea amplia y clara de la energía de la mente de los estudiantes.

El curso continúa con una profundización en conceptos tan importantes como la energía interna, el calor, la temperatura, el trabajo y la entalpía, manteniendo en todo momento un lenguaje claro y preciso, pero fácil de comprender. Esta orientación semipresencial antecede la participación de los estudiantes en el laboratorio virtual y en el laboratorio presencial. Es por esto que al terminar dicha orientación de los fundamentos teóricos de la termoquímica, se realizó una segunda evaluación que sirvió como punto de comparación a la hora de evaluar finalmente los resultados de la intervención. Esta segunda evaluación aparece en el Anexo C.

### **3.1.4. Segunda Evaluación Diagnóstica.**

Con el fin de tener un punto de referencia claro, del grado de apropiación que van adquiriendo los estudiantes a medida que avanza el proceso previsto, fue muy conveniente realizar una segunda evaluación diagnóstica justo después de recibir la orientación teórica semipresencial, pero previa a la participación de los estudiantes en los laboratorios virtuales y presenciales.

Aunque esta evaluación también está estructurada por competencias y con preguntas de selección múltiple y única respuesta, en esta ocasión el cuestionario exige del estudiante un mayor grado de dominio y apropiación de los conceptos básicos de termoquímica. Esta evaluación también consta de 12 preguntas entre las cuales hay 4 preguntas interpretativas, 4 preguntas argumentativas y 4 propositivas. La segunda evaluación se encuentra en el Anexo C.

Cabe mencionar que los resultados de esta segunda evaluación no fueron socializados con los estudiantes hasta que todo el proceso concluyó. Esto debido a que esta segunda evaluación sería prácticamente la misma evaluación final, sólo que esta última tendría las mismas preguntas, en distinto orden. Así, resultaría muy práctico comparar la evaluación final con la segunda evaluación diagnóstica.

### **3.1.5. Resultados de la Segunda Evaluación Diagnóstica.**

Se tomó una muestra de 20 estudiantes escogidos al azar de los tres grupos del grado once, quienes ya habían recibido la orientación semipresencial. Estos jóvenes presentaron una Segunda Evaluación Diagnóstica que permitió, no solo evaluar el impacto de la orientación semipresencial propiamente dicha, sino que hizo posible tener datos preliminares de las competencias adquiridas por los estudiantes, antes de realizar las prácticas de laboratorio.

La evaluación constaba de 12 preguntas de selección múltiple con una única respuesta. En cada una de ellas, se presentaban situaciones cotidianas que involucraban ideas fundamentales como el calor, la temperatura y la energía.

Las preguntas fueron diseñadas de tal forma que permitieran valorar las competencias interpretativas, argumentativas y propositivas de los estudiantes en este contexto de la termoquímica. Una copia de esta Segunda Evaluación Diagnóstica, se encuentra en el Anexo C.

En la siguiente tabla se clasifican las preguntas de acuerdo con la competencia evaluada.

**Tabla 6.** Clasificación de las preguntas según la competencia

<b>COMPETENCIA</b>	<b>PREGUNTA N°</b>
Interpretativa	2, 5, 7, 10
Argumentativa	4, 6, 9, 11
Propositiva	1, 3, 8, 12

Para facilitar la interpretación de los resultados de esta evaluación, se agrupan los resultados de las preguntas según la competencia. Las siguientes tablas se registran los resultados de las preguntas de acuerdo con la competencia evaluada.

**Tabla 7:** Resultados de las preguntas Interpretativas.

PREGUNTAS INTERPRETATIVAS	NÚMERO DE ESTUDIANTES QUE RESPONDIERON CORRECTAMENTE	PORCENTAJE DE ESTUDIANTES QUE RESPONDIERON CORRECTAMENTE
Pregunta 2	14 de 20	70%
Pregunta 5	12 de 20	60%
Pregunta 7	15 de 20	75%
Pregunta 10	11 de 20	55%
<b>PROMEDIO TOTAL</b>		<b>65%</b>
<b>DESV. EST.</b>		<b>9.1</b>

**Tabla 8.** Resultados de las preguntas Argumentativas.

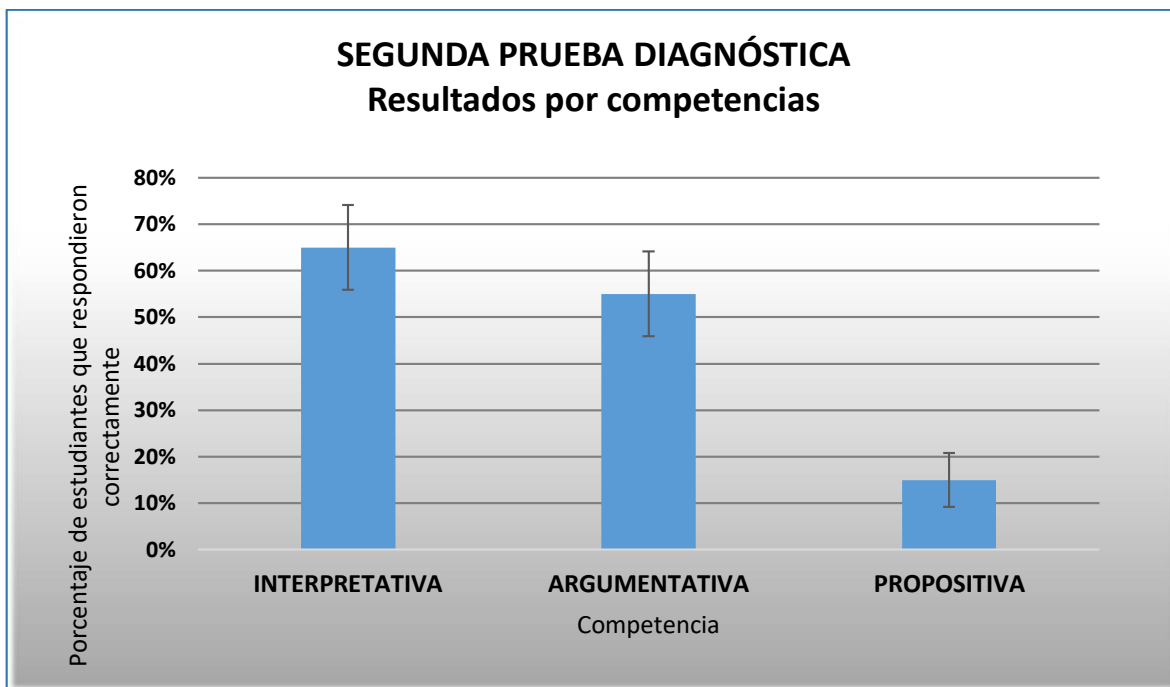
PREGUNTAS ARGUMENTATIVAS	NÚMERO DE ESTUDIANTES QUE RESPONDIERON CORRECTAMENTE	PORCENTAJE DE ESTUDIANTES QUE RESPONDIERON CORRECTAMENTE
Pregunta 4	13 de 20	65%
Pregunta 6	10 de 20	50%
Pregunta 9	9 de 20	45%
Pregunta 11	12 de 20	60%
<b>PROMEDIO TOTAL</b>		<b>55%</b>
<b>DESV. EST.</b>		<b>9.1</b>

**Tabla 9.** Resultados de las preguntas Propositivas

PREGUNTAS PROPOSITIVAS	NÚMERO DE ESTUDIANTES QUE RESPONDIERON CORRECTAMENTE	PORCENTAJE DE ESTUDIANTES QUE RESPONDIERON CORRECTAMENTE
Pregunta 1	2 de 20	10 %
Pregunta 3	4 de 20	20%
Pregunta 5	4 de 20	20 %
Pregunta 12	2 de 20	10 %
<b>PROMEDIO TOTAL</b>		<b>15 %</b>
<b>DESV. EST.</b>		<b>5.8</b>

Margen de error estratificado<sup>3</sup>: **4.90**

<sup>3</sup> El procedimiento para el cálculo de este margen de error estratificado, se encuentra en el Apéndice I.

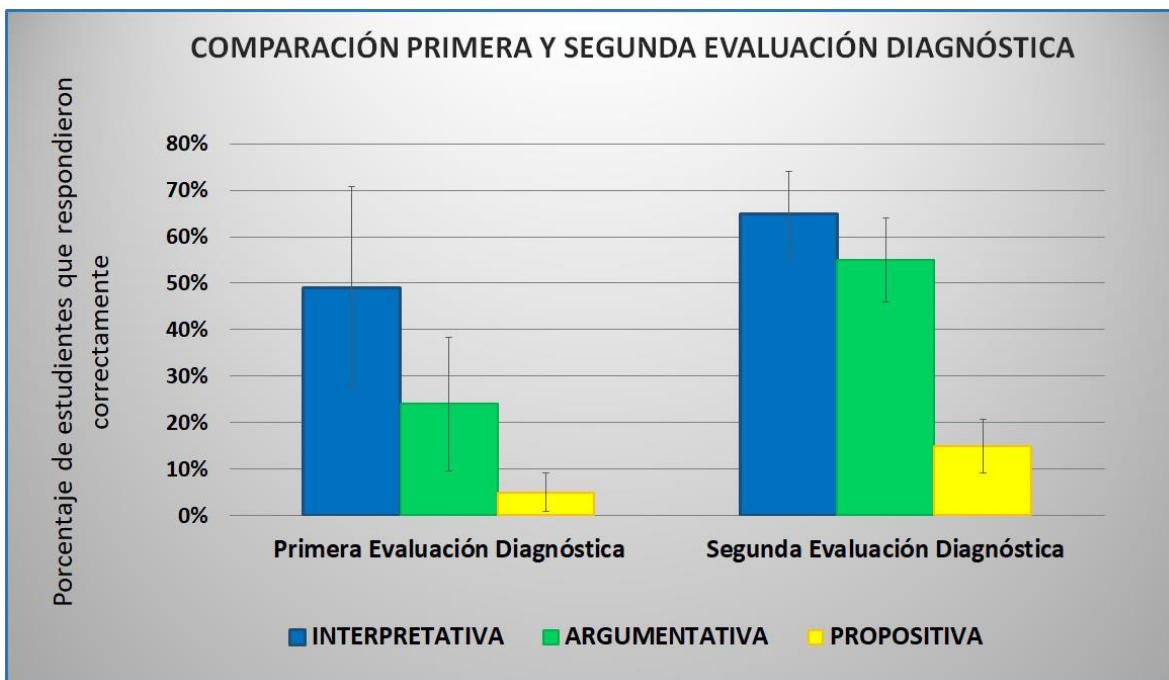


**Grafico 2.** Resultados de la segunda prueba diagnóstica por competencias.

En las tablas de resultados correspondientes a la Segunda Prueba Diagnóstica se puede observar un incremento en los resultados de cada una de las competencias, siendo el incremento más notorio en las competencias argumentativas. A raíz de estos resultados se puede concluir que, la orientación semipresencial (que era principalmente de carácter teórico) ayudó a mejorar los aspectos conceptuales de los estudiantes.

Sin embargo, los resultados obtenidos en las preguntas de tipo propositivo, pese a ser mejores que en la primera evaluación, siguen siendo particularmente bajos.

En el siguiente gráfico se presenta una comparación entre la Primera y Segunda evaluación.



**Grafico 3.** Comparativa entre la Primera y Segunda Evaluación diagnóstica por competencias.

### 3.1.6. Práctica de Laboratorio Virtual.

Los sitios web con laboratorios virtuales de termoquímica, gratuitos o de libre acceso para los estudiantes, son realmente escasos. Sin embargo, luego de realizar una búsqueda cuidadosa de laboratorios virtuales adecuados que se ajustaran a esta propuesta, se eligieron dos laboratorios virtuales: uno contenido en la página de la empresa servicio de agua potable de la ciudad de Alicante España (Aguas de Alicante, 2017) y el otro, en el blog del profesor Salvador Hurtado Fernández de la Institución Educativa Secundaria Aguilar y Cano de Sevilla España (Hurtado, 2012).

Es interesante mencionar que el primer laboratorio virtual fue diseñado por la empresa Aguas Municipales de Alicante (Valencia, España), como parte de su área educativa y de responsabilidad social corporativa. Si bien este laboratorio virtual está concebido para estudiar las propiedades del agua y sensibilizar sobre la importancia de su correcto aprovechamiento, lo cierto es que incluye explicaciones muy detalladas sobre el calor, la temperatura, cambios de estado, así como graficas de calentamiento y enfriamiento.

Por otra parte, el segundo laboratorio está enfocado al cálculo experimental de la temperatura de equilibrio cuando se mezclan cantidades diferentes de agua a distinta temperatura, empleando una interfaz bastante agradable e intuitiva.

A decir verdad, ambos son laboratorios online muy sencillos y bastante útiles para el estudio del calor y la temperatura. Así mismo, otras ventajas adicionales de estos dos laboratorios virtuales son:

- Son laboratorios de libre acceso.
- Presentan un entorno virtual de un laboratorio escolar con una amplia gama de instrumentos.
- Instrucciones son claras y fáciles de seguir.
- Incluye explicaciones precisas de los fenómenos
- Contiene una ampliación del fenómeno a nivel molecular.

A los estudiantes se les facilitó una guía de laboratorio para ingresar y realizar el trabajo dentro de cada uno las actividades propuestas y reportarlas en un informe posterior. El Anexo D contiene una breve descripción de los dos laboratorios virtuales, así como las guías que emplearon los estudiantes para interactuar en dichos laboratorios.

### **3.1.7. Resultados de la Aplicación del Laboratorio Virtual.**

Para analizar los resultados de la aplicación de los laboratorios virtuales, se invitó a los estudiantes del Grupo 1 a realizar las actividades del laboratorio virtual, una vez terminada la orientación de aula semipresencial, para posteriormente, realizar la Tercera Evaluación. Esta fue la última evaluación realizada por el Grupo 1, la cual era prácticamente igual a la Segunda Evaluación presentada en el Anexo C. Sólo que en esta ocasión, se cambió el orden de las preguntas. Es importante subrayar que los estudiantes no tuvieron acceso a los resultados obtenidos en esta evaluación la primera vez que la realizaron.

Los resultados obtenidos de esta Tercera Evaluación por los estudiantes del Grupo 1 se registran en las siguientes tablas:



**Tabla 10:** Resultados de las preguntas Interpretativas.

<b>PREGUNTAS INTERPRETATIVAS</b>	<b>NUMERO DE ESTUDIANTES QUE RESPONDIERON CORRECTAMENTE</b>	<b>PORCENTAJE DE ESTUDIANTES QUE RESPONDIERON CORRECTAMENTE</b>
Pregunta 2	16 de 20	80%
Pregunta 5	15 de 20	75%
Pregunta 7	15 de 20	75%
Pregunta 10	14 de 20	70%
<b>PROMEDIO TOTAL</b>		<b>75%</b>
<b>DESV. EST.</b>		<b>4.1</b>

**Tabla 11.** Resultados de las preguntas Argumentativas.

<b>PREGUNTAS ARGUMENTATIVAS</b>	<b>NÚMERO DE ESTUDIANTES QUE RESPONDIERON CORRECTAMENTE</b>	<b>PORCENTAJE DE ESTUDIANTES QUE RESPONDIERON CORRECTAMENTE</b>
Pregunta 4	14 de 20	70%
Pregunta 6	12 de 20	60%
Pregunta 9	10 de 20	50%
Pregunta 11	12 de 20	60%
<b>PROMEDIO TOTAL</b>		<b>60%</b>
<b>DESV. EST.</b>		<b>8.2</b>

**Tabla 12.** Resultados de las preguntas Propositivas

<b>PREGUNTAS PROPOSITIVAS</b>	<b>NÚMERO DE ESTUDIANTES QUE RESPONDIERON CORRECTAMENTE</b>	<b>PORCENTAJE DE ESTUDIANTES QUE RESPONDIERON CORRECTAMENTE</b>
Pregunta 1	3 de 20	15 %
Pregunta 3	4 de 20	20%
Pregunta 5	5 de 20	25 %
Pregunta 12	3 de 20	16 %
<b>PROMEDIO TOTAL</b>		<b>19 %</b>
<b>DESV. EST.</b>		<b>4.5</b>

Margen de error estratificado<sup>4</sup>: **4.68**

<sup>4</sup> El procedimiento para el cálculo de este margen de error estratificado, se encuentra en el Apéndice I.

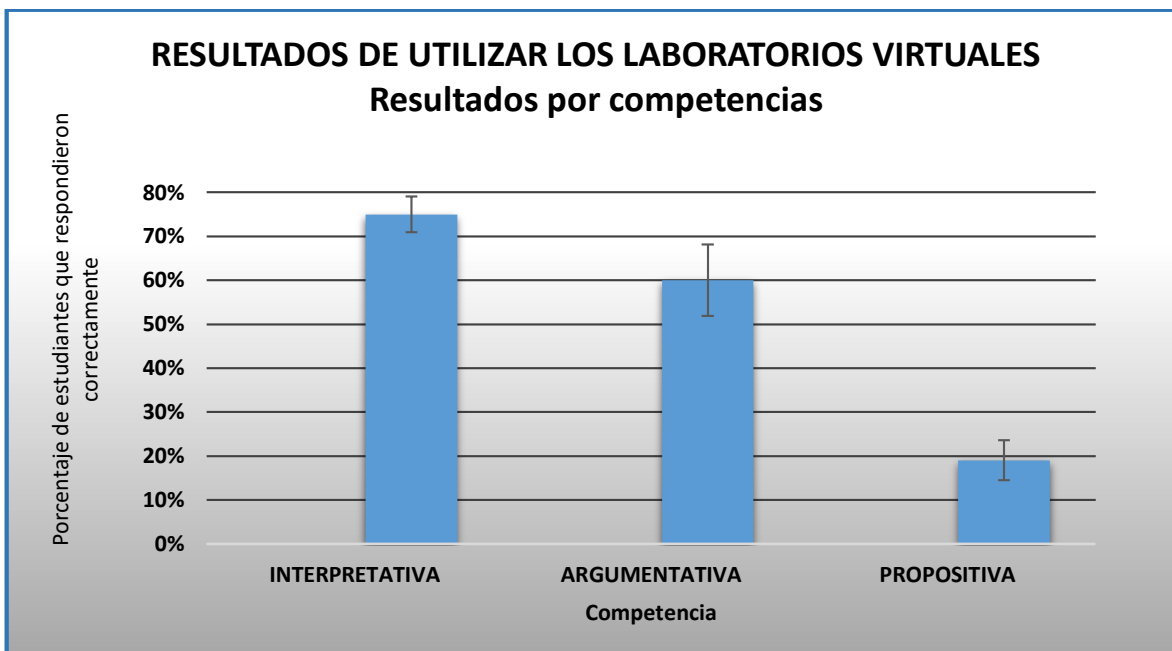


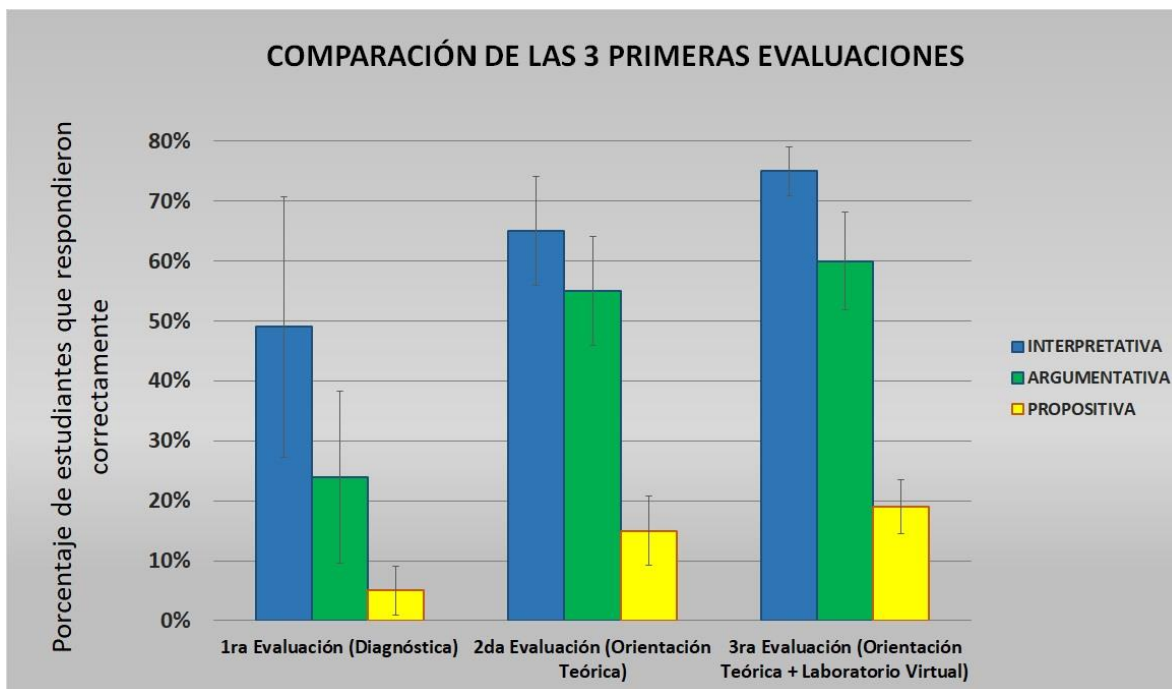
Ilustración 4: Los valores sobre las barras corresponden a la desviación estándar.

**Grafico 4.** Resultados de la tercera prueba diagnóstica por competencias luego de realizar los laboratorios virtuales.

A partir de estos resultados se puede deducir que la aplicación de los laboratorios virtuales luego de las orientaciones de aula, logró un incremento en los resultados bastante interesantes.

En el siguiente gráfico, se puede observar una comparación entre las tres evaluaciones realizadas hasta el momento:

<b>Primera Evaluación</b> (20 estudiantes elegidos al azar)	Evaluación diagnóstica previa a todo el proceso de intervención.
<b>Segunda Evaluación</b> (20 estudiantes escogidos al azar)	Evaluación posterior a la Orientación Teórica de Semipresencial.
<b>Tercera Evaluación</b>  (Grupo 1)	Evaluación del proceso luego de realizar la Orientación Teórica + Los laboratorios Virtuales.



**Gráfico 5.** Comparativa entre las evaluaciones diagnósticas 1, 2 y 3.

En este último gráfico, se percibe sólo un leve incremento en los resultados logrados por los estudiantes luego de experimentar del laboratorio virtual en comparación con la misma evaluación realizada a los estudiantes que sólo recibieron la orientación teórica.

El incremento en cada una de las competencias Interpretativa, Argumentativa y Propositiva fue del 10%, 5% y 4% respectivamente.

Aunque el incremento en los resultados es positivo, lo cierto es que éstos siguen siendo relativamente discretos, especialmente en las preguntas argumentativas y propositivas.

### 3.1.8. Práctica de Laboratorio Presencial.

Para la práctica del laboratorio presencial fue necesario diseñar un calorímetro especial, capaz de medir el calor liberado en reacciones de combustión. Además, este calorímetro debería ser fácil de fabricar y seguro de utilizar durante la práctica de laboratorio.

En el Anexo E, se incluye una breve descripción de la estructura y funcionamiento de este calorímetro. En el Anexo F, aparecen las instrucciones para de fabricación. En el Anexo G, se encuentran las orientaciones gráficas para realizar el montaje de la práctica. El Anexo H, contiene las guías de la práctica de laboratorio que los

estudiantes utilizaron como orientación previa a la práctica de laboratorio, mientras que el Anexo I, contiene las evidencias fotográficas y audiovisuales de esta práctica de laboratorio.

Es importante destacar que esta práctica de laboratorio incluye el proceso de calibración del calorímetro, así como la evaluación del poder calorífico del carbón vegetal. Para ambas prácticas se utilizaron termómetros de alcohol y balanzas digitales con el fin de mejorar la precisión en la toma de los datos.

Para la calibración del calorímetro se utilizó etanol al 70% v/v por varias razones entre las que destacan:

- Es un combustible de entalpía conocida.
- Es fácil de conseguir.
- No es costoso.
- Al estar al 70%, se agrega un componente más al aprendizaje de los estudiantes, como lo es el manejo adecuado de concentraciones en el laboratorio.

En la medición del poder calorífico del carbón se eligió el carbón vegetal, ya que este resultó ser más fácil y seguro para encender. Mientras que el carbón extraído en las minas del municipio, era demasiado húmedo y quebradizo, por lo que tardaba demasiado tiempo en encenderse. Durante la intervención no se encontró un método práctico, ni seguro para encender el carbón mineral en el laboratorio de la institución. Sin embargo, el funcionamiento del calorímetro escolar con el carbón vegetal fue bastante bueno.

De hecho, uno de los aspectos más interesante de esta implementación fue el valor experimental obtenido por los estudiantes del poder calorífico del carbón vegetal. Sorprendió gratamente, encontrar valores del poder calorífico entre los 270 kJ/mol y los 430 kJ/mol. Entre estos, los valores cercanos a 350 kJ/mol fueron los resultados más frecuentes en los informes de laboratorio. Esto indica que los estudiantes obtuvieron resultados para la energía de combustión del orden de 22 kJ/g y 36 kJ/g aproximadamente.

Si se comparan estos resultados escolares, con los valores oficiales de poder calorífico del carbón vegetal, los cuales oscilan entre 29 kJ/g y 35 kJ/g (Londoño, 2002), resulta bastante satisfactorio obtener valores tan cercanos usando un dispositivo tan artesanal como el calorímetro escolar fabricado por los estudiantes en esta ocasión. Esto evidencia que el dispositivo diseñado para el desarrollo de la práctica de laboratorio presencial posee una precisión bastante aceptable para su empleo en el laboratorio escolar.

Por otra parte, este calorímetro por haber sido diseñado para la valoración térmica del carbón se comporta de manera similar a las tradicionales máquinas de combustión interna que sólo aprovechan una parte del calor liberado por el combustible, mientras una buena parte del calor se escapa en los gases que la máquina expulsa.

Esta particularidad, antes de ser un problema didáctico, puede ser uno de los puntos estratégicos y provechosos de este calorímetro escolar, ya que esta característica permitirá a los estudiantes comprender conceptos tan importantes como el grado de ineficiencia que conlleva toda transformación de la energía (tal como lo advierte la segunda de la termodinámica), así como la ineficiencia propia de todas las máquinas de combustión interna.

El tiempo de fabricación del dispositivo no fue muy largo. Luego de tener todos los materiales necesarios para su construcción, los estudiantes tardaron cerca de tres horas en fabricarlo. Estas tres horas, pueden significar tres clases separadas a lo largo de una semana.



**Figura 3.** Imagen del Calorímetro escolar para la combustión del carbón.

Hubiera sido interesante replicar este proceso de fabricación y uso del calorímetro escolar con grupos diferentes a los que participaron en la presente propuesta. Sin embargo, los tiempos requeridos para el diseño, estructuración y presentación de este trabajo limitaron esta posibilidad. No obstante, considero que es perfectamente posible incluir esta práctica de laboratorio en cualquier institución educativa, donde deseen estudiar las propiedades térmicas del carbón.

### 3.1.9. Resultados de la Práctica de Laboratorio Presencial.

Para analizar la aplicación del laboratorio presencial se tomó a los estudiantes del Grupo 2 para que realizaran la práctica de laboratorio presencial, una vez terminada su orientación teórica semipresencial. Al finalizar la práctica de laboratorio, los estudiantes realizaron la cuarta evaluación. Tal como ya se mencionó, esta cuarta evaluación es igual a la segunda evaluación contenida en el Anexo C, a la que sólo se le cambió el orden de las preguntas. Esto gracias a que los estudiantes no conocieron las respuestas correctas de la segunda evaluación, ni los resultados obtenidos la primera vez que la realizaron.

Los resultados de esta cuarta evaluación, obtenidos por los estudiantes del Grupo 2 se registran en las siguientes tablas:

**Tabla 13:** Resultados de las preguntas Interpretativas.

<b>PREGUNTAS INTERPRETATIVAS</b>	<b>NÚMERO DE ESTUDIANTES QUE RESPONDIERON CORRECTAMENTE</b>	<b>PORCENTAJE DE ESTUDIANTES QUE RESPONDIERON CORRECTAMENTE</b>
Pregunta 2	16 de 20	80%
Pregunta 5	14 de 20	70%
Pregunta 7	16 de 20	80%
Pregunta 10	15 de 20	75%
<b>PROMEDIO TOTAL</b>		<b>76 %</b>
<b>DESV. EST.</b>		<b>4.8</b>

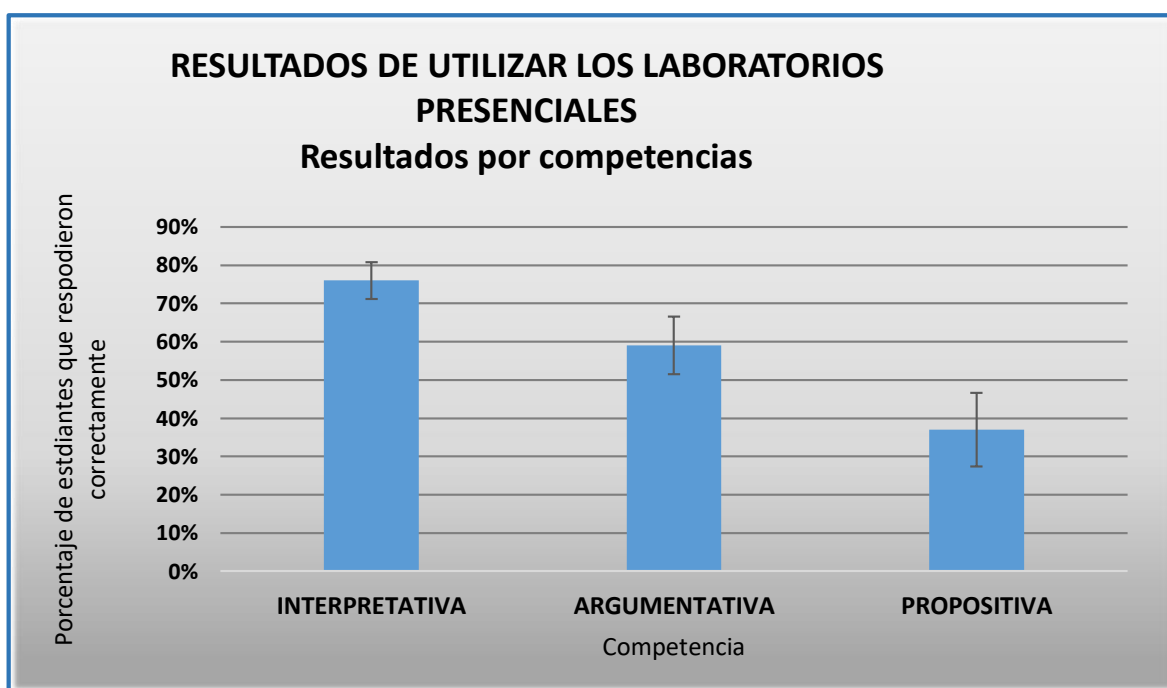
**Tabla 14.** Resultados de las preguntas Argumentativas.

<b>PREGUNTAS ARGUMENTATIVAS</b>	<b>NÚMERO DE ESTUDIANTES QUE RESPONDIERON CORRECTAMENTE</b>	<b>PORCENTAJE DE ESTUDIANTES QUE RESPONDIERON CORRECTAMENTE</b>
Pregunta 4	13 de 20	65%
Pregunta 6	10 de 20	50%
Pregunta 9	11 de 20	55%
Pregunta 11	13 de 20	65%
<b>PROMEDIO TOTAL</b>		<b>59 %</b>
<b>DESV. EST.</b>		<b>7.5</b>

**Tabla 15.** Resultados de las preguntas Propositivas.

PREGUNTAS PROPOSITIVAS	NÚMERO DE ESTUDIANTES QUE RESPONDIERON CORRECTAMENTE	PORCENTAJE DE ESTUDIANTES QUE RESPONDIERON CORRECTAMENTE
Pregunta 1	6 de 20	30 %
Pregunta 3	10 de 20	50%
Pregunta 5	8 de 20	40 %
Pregunta 12	6 de 20	30 %
<b>PROMEDIO TOTAL</b>		<b>37 %</b>
<b>DESV. EST.</b>		9.6

Margen de error estratificado<sup>5</sup>: **5.17**



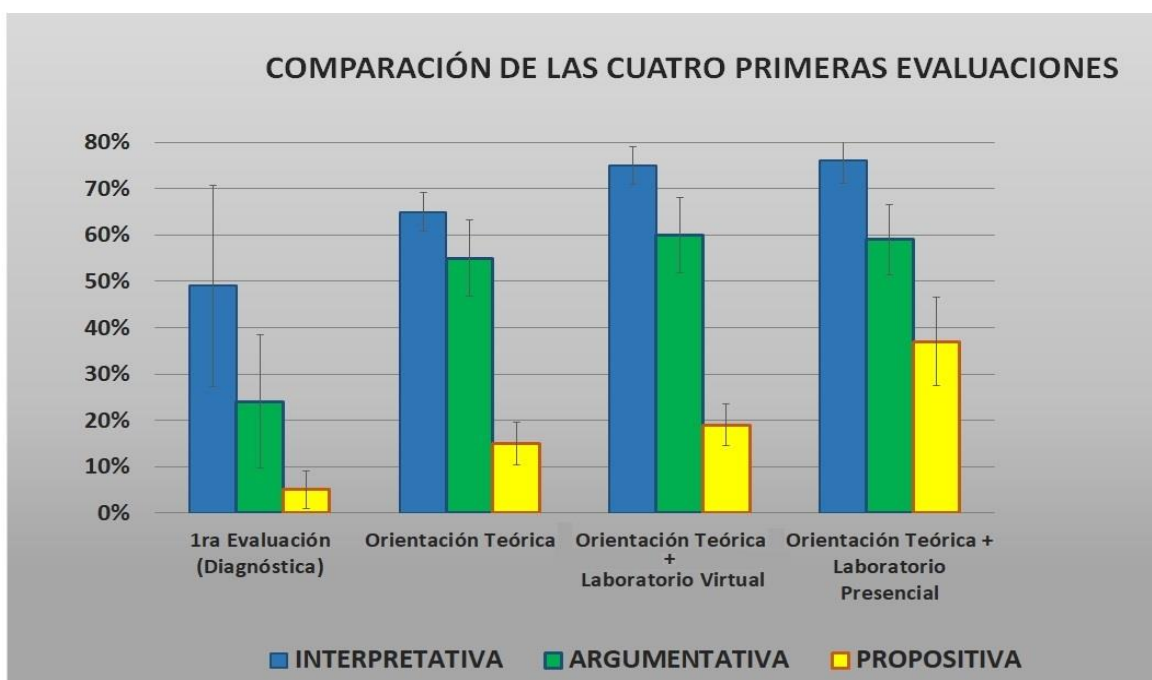
**Grafico 6.** Resultados de la Cuarta Prueba Diagnóstica por competencias luego de realizar el laboratorio presencial.

<sup>5</sup> El procedimiento para el cálculo de este margen de error estratificado, se encuentra en el Apéndice I.

A partir de este gráfico, se puede inferir que la aplicación de los laboratorios presenciales luego de las orientaciones de aula logra un incremento en los resultados positivos e interesantes que deben analizarse con detenimiento.

En el siguiente gráfico, se puede observar una comparación entre las cuatro evaluaciones realizadas hasta el momento:

<b>Primera Evaluación</b> (20 estudiantes escogidos al azar)	Evaluación diagnóstica previa a todo el proceso de intervención.
<b>Segunda Evaluación</b> (20 estudiantes escogidos al azar)	Evaluación posterior a la Orientación Teórica de Aula Semipresencial.
<b>Tercera Evaluación</b> (Grupo 1)	Evaluación del proceso luego de realizar la Orientación Teórica + Los Laboratorios Virtuales.
<b>Cuarta Evaluación</b> (Grupo 2)	Evaluación del proceso luego de realizar la Orientación Teórica + El Laboratorio Presencial.



**Grafico 7.** Comparativa entre evaluaciones diagnósticas 1, 2, 3 y 4.

A partir del gráfico anterior se puede percibir un incremento ligeramente mayor cuando se realiza un laboratorio presencial que en el caso de aplicar un laboratorio virtual después de una orientación teórica. Esto es particularmente evidente en grupo de preguntas *interpretativas*. Sin embargo, también se debe mencionar que



la aplicación del laboratorio virtual tuvo resultados ligeramente mayores que el laboratorio presencial en las preguntas *argumentativas*; esto pudo deberse a que el laboratorio virtual utilizado en esta intervención, contenía muchas explicaciones teóricas durante la misma práctica e incluía diagramas visuales y animaciones muy detalladas para explicar los fenómenos de calentamiento desde el punto macroscópico y molecular. Ahora bien, cuando se analiza la comparación entre los resultados de las preguntas interpretativas y argumentativas de la gráfica 7 teniendo en cuenta la desviación estándar, las diferencias entre el laboratorio virtual y el presencial, no son significativas.

Pese a esto, debe mencionarse que en las preguntas *propositivas*, la aplicación del laboratorio presencial sí obtuvo resultados significativamente mejores que con la aplicación de los laboratorios virtuales. Si se tiene presente que este tipo de preguntas ha tenido los resultados más bajos a lo largo de todo el proceso, obtener este incremento resulta bastante significativo e importante.

El incremento en cada una de las competencias Interpretativa, Argumentativa y Propositiva, en el caso de la aplicación del laboratorio presencial en comparación con la simple clase teórica semipresencial fue del 11%, 4% y 22% respectivamente.

### **3.1.10. Resultados de Articular las Prácticas de Laboratorio Virtual y Presencial.**

Para poder observar los resultados de la aplicación de los laboratorios virtuales articulados a los laboratorios presenciales, se tomó a los estudiantes del Grupo 3 para que –una vez terminada la orientación teórica– realizaran primero las prácticas de laboratorio virtual y posteriormente concluyeran con una práctica de laboratorio presencial. Al finalizar esta articulación del curso teórico a los laboratorios virtuales y presenciales, se realizó la Quinta Evaluación a los estudiantes. Tal como ya se hizo con los Grupos 1 y 2, esta Quinta Evaluación es idéntica a la Segunda Evaluación, sólo se cambió el orden de las preguntas sin que los estudiantes conocieran las respuestas de esta evaluación ni los resultados obtenidos por ellos la primera vez que la realizaron.

Los resultados obtenidos de esta Quinta Evaluación por los estudiantes del Grupo 3 se registran en la siguiente gráfica:

**Tabla 16:** Resultados de las preguntas Interpretativas.

<b>PREGUNTAS INTERPRETATIVAS</b>	<b>NÚMERO DE ESTUDIANTES QUE RESPONDIERON CORRECTAMENTE</b>	<b>PORCENTAJE DE ESTUDIANTES QUE RESPONDIERON CORRECTAMENTE</b>
Pregunta 2	19 de 20	95%
Pregunta 5	18 de 20	90%
Pregunta 7	17 de 20	85%
Pregunta 10	17 de 20	85%
<b>PROMEDIO TOTAL</b>		<b>89 %</b>
<b>DESV. EST.</b>		<b>4.8</b>

**Tabla 17.** Resultados de las preguntas Argumentativas.

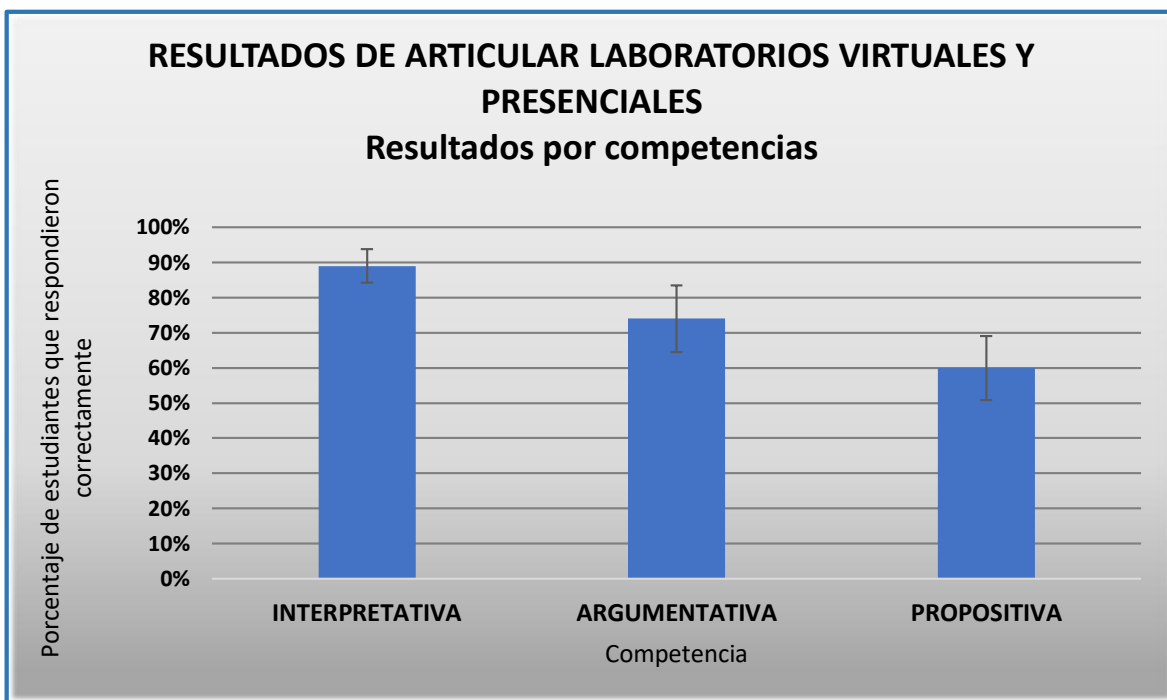
<b>PREGUNTAS ARGUMENTATIVAS</b>	<b>NÚMERO DE ESTUDIANTES QUE RESPONDIERON CORRECTAMENTE</b>	<b>PORCENTAJE DE ESTUDIANTES QUE RESPONDIERON CORRECTAMENTE</b>
Pregunta 4	16 de 20	80%
Pregunta 6	15 de 20	75%
Pregunta 9	16 de 20	80%
Pregunta 11	12 de 20	60%
<b>PROMEDIO TOTAL</b>		<b>74 %</b>
<b>DESV. EST.</b>		<b>9.5</b>

**Tabla 18.** Resultados de las preguntas Propositivas

<b>PREGUNTAS PROPOSITIVAS</b>	<b>NÚMERO DE ESTUDIANTES QUE RESPONDIERON CORRECTAMENTE</b>	<b>PORCENTAJE DE ESTUDIANTES QUE RESPONDIERON CORRECTAMENTE</b>
Pregunta 1	14 de 20	70 %
Pregunta 3	10 de 20	50%
Pregunta 5	11 de 20	55 %
Pregunta 12	13 de 20	65 %
<b>PROMEDIO TOTAL</b>		<b>60 %</b>
<b>DESV. EST.</b>		<b>9.1</b>

Margen de error estratificado<sup>6</sup>: **4.58**

<sup>6</sup> El procedimiento para el cálculo de este margen de error estratificado, se encuentra en el Apéndice I.



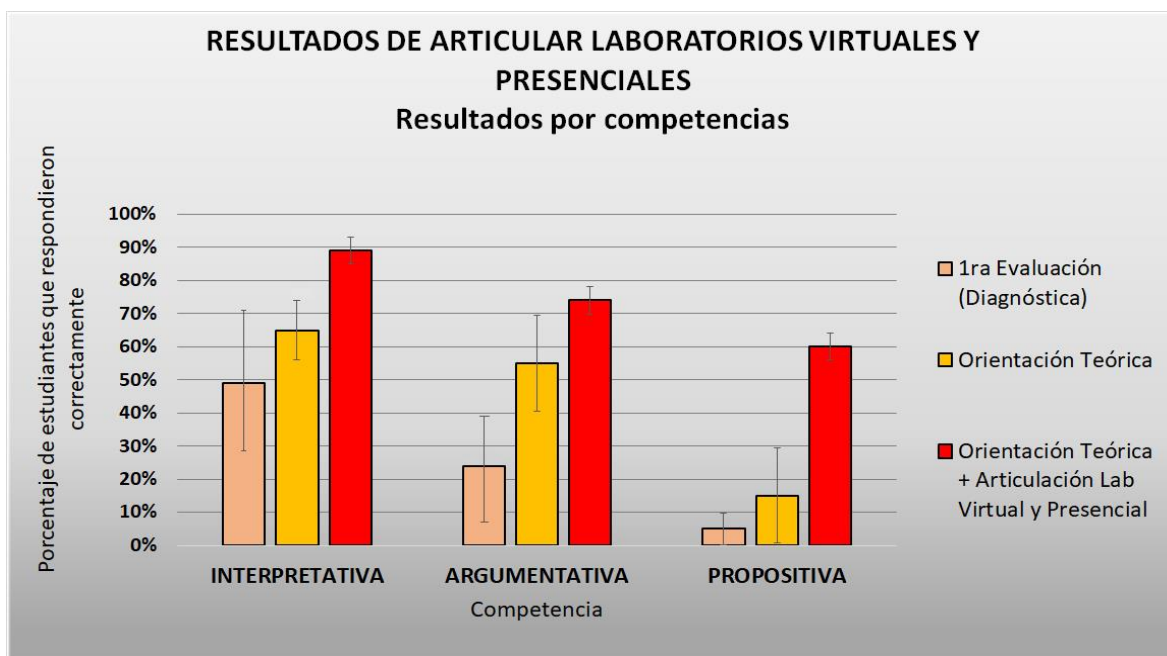
*Ilustración 8: Los valores sobre las barras corresponden a la desviación estándar.*

**Grafico 8.** Resultados de la Quinta Evaluación diagnóstica por competencias luego de aplicar la articulación los laboratorios virtuales y presenciales.

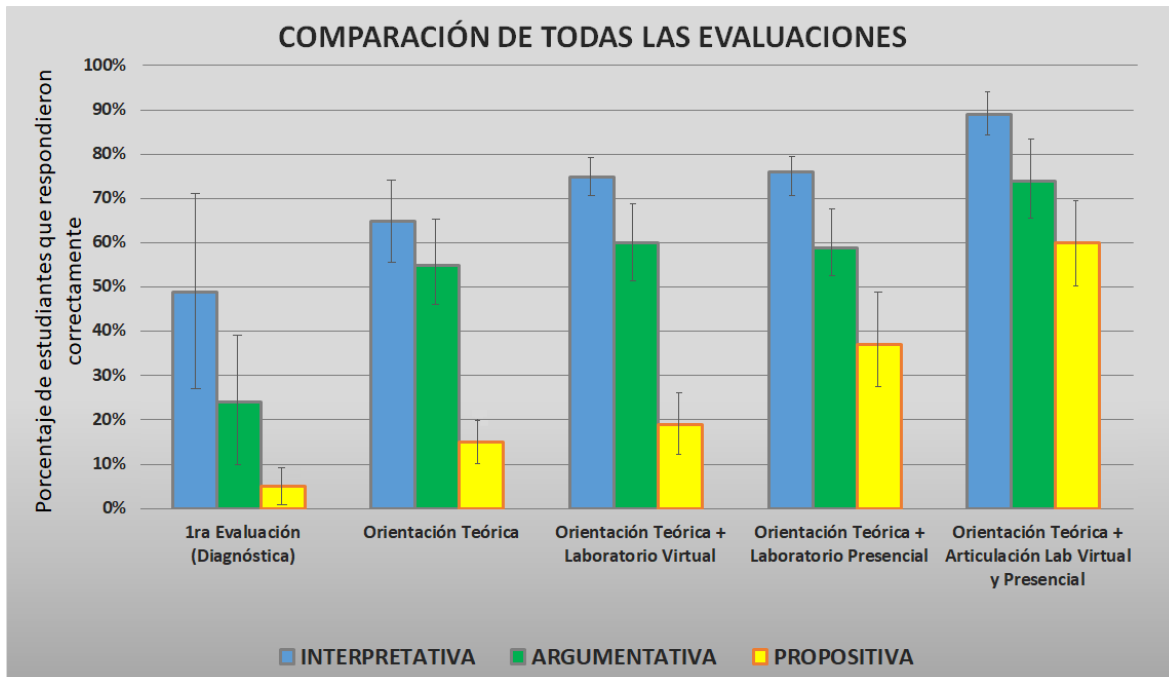
Luego de observar este gráfico, se percibe un interesante incremento en los resultados obtenidos por los estudiantes es esta última prueba. De hecho, en comparación con las evaluaciones anteriores, los resultados obtenidos luego de articular los laboratorios virtuales y presenciales a la orientación teórica semipresencial son significativamente positivos.

En el siguiente gráfico, se puede observar una comparación entre esta última evaluación con respecto a las evaluaciones realizadas a lo largo de todo el proceso:

<b>Primera Evaluación</b> (20 estudiantes escogidos al azar)	Evaluación diagnóstica previa a todo el proceso de intervención.
<b>Segunda Evaluación</b> (20 estudiantes elegidos al azar)	Evaluación de la Orientación Teórica de Aula Semipresencial.
<b>Tercera Evaluación</b> (Grupo 1)	Evaluación del proceso luego de realizar la Orientación Teórica + Los laboratorios virtuales.
<b>Cuarta Evaluación</b> (Grupo 2)	Evaluación del proceso luego de realizar la Orientación Teórica + El Laboratorio Presencial.
<b>Quinta Evaluación</b> (Grupo 3)	Evaluación del proceso luego de realizar la Orientación Teórica + El laboratorio Virtual + El laboratorio Presencial.



**Grafico 9.** Comparativa entre la Primera y Segunda Evaluación diagnóstica frente a la Quinta Evaluación realizada luego de la Articulación de laboratorios virtuales y presenciales.



**Gráfico 10.** Comparativa de todas las evaluaciones realizadas a lo largo de la intervención.

Luego de observar estos dos últimos gráficos, es posible tener una apreciación del impacto que puede causar una articulación entre los laboratorios virtuales y presenciales cuando estos se enfocan a un tema propio del contexto de los estudiantes.

También es de destacar el elevado incremento en las preguntas de tipo *propositivo* que inicialmente tenía una media del 5% en la primera evaluación diagnóstica, o del 15% luego de la orientación teórica, pasó a alcanzar una media del 60% gracias a la articulación de ambos laboratorios.

Aunque persiste la tendencia a tener menores resultados en las preguntas propositivas, es muy significativo el incremento en este tipo particular de pregunta que requiere del estudiante el mayor grado de apropiación de los temas vistos durante todo el proceso.

Pese a los resultados favorables de la intervención, debe tenerse presente que esta propuesta se encuentra enmarcada en un método de investigación cualitativo (*investigación-acción*) y con un enfoque *crítico social*. Por lo tanto, los resultados obtenidos en estas evaluaciones, sólo son orientadores y ayudan a percibir la

*tendencia* en el conocimiento de los estudiantes luego de ir aplicando gradualmente la presente propuesta.

## 3.2. Conclusiones y Recomendaciones.

### 3.2.1. Conclusiones.

- El diagnóstico previo de los conocimientos y competencias de los estudiantes permitió confirmar la existencia de profundas confusiones sobre el concepto de energía, calor y temperatura en los saberes previos de los estudiantes. De esta forma, se logró determinar algunas de las falencias puntuales de los estudiantes respecto a sus conocimientos de termoquímica. Esta valiosa información ayudó mucho para la estructuración y ajuste de la propuesta.
- La articulación de los laboratorios virtuales y presenciales es posible y viable gracias a algunas plataformas de aprendizaje virtual que lo facilitan. En el caso del presente trabajo, la plataforma MODDLE hizo posible los estudiantes interactuaron con los simuladores de laboratorio, luego de sus jornadas académicas. Así se optimizó mucho el tiempo necesario para la realización de esta intervención. De este modo, la estrategia que articulaba un curso semipresencial de termoquímica, seguido de un laboratorio virtual y un posterior laboratorio presencial resultó ser correcta y acertada.
- Los resultados obtenidos a través de las diferentes actividades con los grupos de estudiantes muestran que articulación entre laboratorios presenciales y laboratorios virtuales favoreció el proceso de aprendizaje de los fundamentos de la termoquímica.
- El uso del carbón como eje integrador de conceptos y trabajo experimental promovió de manera significativa el interés de los estudiantes por el aprendizaje contextualizado de la termoquímica.
- La identificación de los saberes previos de los estudiantes sobre los conceptos básicos de la termoquímica, y su posterior transformación en conceptos propios de la ciencia, sirvió como anclaje de los nuevos conocimientos adquiridos en termoquímica. Los resultados de las evaluaciones mostraron que los estudiantes fueron progresivamente comprendiendo los conceptos de energía, calor, temperatura y balance de energía.
- La construcción de un calorímetro escolar permitió a los estudiantes adquirir habilidades y destrezas propias del trabajo experimental en el laboratorio. Esto se evidencia en la calidad de los resultados experimentales obtenidos.

- Es posible utilizar el carbón como materia prima en la realización de laboratorios presenciales, enfocados al estudio de las propiedades caloríficas, calorimetría y reacciones de combustión.
- La enseñanza contextualizada de la termoquímica, puede potencializarse significativamente cuando se emplea una articulación planificada entre los laboratorios virtuales y presenciales.

### **3.2.2. Recomendaciones.**

Al terminar un proceso como este, surgen de forma natural algunas recomendaciones que pueden aplicarse a la propuesta en el futuro cercano, las cuales pueden ayudar a comprender mejor los resultados obtenidos en esta ocasión.

La primera recomendación, sería aplicar nuevamente toda esta intervención, a un grupo de estudiantes diferente al que participó en esta oportunidad. La razón de esta recomendación, es que tener datos de una segunda intervención, podría ayudar a comprender mejor, cuán provechosa resulta la articulación de laboratorios virtuales y presenciales, en los cursos de Química de secundaria y media. Sin embargo, debido a la ajustada agenda y al corto tiempo disponible para la entrega de este trabajo, no fue posible replicar la intervención en un grupo de estudiantes diferente. Se invita al lector del presente trabajo, a profundizar en el diseño y aplicación de estrategias didácticas que tengan relación con la articulación de laboratorios virtuales y presenciales, ya que el presente trabajo, es sólo una puerta de entrada que abre el camino para futuros estudios e investigaciones sobre este asunto.

Respecto al calorímetro escolar para la combustión del carbón, debe reconocerse que el proceso de diseño fue complejo y agotador. La elección de los materiales adecuados, el diseño de su estructura y los ajustes de funcionamiento, obligaron a que se construyeran numerosos prototipos previos, de los cuales, se eligió sólo el modelo más seguro y fácil de fabricar. Sin embargo, una vez elegido el modelo de calorímetro a utilizar, la actividad de fabricación con los estudiantes fue muy amena y agradable. Por esta razón, se recomienda incluir un espacio destinado a desarrollar habilidades de construcción y fabricación de un dispositivo en un curso de química, ya que esto permite cambiar la dinámica normal de las clases, evita la monotonía y despierta el interés de los estudiantes.



Otra recomendación, surgió de los mismos estudiantes en los conversatorios realizados al terminar el proceso. Ellos notaron que, en ocasiones, la tapa del calorímetro escolar era difícil quitar. Por esta razón, algunos estudiantes propusieron hacer cambios en el ajuste de la tapa del calorímetro.

También se descubrió que la precisión del calorímetro, puede mejorarse aún más, si se hace una curva de calibración usando diferentes cantidades de etanol. Así podría estimarse la pérdida del calorímetro en función de la cantidad de combustible empleada. Esta sugerencia surge a raíz de la observación de los estudiantes, quienes notaron que, el calor perdido por el calorímetro es mucho mayor, cuando se utilizan cantidades mayores de combustible en el experimento.

Por último, se recomienda realizar el proceso de intervención en espacios de tiempo más cómodos y flexibles que los empleados en esta ocasión. Aunque el tiempo utilizado en esta oportunidad fue ajusto y muy preciso, es de esperar que, si el proceso se hubiera realizado con periodos de tiempo más amplios, la asimilación de los saberes y las competencias pudo haber sido mucho mejor.

# A. ANEXO: PRIMERA EVALUACIÓN DIAGNÓSTICA



INSTITUCIÓN EDUCATIVA SAN FERNANDO AMAGÁ

“Uso del carbón como eje central en una articulación de los laboratorios virtuales y presenciales que promueva la enseñanza significativa y contextualizada de la Termoquímica”

## EVALUACIÓN DIAGNÓSTICA.

### ▪ OBJETIVO

Evaluar el grado de apropiación y asimilación de los conceptos de calor, temperatura, trabajo y energía en los estudiantes de básica secundaria y media de la institución educativa San Fernando de Amagá.

NOMBRE DEL ESTUDIANTE \_\_\_\_\_ GRADO \_\_\_\_\_

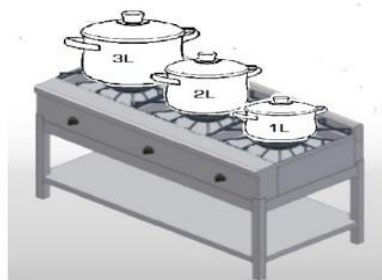
Responda la siguiente evaluación de la forma más honesta y sincera posible.

Observando la ilustración de la derecha, responda las tres primeras preguntas:

1. Se ponen 3 ollas de diferente volumen llenas de agua sobre una estufa durante una misma cantidad de tiempo y al mismo nivel de fuego, tal como se ve en la gráfica.

Usted diría que al terminar el proceso ocurrirá que:

- el agua en la olla de 3 litros tendrá mayor temperatura.
- el agua en las tres ollas alcanzan la misma temperatura.
- el agua en la olla de 1 litro alcanzará la mayor temperatura.
- el agua en las ollas de 2 y 1 litro tendrán la misma temperatura.



2. De acuerdo con la situación descrita en el enunciado anterior, la razón del resultado obtenido es que:

- la olla de 3 litros es la que más calor recibe.
- la olla de 1 litro es la que más calor recibe.
- la olla de 3 litros es la que menos calor recibe.
- las tres ollas reciben la misma cantidad de calor.

3. Suponga que en el caso descrito en el numeral 1, se desea que al terminar el proceso de calentamiento, la temperatura del agua en las tres ollas sea la misma. En ese caso usted optaría por:

- ajustar las tres llaves del fogón para que todas estén en nivel **alto**.
- ajustar las tres llaves del fogón para que todas estén en nivel **bajo**.
- ajustar las llaves de forma directamente proporcional a la cantidad de agua.
- ajustar las llaves de forma inversamente proporcional a la cantidad de agua.

DOCENTE JOSÉ DAVID TEJADA CORREA.  
CIENCIAS NATURALES QUÍMICA



## INSTITUCIÓN EDUCATIVA SAN FERNANDO AMAGÁ

“Uso del carbón como eje central en una articulación de los laboratorios virtuales y presenciales que promueva la enseñanza significativa y contextualizada de la Termoquímica”

4. Una persona se sumerge en una tina de agua fría durante una hora. Al cabo de este tiempo usted diría que:

- a. El agua perderá parte de su calor.
- b. La persona ganará calor del agua
- c. Ninguno de los dos perderá o ganará calor
- d. Sólo el agua ganará calor.



5. Cuando hace frío, muchas personas acostumbran frotarse las manos para calentarse. Usted diría que el calor obtenido de esta manera, proviene principalmente de:

- a. la sangre del cuerpo.
- b. la energía eléctrica del sistema nervioso.
- c. la transformación de energía mecánica en calor.
- d. una reacción química ocurrida en las manos.



6. Al levantarnos de la cama, primero pisamos el tapete y luego la baldosa. En ese caso, seguramente sentiremos más fría la baldosa que el tapete. Si luego de medir la temperatura de ambos descubrimos se estos se encuentran a la misma temperatura, usted diría que una explicación para este fenómeno es que:

- a. La baldosa absorbe calor y el tapete no.
- b. El tapete absorbe calor y la baldosa no.
- c. La baldosa absorbe más calor que el tapete
- d. El tapete absorbe más calor que la baldosa.



7. Cuando se desea fabricar un helado, primero se prepara una bebida líquida que luego se introduce en un refrigerador. Ante esto usted diría que el proceso de solidificación del helado ocurre al interior de la nevera porque:


- a. el helado absorbe energía del refrigerador.
- b. el refrigerador le da energía al helado.
- c. ninguno de los dos pierde o gana energía.
- d. el helado sede energía al refrigerador

DOCENTE JOSÉ DAVID TEJADA CORREA.  
CIENCIAS NATURALES QUÍMICA



## INSTITUCIÓN EDUCATIVA SAN FERNANDO AMAGÁ

“Uso del carbón como eje central en una articulación de los laboratorios virtuales y presenciales que promueva la enseñanza significativa y contextualizada de la Termoquímica”

8. Cuando se quema carbón vegetal para preparar carne a la parrilla, el calor obtenido del carbón proviene de:
- De los protones del átomo de carbono.
  - De los electrones del átomo de carbono.
  - De los neutrones del átomo de carbono.
  - De los enlaces químicos que se formarán con los átomos de carbón.
- 
9. En todas las reacciones de combustión es indispensable la presencia de oxígeno. En vista de esto, usted considera que la mejor opción para aumentar la cantidad de energía liberada en una reacción que utiliza carbón vegetal sería:
- Mantener los trozos de carbón lejos del aire para que la llama no se apague.
  - Triturar el carbón para aumentar la superficie de contacto con el oxígeno.
  - Agregar gasolina para mejorar el contacto del carbón con el oxígeno.
  - Introducir trozos grandes de carbón para aumentar el contacto con el oxígeno.
10. Si se somete al calentamiento de una vela a un vaso de aluminio lleno hasta  $\frac{1}{4}$  de su capacidad con agua durante un minuto. Transcurrido ese tiempo usted diría que:
- El aluminio estará más caliente que el agua.
  - El agua estará más caliente que el aluminio.
  - Ambos tendrán la misma temperatura.
  - Ambos perderán temperatura.
11. Se ha descubierto que el horno de una ladrillera no funciona correctamente. Este horno utiliza carbón mineral como combustible, y se ha descubierto que pese a poner suficiente carbón en el horno, este produce poco calor y tiende a apagarse prematuramente. Ante esta situación usted propone:
- Aumentar la cantidad de carbón al interior del horno para que no se apague.
  - Reducir la cantidad de carbón para obtener más energía con menor costo.
  - Poner en el horno una mezcla de carbón y aceite que es mucho más calorífica.
  - Aumentar la velocidad en el ducto que lleva el aire al interior del horno.

DOCENTE JOSÉ DAVID TEJADA CORREA.  
CIENCIAS NATURALES QUÍMICA



## INSTITUCIÓN EDUCATIVA SAN FERNANDO AMAGÁ

“Uso del carbón como eje central en una articulación de los laboratorios virtuales y presenciales que promueva la enseñanza significativa y contextualizada de la Termoquímica”

12. En la actualidad aún se utilizan hornos de carbón en algunos restaurantes especializados en carnes a la parrilla, ya que el humo del carbón le da un sabor particular a estas preparaciones. Sin embargo, las autoridades ambientales han puesto estrictos controles a este tipo de hornos para reducir la contaminación atmosférica que producen. Si usted tuviera un restaurante con este tipo de parrillas, la mejor opción para evitar sanciones, y contribuir con el medio ambiente es:



- a. Lavar previamente el carbón para quitarle las impurezas y contaminantes.
- b. Comprar el carbón menos contaminante disponible en el mercado.
- c. Asegurarse de poner un filtro de impurezas en la chimenea del horno.
- d. Instalar una chimenea elevada que arroje los gases lejos de las personas.

DOCENTE JOSÉ DAVID TEJADA CORREA.  
CIENCIAS NATURALES QUÍMICA

## B. ANEXO: ORIENTACIÓN TEÓRICA SEMIPRESENCIAL.

A continuación aparece una transcripción del material contenido en la plataforma virtual para el estudio de la termoquímica. Si se desea ingresar directamente a la plataforma basta con seguir los siguientes pasos:

- Visitar el portal del curso virtual de Química.  
<http://maescentics2.medellin.unal.edu.co/~jdtejadac/moodle/?redirect=0>
- Ingresar al curso dando clic al botón del curso “Termoquímica 11°”
- Ingresar el usuario y la contraseña:  
Usuario: invitado  
Contraseña: invitado626
- Realizar las actividades programadas al interior del curso virtual.

Sin embargo, a continuación se presenta una breve transcripción del material utilizado por los estudiantes para el estudio de la termoquímica en dicho portal.

### **Reseña de los videos introductorios:**

Video 1: “*¿Qué es la energía?*”

Disponible en: [https://youtu.be/0O\\_qG-O9hog](https://youtu.be/0O_qG-O9hog)

Video 2: “*La conservación de la energía*”

Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=LXcOrp6Qhy8>

Video 3: “*Experimento transformación de la energía*”

Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=zDjnIC8SEFg>

### **Contenido principal del curso:**



## INSTITUCIÓN EDUCATIVA SAN FERNANDO AMAGÁ

“Uso del carbón como eje central en una articulación de los laboratorios virtuales y presenciales que promueva la enseñanza significativa y contextualizada de la Termoquímica”

### INTRODUCCIÓN A LA TERMOQUÍMICA DOCUMENTO 1 ¿QUÉ ES LA ENERGÍA?



Todos los días estamos en contacto con la energía: al recargar la batería de un celular, la encender el fogón de gas de la cocina, al correr o al recibir el calor del sol. En todas estas situaciones reconocemos que se encuentra presente la energía. Sin embargo, la energía es una idea que -en principio- puede parecer *difícil* de explicar.

Y es difícil porque a la energía no se le puede palpar, pesar, medir ni ver directamente. Esto contrasta con la materia que nos rodea. Mientras que a esta última sí la podemos observar, medir o pesar; a la energía la identificamos y reconocemos principalmente los efectos que provoca.

Para que comprendas cuán difícil es tener una definición concreta de lo que es la energía, vamos a tomar la definición clásica que se encuentra en los libros de texto: “*La energía es la capacidad de realizar un trabajo*”.

Durante mucho tiempo, esta definición fue aceptada y empleada en los cursos de química y física escolares. Sin embargo, sólo basta un par de ejemplos para comprender que esta definición es algo imprecisa. Piensa en lo siguiente:

Una chica que se alimenta saludablemente (es decir que tiene energía), intenta derribar la pared empujándola con todas sus fuerzas. Luego de intentarlo varias veces, descubre que pese a su esfuerzo, la pared sigue en su lugar sin ninguna alteración. En este caso la definición de energía antes vista, no se cumple: La chica tiene energía... pero... no ocurre ningún trabajo (derribar la pared). Como vez, en ocasiones *tener energía... no realiza el trabajo deseado*.



El segundo ejemplo sería pensar en una computadora y un banano. En el caso de la computadora, esta necesita energía para funcionar. En segundo lugar, es conocido por todos que el banano tiene energía. Ahora, si queremos realizar un trabajo (como encender la computadora) usando la energía del banano... veremos que una vez más la definición de energía citada arriba parece no poder explicar completamente lo que la energía realmente es. Pues la energía del banano, no puede hacer el trabajo deseado de encender la computadora.



**ACTIVIDAD:** *Piensa qué es para ti la energía, e intenta -con ayuda de tus compañeros- hacer una nueva definición que explique mejor lo que es la energía.*



La dificultad de encontrar una definición de la energía radica -entre otras cosas- porque la energía se manifiesta de muchas formas: Energía solar, energía eléctrica, energía química (de los alimentos o los combustibles) y de muchas otras formas. Todas esas son manifestaciones diferentes de un mismo concepto: Energía. Por esto resulta conveniente a clasificar la energía de un cuerpo en dos grupos:

La energía del cuerpo  
debida a factores externos

La energía del cuerpo  
contenida en su interior

A continuación explicaremos ambos grupos de energía y sus manifestaciones particulares.

DOCENTE JOSÉ DAVID TEJADA CORREA  
CIENCIAS NATURALES QUÍMICA



## INSTITUCIÓN EDUCATIVA SAN FERNANDO AMAGÁ

“Uso del carbón como eje central en una articulación de los laboratorios virtuales y presenciales que promueva la enseñanza significativa y contextualizada de la Termoquímica”

### ENERGÍA DEBIDO A FACTORES EXTERNOS.

La energía de un cuerpo que se debe a factores externos, se conoce como energía **Mecánica**, y se estudia principalmente en el curso de física. Es por esto que no vamos a extendernos ni a explicar en detalle este tipo de energía, pero sí haremos una breve resumen de ella.

La **Energía Mecánica** agrupa dos formas de energía externa muy fáciles de identificar, la Energía Potencial Gravitacional y la Energía Cinética.

La **Energía Potencial Gravitacional** es la energía que está asociada principalmente con la altura y fuerza de gravedad. Para que un cuerpo tenga energía potencial, es necesario contar con 3 elementos esenciales:



- Masa. (se necesita un cuerpo con masa)
- Una posición elevada en relación a un punto de referencia. (es decir: el cuerpo debe tener elevación)
- Y la fuerza de gravedad (sin gravedad no tendría efecto las dos anteriores).

Mirando el ejemplo del niño que se desliza en la imagen, podemos identificar los 3 factores de la energía potencial: La masa del niño, la altura del deslizadero, y por supuesto la gravedad. La combinación de estos tres factores hace posible la diversión del niño (que desciende a través del tobogán).

**ACTIVIDAD:** Ahora mira la siguiente imagen y trata de encontrar los tres elementos que componen la energía potencial en el esquiador.

La energía potencial hace posible que el esquiador se deslice por la colina de nieve sin necesidad de tener un motor que le impulse. Su impulso proviene de la energía potencial.



¿Cómo crees que quedarán estos autos después del choque?  
Seguramente... ¡quedarán destrozados!

Sin embargo... Analicemos esta situación con detenimiento.  
Si quisiéramos destruir estos autos -aun cuando están nuevos- sólo usando nuestras propias manos tendríamos que hacer mucho esfuerzo. Pero sobre todo, tendríamos que **gastar mucha energía**.



Volviendo al caso del choque, ¿De dónde crees que salió la energía que los destrozó?  
¡De su velocidad! Por lo tanto, cuando se tiene un cuerpo en movimiento, se dice que éste tiene **Energía Cinética**.

Para que un cuerpo tenga energía cinética, hacen falta sólo dos elementos esenciales:

- Masa (se necesita un cuerpo u objeto)
- Y este cuerpo debe estar en movimiento (es decir debe tener velocidad)

Observa ahora el ejemplo de la bola de demolición de la imagen. Esta bola tiene las dos condiciones: Masa y movimiento. Ambas condiciones hacen posible que se realice un trabajo o transformación (Derribar el muro) La energía cinética (masa + velocidad) es la responsable de que se pueda tirar abajo el muro de la imagen.



DOCENTE JOSÉ DAVID TEJADA CORREA  
CIENCIAS NATURALES QUÍMICA





## INSTITUCIÓN EDUCATIVA SAN FERNANDO AMAGÁ

"Uso del carbón como eje central en una articulación de los laboratorios virtuales y presenciales que promueva la enseñanza significativa y contextualizada de la Termoquímica"

Es posible que en este punto hayas notado que la Energía Potencial y la Energía Cinética se pueden transformar entre sí.

Observa el siguiente gráfico y analiza como la energía potencial se transforma en energía cinética y viceversa. Lo cual es posible porque:

*"La energía no se crea ni se destruye, sólo se transforma"*



Recuerda que estas dos formas de energía, (la energía cinética y la potencial gravitacional) hacen parte de la energía mecánica y que ésta es la energía que posee un cuerpo en virtud de factores externos como su posición o su velocidad.

La **Energía Eléctrica** es una de las formas de energía más importantes e interesantes que se pueden estudiar. Desafortunadamente, tampoco vamos a profundizar mucho en ella, pues ésta se analiza en detalle en el curso de física. No obstante es bueno hacerse algunas preguntas sobre esta particular forma de energía: ¿Qué es realmente la electricidad? ¿De dónde sale? ¿Cómo se produce?



Bueno, empecemos por apartes.

La electricidad se manifiesta de muchas formas y seguramente la habrás visto en muchas situaciones. Desde peces eléctricos hasta las tormentas eléctricas. Todas estas manifestaciones nos permiten tener una idea de lo que es la electricidad. Sin embargo, *-en términos básicos y generales-* podríamos decir que la **Corriente Eléctrica** es:

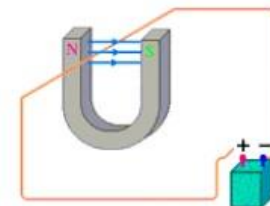
*"Un flujo de electrones a través de un material conductor"*

¿Un flujo de electrones?

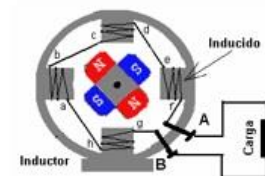
¿Y ese flujo de electrones de dónde sale?

Para responder estas dos preguntas podríamos analizar el experimento de Michael Faraday en 1831 con el que logró fabricar electricidad a partir de imanes y cables conductores.

Faraday descubrió que al mover un cable de cobre cerca de un campo magnético (imán), esto provoca un flujo de electrones (corriente eléctrica) a través del cable.

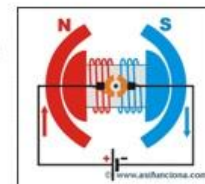


El *"problema"* con este descubrimiento de Faraday, es que si el movimiento del cable se detenía, el flujo de electrones -es decir la corriente eléctrica- también se cesaba. Para resolver este "problemita" se construyeron generadores eléctricos, que son dispositivos que tienen grandes cantidades de cable enrollado junto a dos o más imanes. En el generador los imanes giran cerca de los cables eléctricos -o viceversa- para producir corriente.



Al margen derecho puedes ver el ejemplo de dos generadores eléctricos distintos.

En cualquier caso, es el movimiento cercano entre los *imanes y los cables* lo que produce ese flujo de electrones que llamamos Corriente eléctrica.



DOCENTE JOSÉ DAVID TEJADA CORREA  
CIENCIAS NATURALES QUÍMICA



## INSTITUCIÓN EDUCATIVA SAN FERNANDO AMAGÁ

“Uso del carbón como eje central en una articulación de los laboratorios virtuales y presenciales que promueva la enseñanza significativa y contextualizada de la Termoquímica”

Ahora bien. Para mantener este movimiento, tenemos muchas opciones diferentes. Algunas de las más frecuentes son: Aprovechar el movimiento del viento, del agua, la fuerza del vapor o cualquier otra cosa que mantenga el movimiento entre cables e imanes al interior del generador.



### ENERGÍA DEBIDO A FACTORES INTERNOS

Ahora sí. Llegamos al apartado que sí nos interesa en química. Ahora vamos a concentrarnos en la energía contenida al interior del cuerpo. Esta energía la llamaremos **Energía Interna**.

Para ilustrarlo, piensa en los explosivos que se utilizan en las minas de carbón. Dentro de ellos hay energía. Pero esa energía no depende de factores externos como su velocidad o su posición. Simplemente la energía se encuentra en su interior, en sus átomos y moléculas. Esta es la energía que vamos a analizar en el curso de química.



La energía interna de un cuerpo se escribe con la letra U, y agrupa toda la energía contenida en las partículas que componen la sustancia, lo que incluye (entre otras):

- La Energía debida al movimiento y agitación de las partículas.
- La Energía debida a las fuerza de atracción entre las moléculas
- Y la Energía contenida en los enlaces químicos.

Conocer la totalidad de energía interna que contiene una sustancia es prácticamente imposible. Pero sí podemos determinar la **variación de energía interna  $\Delta U$** .

Cuando un cuerpo participa en una reacción química, es posible que libere una parte de la energía interna, lo cual indica que su energía interna disminuyó en una cantidad equivalente a la energía liberada durante la reacción.

Piensa por ejemplo en la combustión del carbón. Cuando se realiza la reacción de combustión del carbón, la energía contenida en su interior es desconocida, pero la energía que libera (en forma de calor) sí la podemos medir y determinar. De esta forma podremos determinar el cambio de energía interna  $\Delta U$  de una sustancia.



Todas estas consideraciones las vamos a ampliar y profundizar formalmente en los documentos posteriores del curso de termoquímica.

DOCENTE JOSÉ DAVID TEJADA CORREA.  
CIENCIAS NATURALES QUÍMICA



## INSTITUCIÓN EDUCATIVA SAN FERNANDO AMAGÁ

"Uso del carbón como eje central en una articulación de los laboratorios virtuales y presenciales que promueva la enseñanza significativa y contextualizada de la Termoquímica"

### INTRODUCCIÓN A LA TERMOQUÍMICA DOCUMENTO 2 ¿QUÉ SON EL CALOR Y LA TEMPERATURA?



Cuando se estudia termoquímica, es importante hacer una distinción entre lo que es el calor y la temperatura. Es frecuente en el lenguaje cotidiano decir expresiones como: "*esto está muy caliente*", "*Hace mucho calor*". En estas expresiones las palabras *calor* y *temperatura* parecen significar lo mismo. Sin embargo, cuando estudiamos termoquímica de manera formal, es importante tener presente que los términos calor y temperatura...NO son lo mismo, y tienen significados distintos a que tienen en el lenguaje cotidiano. Para comprender mejor lo que realmente significan estos dos importantes términos, es necesario que en primer lugar tengamos claridad sobre otros términos que se explicarán a continuación.

#### SISTEMAS

Para hacer un correcto estudio de la energía y su comportamiento, es necesario delimitar el espacio que vamos a estudiar dividiéndolo en dos partes o regiones claramente definidas.

La primera porción del espacio que nos concierne, es aquella donde ocurre el fenómeno o reacción que estamos estudiando concretamente. Ya sea éste un vaso de precipitados o un Erlenmeyer; diremos que el lugar -o recipiente- donde se encuentra la mezcla de reactivos recibirá el nombre **Sistema**.

La segunda porción del espacio que tiene especial interés, es aquella que se encuentra justo alrededor de nuestro sistema. Éste recibirá en nombre de **Entorno**.

Ahora bien, el conjunto conformado por el Sistema y el Entorno recibe el nombre de **Universo**.

Es importante señalar que un sistema puede ser un aislado, cerrado o abierto.

Un sistema se considera **aislado** cuando no tiene contacto alguno con el entorno. Para lograr dicha condición, el sistema debe estar rodeado de paredes hechas con materiales aislantes, rígidos y sellados. En los sistemas aislados no hay intercambio de materia o energía con el entorno.

Un ejemplo muy cercano a los sistemas aislados sería un termo para café caliente. Mientras la bebida caliente se encuentre *dentro* del termo, diremos que ésta se encuentra *aislada* del entorno -aunque no completamente- gracias a las paredes herméticas y aislantes del termo.

Por otra parte, en los sistemas **cerrados** si bien se mantiene constante la cantidad la materia en su interior, estos sí intercambian energía con el entorno, ya sea entregando energía al entorno o viceversa, tal como ocurre en las bolsas de hielo que usan los deportistas para aliviar sus lesiones.

En este caso el sistema (hielo dentro de la bolsa) ganará o recibirá energía proveniente del entorno (cuerpo del deportista). No obstante, al terminar el proceso, la masa de hielo -ya convertida en agua líquida- se mantendrá invariable al interior del sistema.

SISTEMA



ENTORNO



SISTEMA AISLADO



DOCENTE JOSÉ DAVID TEJADA CORREA  
CIENCIAS NATURALES QUÍMICA



## INSTITUCIÓN EDUCATIVA SAN FERNANDO AMAGÁ

"Uso del carbón como eje central en una articulación de los laboratorios virtuales y presenciales que promueva la enseñanza significativa y contextualizada de la Termoquímica"

Finalmente, los sistemas **abiertos** son aquellos que intercambian libremente materia como energía con su entorno. Estos sistemas tienen un especial interés para nosotros, ya que éstos son sistemas más habituales y frecuentes en la vida diaria. Un ejemplo de sistema abierto de la combustión del carbón mineral. Cuando se realiza esta reacción en una cámara de combustión, se convierte en un ejemplo de sistema abierto.

### SISTEMA ABIERTO



¿Recuerdas qué es un sistema? ¿Cuándo son cerrados, abiertos o aislados?

### ACTIVIDAD:



1. Observando la imagen 1 identifica cuál es el sistema, el entorno y al universo.
2. En la imagen 2. Identifica cuál de ellos es un sistema aislado, cerrado o abierto.

### UNIDADES DE ENERGÍA

La unidad de energía en el Sistema Internacional (S.I.) es  $(\text{kg} \cdot \text{m}^2)/\text{s}^2$  y recibe el nombre de *joule* (J), en honor del físico inglés James Prescott Joule. En química se usan con frecuencia los **kilojoules** (kJ) para medir la energía ya que el Joule es una unidad relativamente pequeña en comparación a las cantidades de energía analizadas en los procesos cotidianos o de laboratorio.

Además del Joule y el Kilojoule, los químicos y los bioquímicos usan en ocasiones la unidad *caloría* (con *c* minúscula) definida tradicionalmente como la energía necesaria para elevar en 1 °C la temperatura de 1 g de agua (específicamente, de 14.5 °C a 15.5 °C), pero actualmente se prefiere decir que una caloría es simplemente el equivalente a 4.184 J.

$$1 \text{ cal} = 4.184 \text{ J}$$

En nutrición también se utiliza una unidad similar: *Caloría* (con *C* mayúscula) que equivale a 1000 calorías, o una kilocaloría (kcal). Si organizamos las unidades de medida para la energía tendríamos que:

$$1 \text{ Cal} = 1000 \text{ cal} = 1 \text{ kcal} = 4.184 \text{ kJ}$$

### TRABAJO.

En el documento anterior, hablamos de trabajo, sin darle una definición formal. Sin embargo, ahora sí debemos definir con claridad qué es el trabajo. En termoquímica el trabajo es una propiedad fundamental ya que permite comprender la relación entre otros conceptos y propiedades.

**El trabajo** puede entenderse como "el movimiento realizado en contra de una fuerza que se opone"

Para ilustrar esto dentro del contexto de la química, podríamos pensar en las baterías de litio que usan los dispositivos electrónicos actuales. En este caso la energía química contenida de la batería, realiza un *trabajo* al

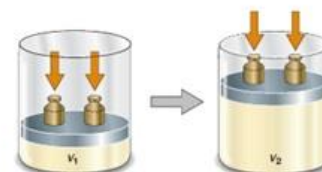
DOCENTE JOSÉ DAVID TEJADA CORREA  
CIENCIAS NATURALES QUÍMICA



impulsar la corriente eléctrica a través de los cables y circuitos electrónicos del dispositivo, los cuales presentan una resistencia natural al flujo de dicha corriente eléctrica. Así mismo, las antiguas locomotoras de vapor tomaban la energía química contenida en el carbón, para realizar el *trabajo* de mover los vagones del tren de un lugar a otro. Es por esto que, podríamos calificar un proceso como *trabajo*, si –de una u otra forma– dicho proceso puede usarse para levantar un determinado peso.

También puede usarse como ejemplo el caso de un gas contenido dentro de un cilindro y un pistón. Si este gas al expandirse puede levantar un peso, en ese caso diremos que el sistema ha realizado un trabajo.

Para calcular la cantidad de trabajo realizado por un gas al expandirse, basta con realizar el producto de la presión en que se encuentra el gas y el cambio de su volumen, así:



(Trabajo realizado por un gas =  $P\Delta V$ )

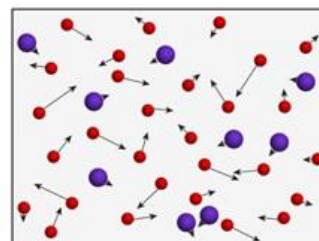
### TEMPERATURA Y CALOR.

Como ya se mencionó al inicio de este documento, los términos temperatura y calor son bastante familiares y ampliamente utilizados en todo tipo situaciones cotidianas. Sin embargo, es bastante frecuente que confundan ambos términos al utilizarlos indistintamente o que tengan ideas contrarias al verdadero significado real que ambos términos tienen dentro del estudio de la termoquímica.

En este contexto, **la temperatura** debe entenderse como la medida cuantitativa de una pequeña parte de la energía interna: el movimiento o agitación de las partículas que componen un cuerpo.

*¿Recuerdas qué es la Energía Interna U?*

Por lo tanto, debes tener presente que al momento de poner un termómetro en contacto con un objeto para medir su temperatura, en realidad sólo estás determinando cuán agitadas están las partículas de dicha sustancia. A modo de ejemplo, si dos cuerpos presentan diferentes temperaturas, es porque el grado de agitación o movimiento de sus moléculas es diferente en cada uno de ellos. O dicho de otra forma: si se incrementa la agitación de las moléculas en un sistema, entonces también aumentará el valor de su temperatura.



Esta agitación en las partículas de un sistema, también se conoce como *energía térmica*, y –tal como se dijo antes– ésta es sólo una parte de la Energía Interna U. Teniendo esto presente, podríamos expresar la temperatura como la medida de la energía térmica que posee un cuerpo.

Ahora bien, aunque es cierto que los conceptos de calor y temperatura se encuentran estrechamente ligados entre sí, ambos términos se refieren a ideas completamente diferentes.

Por otra parte, cuando en termoquímica se habla de **Calor**, se está haciendo referencia es esa porción de energía interna que es transferida entre el sistema y su entorno. Transferencia que sólo puede ocurrir cuando existe una diferencia de temperatura entre el sistema y el entorno. Por consiguiente, al ser el **calor** una manifestación de la energía interna, éste también se considera una forma de energía.

Dicho esto, es importante enfatizar que el calor no es lo mismo que la energía térmica, pues el calor es en realidad *la transferencia* de esa energía térmica de un cuerpo a otro. Y dicha transferencia sólo ocurre del cuerpo con mayor temperatura hacia el de menor temperatura. Por lo tanto, si el sistema y el entorno se encuentran a la



## INSTITUCIÓN EDUCATIVA SAN FERNANDO AMAGÁ

"Uso del carbón como eje central en una articulación de los laboratorios virtuales y presenciales que promueva la enseñanza significativa y contextualizada de la Termoquímica"

misma temperatura, (aunque tengan suficiente energía térmica en su interior) no habrá manifestación de calor entre ellos, es decir, no habrá transferencia de energía térmica.

Ahora bien es importante aclarar que la transferencia de energía térmica entre dos cuerpos, o entre un sistema y su entorno puede ocurrir de tres formas distintas a saber: radiación, convección o por conducción.

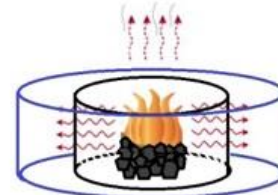
Decimos que ocurre transferencia de energía térmica por **radiación** cuando esta se realiza a través ondas electromagnéticas. Así, cuando un cuerpo se expone a un tipo de radiación como la proveniente del sol, esta hace que las moléculas del cuerpo aumenten su energía térmica, es decir, incrementen el grado de agitación o movimiento de sus partículas.

En cambio, la transferencia por **conducción** ocurre cuando moléculas (ya sean del mismo cuerpo o de objetos distintos) se encuentran a diferente temperatura, pero en contacto físico directo. A causa de esto, se presentarán choques moleculares en la superficie de contacto que transmitirá la agitación de las moléculas con mayor movimiento a las moléculas con menor temperatura.

Finalmente la **convección** es un mecanismo de transferencia de energía térmica que se presenta en los fluidos – ya sean estos líquidos y gases- que consiste en la tendencia que tienen las masas de fluido con mayor temperatura a elevarse provocando así un flujo de masa al interior del sistema.

Cuando la energía térmica se traslada desde el sistema hacia su entorno, entonces dicho proceso recibe el nombre de **Exotérmico**. Mientras que las transferencias de energía térmica desde el entorno hacia el sistema se conocen como procesos **Endotérmicos**.

Para comprender esto mejor, en las próximas clases vamos a construir un calorímetro escolar para la combustión del carbón, para ponerlo a prueba en el laboratorio. Este dispositivo puede demostrar de forma práctica no sólo lo que es un proceso exotérmico o endotérmico, sino además ilustrar claramente las tres formas de transferencia de energía térmica en un solo fenómeno.



Aunque ya analizaremos este particular calorímetro posteriormente, por ahora podemos decir que este dispositivo cuenta con una cámara de combustión central. Esta cámara vamos a poner carbón mineral para luego encenderlo. Así mismo, el calorímetro cuenta con una segunda cámara que rodea la cámara de combustión central. En esta segunda cámara pondremos agua con la intención de medir sus cambios de temperatura. Ahora imagina que este calorímetro es similar a la imagen de la derecha.

Así, el calor liberado por el carbón, llegará a la pared de la cámara de combustión por **radiación**. Luego esta pared transmitirá el calor al agua circundante por **conducción**, y finalmente, una parte del calor saldrá del calorímetro por **convección**.

### CAPACIDAD CALÓRICA

La capacidad calórica es la relación entre el calor transferido a un objeto y el correspondiente cambio en su temperatura.

También pueden ver la capacidad calórica como una propiedad que permite medir la reacción de un cuerpo (es decir su cambio de temperatura) luego de sufrir una transferencia de energía calor. O si prefieres, el calor específico es una propiedad de cada sustancia que permite determinar cuánta es la resistencia de una sustancia a cambiar su temperatura cuando se somete a un suministro de calor.

Para comprender esto mejor, observa los siguientes ejemplos.

DOCENTE JOSÉ DAVID TEJADA CORREA  
CIENCIAS NATURALES QUÍMICA



## INSTITUCIÓN EDUCATIVA SAN FERNANDO AMAGÁ

"Uso del carbón como eje central en una articulación de los laboratorios virtuales y presenciales que promueva la enseñanza significativa y contextualizada de la Termoquímica"

Imagina que en una olla con sopa caliente, se ponen dos cucharas diferentes. Una es de acero inoxidable y la otra es de madera. Luego de dejar a ambas cucharas el mismo tiempo en contacto con la sopa ¿Cuál de las dos cogerías con la mano sin temor a sufrir una quemadura?



¡Correcto! La cuchara de madera. Pero... ¿Por qué?

Por la Capacidad Calórica. Aunque ambas cucharas se expusieron a la misma cantidad de calor, estas no reaccionan igual al mismo estímulo. Una incrementará rápidamente su temperatura y la otra no.

La capacidad calórica es una *propiedad extensiva* pues depende de la cantidad de materia: a mayor cantidad de sustancia, más calor se requiere para incrementar su temperatura. Es por esto que con frecuencia se prefiere utilizar el valor de la capacidad calórica dividido por la masa, el cual recibe el nombre de **Calor Específico** que es una *propiedad intensiva*, pues su valor no dependerá de la cantidad de materia. El calor específico es propio de cada sustancia, por lo que suele haber tablas con el valor del calor específico correspondiente a cada sustancia.

El concepto de calor específico es muy importante ya que permite diferenciar los conceptos de calor y temperatura, y nos ayuda a comprender por qué dos cuerpos diferentes pero con igual cantidad de masa, pueden recibir la misma cantidad de calor y sin embargo, experimentar distintos incrementos de temperatura.

### LEY DE LA CONSERVACIÓN DE LA ENERGÍA

La ley de la conservación de la energía establece que la cantidad total de energía en cualquier sistema físico tiene que permanecer invariable en el tiempo, siempre y cuando podamos mantenerlo aislado y sin interacción con ningún otro sistema. Aunque toda esa energía al interior del sistema puede transformarse en otras formas de energía, la sumatoria de todas estas se mantendrá constante.

En otras palabras, la ley de la conservación de la energía afirma que la **energía no puede crearse ni destruirse, pero puede transformarse en otra forma de energía**.

Sin embargo, es importante entender que si bien la energía ni se pierde, ni desaparece, ni se destruye; ésta sí se degrada.

Cuando hablamos de degradación de la energía nos referimos a la una menor posibilidad de aprovechamiento de la misma. Cada vez que la energía sufre una transformación, ésta pierde "*calidad*" y será más difícil transformarla o aprovecharla de nuevo.

De este modo, la energía que se emplea realizando algún cambio o transformación, continuará existiendo convertida en otra forma de energía menos aprovechable que la anterior.

Adicional a esto, es muy importante comprender que aunque la energía puede manifestarse de muchas formas y pasar de una manifestación a otra; estas transformaciones energéticas tienen varias limitaciones naturales.

Una de dichas limitaciones ocurre al momento de convertir energía de una forma en otra. Sin importar como se realice dicha transformación, una parte de la energía original terminará convertida –inevitablemente– en calor.

Otra limitante propia del comportamiento natural de la energía radica en que si bien toda forma de energía puede transformarse totalmente en calor; el calor no puede transformarse completamente en otro tipo de energía. Esta situación pone en evidencia que **el calor es la forma más degradada (o menos aprovechable) de la energía**.

Aquí se hace evidente que muchas transformaciones energéticas son irreversibles. Piensa por ejemplo en el caso del carbón mineral. Mientras la extracción de la energía térmica del carbón mineral es un proceso que requiere

DOCENTE JOSÉ DAVID TEJADA CORREA  
CIENCIAS NATURALES QUÍMICA



## INSTITUCIÓN EDUCATIVA SAN FERNANDO AMAGÁ

“Uso del carbón como eje central en una articulación de los laboratorios virtuales y presenciales que promueva la enseñanza significativa y contextualizada de la Termoquímica”

poco tiempo y energía, a la naturaleza le tomó miles de años poner toda esa energía dentro de esos pequeños trozos de carbón. En otras palabras, para el caso del carbón: sacar energía es fácil, volverla a poner allí es casi imposible.

También es de gran importancia que los estudiantes comprendan que para transferir energía de un cuerpo a otro, siempre será necesario que la energía contenida en el cuerpo inicial se convierta –primero- en *trabajo y/o calor*, para luego ser almacenada o recibida por el segundo cuerpo. Dicho de otra forma: el calor y el trabajo son las dos únicas formas que permiten *tránsito o transferencia* de energía de un cuerpo a otro. Por lo tanto, siempre que un cuerpo transfiera parte de su energía interna a otro, tendrá que convertir primero esa energía totalmente en calor, o en una combinación calor y trabajo, antes de poder transmitirla al segundo cuerpo.

### LEY DE LA CONSERVACIÓN DE LA ENERGÍA EXPRESADA EN FORMA DE ECUACIÓN.

Para representar la ley de la conservación de la energía en una ecuación formal que relacione el cambio de energía interna, el trabajo y calor en un *sistema cerrado*, es necesario asignar una letra o símbolo a cada una de dichas variables así:

Cambio de energía interna:  $\Delta U$

Trabajo:  $w$

Calor:  $q$

De esta manera, es posible representar la ley de la conservación de la materia en una sola ecuación a saber:

$$\Delta U = w + q \quad (1)$$

Esta ecuación resume gran parte de la disertación expuesta hasta ahora, de forma concisa y directa; por lo que es prudente hacer algunas aclaraciones sobre ella.

**Criterio de signos:** Los signos para el trabajo y el calor, pueden variar de acuerdo con el enfoque y el uso que se le quiera dar la ecuación. En química sin embargo, suele adoptarse el criterio de signos termodinámico, en donde el trabajo realizado por el sistema es tendrá un signo negativo, y el calor cedido o liberado por el sistema, también tendrá signo negativo. Sólo cuando el sistema recibe calor o trabajo, estos tendrán signo positivo.

**Función de estado:** Las funciones de estado son aquellas que al sufrir un cambio, no dependen de la forma o del recorrido en como tuvo lugar dicho cambio. De este modo, el valor de una función de estado sólo dependerá del estado termodinámico en que se encuentre sin importar la manera como puedo llegar a él.

Para ilustrarlo, suponga que se toman 100 gr de agua a 20°C y se eleva la temperatura a 50°C, con lo cual estaremos incrementando la energía interna de la masa de agua. Sin embargo, si en otra ocasión tomamos la misma masa de agua a 20°C y se incrementa su temperatura hasta los 95°C, para luego dejarla enfriar hasta los 50°C, entonces diremos que el cambio de energía interna en ambos procesos será el mismo, esto porque en ambos casos la temperatura inició a 20°C y terminó a 50°C, sin importar que se hayan empleado procedimientos completamente diferentes.

Es por esto que se considera al cambio en la energía interna  $\Delta U$ , como una función de estado. Esto porque sin importar la forma en que ocurra dicho cambio, lo realmente importante es la diferencia entre su estado final e inicial.

En cambio, el trabajo y el calor sí dependen estrechamente de la manera como se realicen. Para ilustrarlo basta con mencionar que es posible incrementar la energía interna de un sistema en una cantidad X realizando exclusivamente trabajo sobre él (es decir sin agregar calor). Pero también es posible incrementar la energía interna

DOCENTE JOSÉ DAVID TEJADA CORREA  
CIENCIAS NATURALES QUÍMICA





## INSTITUCIÓN EDUCATIVA SAN FERNANDO AMAGÁ

"Uso del carbón como eje central en una articulación de los laboratorios virtuales y presenciales que promueva la enseñanza significativa y contextualizada de la Termoquímica"

la misma cantidad X, únicamente adicionando calor (es decir sin aplicarle algún trabajo). Esto evidencia que la energía interna es una función de estado (ya que sin importa cómo se realizó su variación, el incremento será el mismo), pero el trabajo y el calor en cada caso son evidentemente diferentes.

Es por esto que el trabajo y el calor NO son funciones de estado. De hecho, es incorrecto decir que "*el sistema tiene trabajo*" o escribir " $\Delta w$ " como si pudiera existir la diferencia de dos trabajos. También es incorrecto decir que "*el sistema tiene calor*" o escribir " $\Delta q$ " como si existiera un calor final y otro inicial. Simplemente escribiremos w y q para el trabajo y el calor respectivamente.

### ENTALPIA

Frecuentemente, las reacciones químicas que realizamos en el laboratorio se realizan en recipientes abiertos en donde las sustancias se encuentran en contacto con la presión atmosférica. En estos casos las expresiones matemáticas que representan los intercambios energéticos de un sistema, deben tener en cuenta la presión y el volumen del sistema.

Dicho de forma simplificada: cuando analizamos la energía de un objeto cualquiera de volumen determinado V y expuesto a la presión atmosférica; debemos tener presente que el objeto, -sólo por existir- tuvo que "empujar" los alrededores para ocupar su propio espacio. De esta manera, la energía total debe tomar en cuenta tanto la energía interna, como la energía relacionada con la variación del volumen a una presión dada.

Supongamos ahora que una reacción química produce un incremento en el número de moles de un gas, en ese caso el sistema realizará un trabajo de expansión sobre los alrededores (esto debido a que el gas formado debe ingresar a la atmósfera). Esta situación también puede ocurrir en el sentido contrario si la reacción consume más moléculas de gas de las que se producen; en cuyo caso serán los alrededores los que realicen trabajo sobre el sistema. En este sentido es conveniente señalar que si en una reacción, la cantidad de moles de reactivos y productos es la misma, no se realizaría ningún trabajo.

Por lo tanto, rescribiendo el trabajo w en la ecuación (1) como  $-P \cdot \Delta V$  se obtendrá la siguiente expresión:

$$\Delta U = q + w$$

$$\Delta U = q_p - P \cdot \Delta V$$

$$q_p = \Delta U + P \cdot \Delta V \quad (2)$$

En esta ecuación se puso un subíndice "p" para indicar que se trata de calor transferido a presión constante.

A la energía del sistema que toma en cuenta tanto la energía interna como los efectos de la presión atmosférica se le da el nombre de Entalpía H, y su cambio o variación se representa con el término  $\Delta H$ , cuyo valor es equivalente al valor del calor transferido por un sistema abierto a presión constante.

$$\Delta H = \Delta U - P\Delta V \quad (3)$$

De esta forma es posible escribir:

$$\Delta H = q_p \quad (4)$$

Cabe recalcar, que el calor no es una función de estado, pero la entalpía sí lo es. Por lo tanto, la igualdad de la ecuación (4) sólo hace referencia a que ambas tienen el mismo valor numérico, pero diferente sentido teórico o conceptual.

DOCENTE JOSÉ DAVID TEJADA CORREA  
CIENCIAS NATURALES QUÍMICA



## INSTITUCIÓN EDUCATIVA SAN FERNANDO AMAGÁ

"Uso del carbón como eje central en una articulación de los laboratorios virtuales y presenciales que promueva la enseñanza significativa y contextualizada de la Termoquímica"

Para ilustrar mejor el concepto de cambio en la entalpía  $\Delta H$ , basta observar detenidamente la ecuación (3). En las reacciones químicas que ocurren en los sistemas abiertos a presión constante, una parte de la energía interna se manifiesta como calor, y otra como trabajo al interactuar con la atmósfera. La porción de energía interna  $\Delta U$  que se manifiesta como calor es lo que reconocemos como  $\Delta H$ .

Ahora bien, debido a que la mayoría de las reacciones químicas de combustión son procesos exotérmicos que se realizan a presión constante, es posible encontrar el calor liberado hallando el valor de su entalpía  $\Delta H$ .

### ENTALPIA DE REACCIÓN

Los enlaces químicos de una molécula también son una forma de energía. Estos pueden romperse, reconstituirse o experimentar ambos procesos, provocando una liberación o absorción de dicha energía. Cuando se realiza una reacción exotérmica, particularmente una combustión, el calor liberado se conoce como entalpía de combustión  $\Delta H^{\circ}_c$ , en donde el  $^{\circ}$  indica que la combustión se realiza a condiciones estándar y la c hace referencia a combustión o reacción de la sustancia con oxígeno.

Para la combustión de carbón mineral, se tienen algunos valores teóricos de entalpía de combustión:



Con dichos valores es posible estimar la cantidad de calor liberado por la combustión de coque (carbón mineral) y analizar la cantidad calórica del mismo con los estudiantes en comparación con otros combustibles en relación a su capacidad calórica y precio.

El signo positivo o negativo en los valores de  $\Delta H$  conserva el criterio de signos

DOCENTE JOSÉ DAVID TEJADA CORREA  
CIENCIAS NATURALES QUÍMICA

# C. ANEXO. SEGUNDA EVALUACIÓN DIAGNÓSTICA.



INSTITUCIÓN EDUCATIVA SAN FERNANDO AMAGÁ

“Uso del carbón como eje central en una articulación de los laboratorios virtuales y presenciales que promueva la enseñanza significativa y contextualizada de la Termoquímica”

## EVALUACIÓN DIAGNÓSTICA N°2.

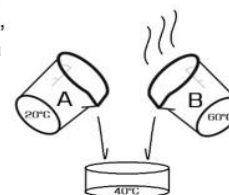
### OBJETIVO

Evaluar el grado de apropiación y asimilación de los conceptos de calor, temperatura y energía en los estudiantes de básica secundaria y media de la institución educativa San Fernando de Amagá.

NOMBRE DEL ESTUDIANTE \_\_\_\_\_ GRADO \_\_\_\_\_

Responda la siguiente evaluación de la forma más honesta y sincera posible.

1. Se tienen dos recipientes A y B con agua a diferentes temperaturas. En el recipiente A, agua está a 20°C, pero en el recipiente B está a 60°C. Para lograr tener agua a una temperatura de 40°C, entonces usted optaría por:



- hacer una mezcla que contenga más agua del recipiente B, en proporción 2:1
- hacer una mezcla que contenga más agua del recipiente A, en proporción 2:1
- hacer una mezcla con proporciones iguales de los dos recipientes.
- hacer una mezcla que contenga más agua del recipiente A, en proporción 3:1

2. Sobre una mesa se ponen cuatro cucharas diferentes: una de aluminio, una de madera, una de plástico y otra de cristal. Las cuatro cucharas permanecen allí durante mucho tiempo. Si finalmente se mide la temperatura de cada una usted diría que el resultado más probable es que:



- la cuchara de aluminio tendrá la menor temperatura.
- la cuchara de madera tendrá la mayor temperatura.
- la cuchara de plástico y de cristal tendrán la misma temperatura.
- las cuatro cucharas tendrán la misma temperatura.

3. En una empresa de fundición se analiza la necesidad de elegir un combustible con la mayor capacidad energética posible, pero sin elevar demasiado los costos de producción. La gerencia de la empresa analiza cuatro opciones con el mismo precio.

Combustible A:  $\Delta H = -650$  kJ/mol  
Combustible C:  $\Delta H = -138$  kJ/mol

Combustible B:  $\Delta H = -498$  kJ/mol  
Combustible D:  $\Delta H = -500$  kJ/mol

De acuerdo con estos datos, la opción que usted recomendaría es:

- El combustible D.
- El combustible A.
- El combustible C.
- El combustible B

DOCENTE JOSÉ DAVID TEJADA CORREA.  
CIENCIAS NATURALES QUÍMICA



INSTITUCIÓN EDUCATIVA SAN FERNANDO AMAGÁ

“Uso del carbón como eje central en una articulación de los laboratorios virtuales y presenciales que promueva la enseñanza significativa y contextualizada de la Termoquímica”

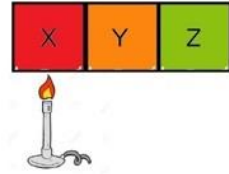
4. El helado es un producto que se debe almacenar a bajas temperaturas. Sin embargo, si una vez vendido el consumidor tarda mucho en consumirlo, el helado perderá la consistencia inicial. Esto ocurre porque:

- a. El helado pierde energía pero gana temperatura.
- b. El helado gana energía pero pierde temperatura.
- c. El helado pierde energía y pierde temperatura.
- d. El helado gana energía y gana temperatura.



5. Se han puesto 3 cubos metálicos idénticos X, Y, Z en contacto. Inicialmente los 3 cubos tenían la misma temperatura, pero luego de poner una fuente de calor bajo el cubo X (tal como muestra la figura) se descubre que las condiciones de temperatura cambian con relación a las condiciones iniciales. Luego de un prolongado tiempo usted diría que el valor más probable para la temperatura de Y es:

- a. El mismo inicial.
- b. Una temperatura cercana a la de Z.
- c. Una temperatura cercana a la de X.
- d. Un valor promedio de la temperatura de equilibrio de X y Z.

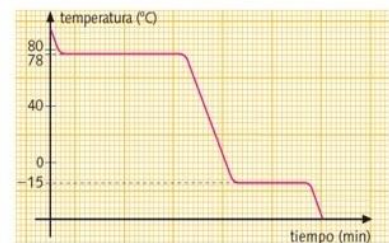


6. La razón por la que ocurre el fenómeno descrito en el numeral 5 es que:

- a. El calor se transmite por radiación del cubo X al Y.
- b. El calor se transmite con convección del cuerpo Y al Z.
- c. El calor se transmite con conducción de izquierda a derecha.
- d. La radiación invisible de la llama irradia a los tres cubos por igual.

7. En la siguiente gráfica se registra el cambio de temperatura de una sustancia que se encuentra al interior de un sistema cerrado. Luego de observar la gráfica usted diría que es correcto afirmar que:

- a. El entorno que rodea al sistema está aumentando su temperatura.
- b. El entorno está perdiendo su temperatura.
- c. En los segmentos llanos de la gráfica no hay intercambio de energía entre el sistema y el entorno.
- d. La temperatura del sistema está decreciendo pero mantiene constante su energía interna.



DOCENTE JOSÉ DAVID TEJADA CORREA.  
CIENCIAS NATURALES QUÍMICA



INSTITUCIÓN EDUCATIVA SAN FERNANDO AMAGÁ

“Uso del carbón como eje central en una articulación de los laboratorios virtuales y presenciales que promueva la enseñanza significativa y contextualizada de la Termoquímica”

8. En un taller de mecánica automotriz están interesados en encontrar el refrigerante más eficiente. Uno que pueda recibir la mayor cantidad de calor sin incrementar demasiado su temperatura. Para tomar la mejor decisión han decidido observar los valores de *calor específico* de 4 refrigerantes que se registran en la siguiente tabla:

REFRIGERANTE	Calor Especifico kJ/Kg-C°
Blanco	4,346
Azul	3,860
Rojo	2,670
Amarillo	5,680

De acuerdo con la información de esta tabla usted recomendaría elegir el refrigerante:

- a. el Blanco.
- b. el Azul.
- c. el Rojo.
- d. el Amarillo

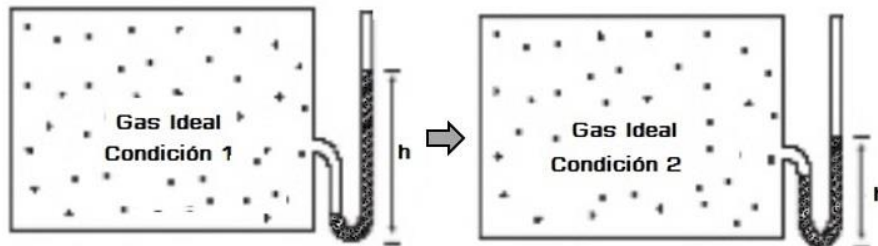
9. La razón por la que usted dio la anterior recomendación fue debido a que:

- a. Los valores elevados de Calor Especifico indican que el refrigerante alcanzará mucha temperatura con poco calor.
- b. Los valores intermedios de Calor Especifico indican el refrigerante mantendrá baja temperatura si el calor se mantiene bajo.
- c. Los valores bajos de Calor Especifico son excelentes pues indican que el refrigerante mantiene la temperatura baja con mucho calor.
- d. Los valores altos en el Calor Especifico indican que el refrigerante mantendrá bajas temperaturas con mucho calor.

DOCENTE JOSÉ DAVID TEJADA CORREA.  
CIENCIAS NATURALES QUÍMICA



10. Se tiene un gas ideal confinado dentro de un sistema cerrado que tiene un manómetro en U para medir la presión. Sin embargo, al pasar el tiempo ocurre que el manómetro registra un cambio tal como se observa en la figura.



De acuerdo con la gráfica anterior, usted diría que lo que ha sucedido es que:

- a. el sistema aumentó su presión y temperatura.
  - b. el sistema disminuyó su presión y temperatura.
  - c. la presión del sistema aumenta pero su temperatura permanece constante.
  - d. la presión del sistema disminuye, pero su temperatura aumenta.
11. Siguiendo con el gráfico del numeral 10, usted diría que esa situación ocurre porque:
- a. El sistema recibe calor del entorno, incrementando así su temperatura
  - b. El sistema no realiza ningún intercambio de energía con el entorno pues está en un sistema cerrado
  - c. El entorno ha recibido calor del sistema, lo cual provoca un descenso en la temperatura.
  - d. El sistema perdió presión pero ganó temperatura pues la energía permanece constante.
12. Si se desea regresar el sistema (descrito en el numeral 10) a su condición inicial 1, usted diría que la mejor opción sería:
- a. Realizar una transferencia de calor desde el entorno hacia el sistema
  - b. Realizar una transferencia de presión desde el entorno hacia el sistema.
  - c. Reducir la temperatura del sistema.
  - d. Reducir la temperatura del entorno.

## D. ANEXO. GUIAS DE LABORATORIO VIRTUAL.

A continuación, se registran algunas imágenes del laboratorio virtual, junto a las guías utilizadas por los estudiantes para facilitar la interacción en los laboratorios virtuales. Si se desea ingresar a los dos laboratorios, basta con ingresar al curso virtual de química tal como se explica en el Anexo 2 y buscar la Actividad 3: “Laboratorio Virtual Calor”. Sin embargo, si desea visitar directamente a estos laboratorios virtuales, puede dirigirse a las siguientes direcciones electrónicas:

[http://www.aguasdealicante.es/educacional/ambientech/actividades/AG2\\_madre.html](http://www.aguasdealicante.es/educacional/ambientech/actividades/AG2_madre.html)

<http://labovirtual.blogspot.com.co/2012/06/equilibrio-termico.html>



Figura 4. Captura de pantalla del Laboratorio Virtual 1.

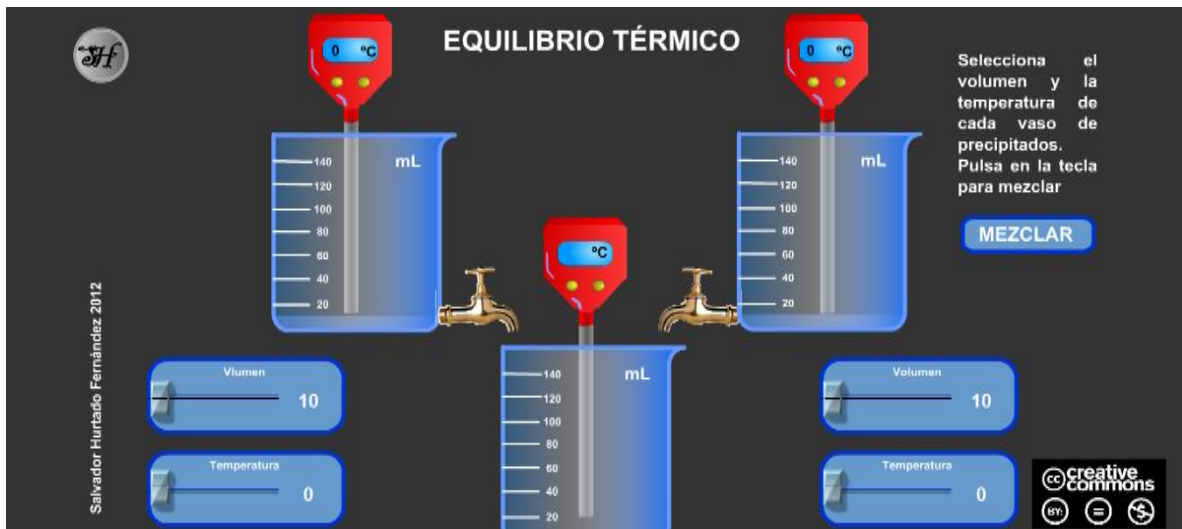


Figura 5. Captura de pantalla del Laboratorio Virtual 2.



**GUIA DE LABORATORIO VIRTUAL DE QUÍMICA GRADO 11°**  
**INSTITUCIÓN EDUCATIVA SAN FERNANDO**  
**DOCENTE JOSÉ DAVID TEJADA CORREA**  
**PRÁCTICA N°1**

---

**RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD.**

- Lea esta práctica cuidadosamente antes ingresar al portal de laboratorio virtual.
- En esta ocasión no es necesario que utilice bata de laboratorio, guantes de látex o tapabocas,
- Sin embargo, es importante seguir las instrucciones de esta guía para terminar exitosamente la práctica.

---

**CALOR Y TEMPERATURA.**

En el curso virtual de Termoquímica aparece una sección llamada "LABORATORIO VIRTUAL CALOR".

Allí encontrarás 2 Prácticas de laboratorio virtual. Para realizar las actividades sigue las orientaciones de esta guía con detenimiento.

**PRIMERA PRÁCTICA.**

1. Ingresa al curso de Termoquímica del Curso Virtual de química.
2. En la parte final del curso, aparece la sección "LABORATORIO VIRTUAL CALOR"
3. Debes dar clic a la Práctica de Laboratorio 1.
4. Allí encontrarás un link que te llevará al laboratorio virtual.
5. Una vez te encuentres en el laboratorio virtual ten en cuenta las siguientes recomendaciones:
  - Ajusta la imagen para que quede en modo de pantalla completa dando clic en el botón
  - Ten presente que esta laboratorio tiene 6 actividades:



Estados del Agua  
Cambios de Estado 1  
Cambios de Estado 2  
Cuestionario  
Diagrama ilustrativo de los cambios de estado.  
Evaluación final.

- Antes de pasar a otra actividad, debes terminar la actividad en la que te encuentras y luego dar clic en uno de los siguientes botones ubicados en la parte superior derecha de la interface.
- Ten paciencia y espera si tu conexión a internet es algo lenta.
- Actualiza el plugin de Adobe Flash-Player de tu navegador para poder visualizar correctamente el laboratorio virtual.



**PROCEDIMIENTO:**

Sólo sigue las instrucciones que trae el propio Laboratorio Virtual cuidadosamente.

**INFORME DE LABORATORIO VIRTUAL 1:**

1. Recuerde que este informe debe presentarse de forma INDIVIDUAL.
2. En el informe de laboratorio tenga en cuenta que éste debe presentarse con:
  - Hojas de block sin rallas.
  - No use lápiz excepto en las ilustraciones.
  - Una portada.
  - En este caso se omitirá el Marco Teórico.
  - Informe de la práctica
  - Ilustraciones coloreadas
  - En este caso se omitirá la sección de cálculos.
  - Conclusiones.

3. Para el informe de la Actividad 1 responda:

a. Marque con una X el estado en el que se encuentra el agua en los siguientes objetos:

	Sólido	Líquido	Gaseoso
Hielo			
Lluvia			
Geiser			
Nubes			
Burbujas			
Olas del mar			
Niebla			
Mar			
Granizo			
Cascada			
Nieve			
Rocío			

b. Consulte qué es un Geiser

4. Para el informe de la Actividad 2 responda:

- a. Describa la organización de las moléculas de agua en el hielo.
- b. Realice una gráfica ilustrativa (coloreada) del punto anterior.
- c. Explique qué ocurre con las moléculas de agua cuando el hielo incrementa su temperatura.
- d. Describa el comportamiento de la temperatura durante el proceso de fusión del hielo, durante el estado líquido del agua, y durante la vaporización.
- e. Describa el comportamiento de las moléculas del agua cuando ésta se encuentra en estado líquido. Explique por qué el agua en estado líquido toma la forma del recipiente que lo contiene.
- f. Explique qué ocurre con el agua líquida y sus moléculas a medida que la temperatura aumenta. ¿Qué significa que aparezcan burbujas en el proceso de calentamiento del agua?

- g. Haga una descripción detallada de todos sus sucesos ocurridos con el agua durante el proceso de vaporización. Realice un esquema gráfico coloreado de esta vaporización.
  - h. Describa el comportamiento de las moléculas de agua cuando se encuentra en estado de vapor.
  - i. Explica que ocurre cuando al vaso de precipitados quitan el embolo.
6. Para el informe de la Actividad 3 responda:
- a. ¿Qué ocurre con el agua y el émbolo al reducir la temperatura del horno? Explique por qué.
  - b. Describa el comportamiento de la temperatura durante la condensación del agua.
  - c. Realiza un dibujo coloreado del Horno.
  - d. ¿Qué ocurre con la agitación de las moléculas de agua durante el proceso de enfriamiento y solidificación? Realiza un esquema gráfico coloreado de esta práctica.
  - e. Responde: Para una misma cantidad de agua, ¿El hielo ocupa más o menos espacio que el agua líquida? Explica tu respuesta.
7. Para el informe de la Actividad 4 responda:
- a. ¿Por qué se humedecen las botellas que contienen un líquido frío en su interior?
8. Para el informe de la Actividad 5 responda:
- a. Realiza un esquema gráfico completo de cambios de estado que aparece en esta actividad.
9. Para el informe de la Actividad 6 responda:
- a. Realiza la evaluación final e imprime el resultado de esta evaluación. Adjúntalo a este trabajo.
  - b. Recuerda que antes de imprimirlo debes ingresar tus datos, en especial el curso 11°1 o 11°2
10. Para las conclusiones realice un ensayo en donde exprese las diferencias entre el laboratorio virtual y el laboratorio presencial. Mencione las ventajas y desventajas del laboratorio virtual.

**GUIA DE LABORATORIO VIRTUAL DE QUÍMICA GRADO 11°**  
**INSTITUCIÓN EDUCATIVA SAN FERNANDO**  
**DOCENTE JOSÉ DAVID TEJADA CORREA**  
**PRÁCTICA N°2**

---

**RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD.**

- Lea esta práctica cuidadosamente antes ingresar al portal de laboratorio virtual.
- En esta ocasión no es necesario que utilice bata de laboratorio, guantes de látex o tapabocas,
- Sin embargo, es importante seguir las instrucciones de esta guía para terminar exitosamente la práctica.

---

**MEZCLA DE SUSTANCIAS CON DIFERENTE TEMPERATURA. (EQUILIBRIO TÉRMICO)**

En el curso virtual de Termoquímica aparece una sección llamada "LABORATORIO VIRTUAL CALOR".

Allí encontrarás 2 Prácticas de laboratorio virtual. Para realizar las actividades sigue las orientaciones de esta guía con detenimiento.

**SEGUNDA PRÁCTICA.**

1. Ingresa al curso de Termoquímica del Curso Virtual de química.
2. En la parte final del curso, aparece la sección "LABORATORIO VIRTUAL CALOR"
3. Debes dar clic a la Práctica de Laboratorio 2.
4. Allí encontrarás un SEGUNDO link que te llevará al laboratorio virtual 2.
5. Active la función pantalla completa en para tener una mejor imagen.

**INFORME DE LABORATORIO VIRTUAL 1:**

1. Recuerde que este informe debe presentarse de forma INDIVIDUAL
2. En el informe de laboratorio tenga en cuenta que éste debe presentarse con:
  - Hojas de block sin rallas.
  - No use lápiz excepto en las ilustraciones.
  - Una portada.
  - En este caso se omitirá el Marco Teórico.
  - Incluya una detallada sección de cálculos.
  - No es necesario hacer conclusiones.
  - Deben imprimirse 2 pantallazos del laboratorio virtual.

## FUNDAMENTO TEÓRICO

Imagina que tenemos un recipiente *aislado* con 2 litros de agua a 20°C

Pero luego arrojamos un pequeño trozo de cobre de 500 g a 90°C.

¿Cuál será la temperatura final del sistema?

Este es un ejercicio interesante que requiere algunos datos tales como, los valores de calor específico del cobre (0.387 J/g·°C) y del agua (4.186 J/g·°C).

Pero esos datos los utilizaremos después.

Por ahora es importante que tengas claro un punto importante:

*Al momento de ingresar el trozo caliente de cobre al agua, éste perderá temperatura, mientras que el agua la va aumentar.*

Al final ambos tendrán una temperatura intermedia inferior a 90°C pero mayor a 20°C. ¿Cuál será esta temperatura intermedia?

Para resolver este problema basta con pensar que el calor perdido por el Cobre ( $Q_c$ ) y el Calor ganado por el agua ( $Q_a$ ) son iguales.

Así:

$$-Q_c = Q_a \quad (1)$$

Ahora bien, recuerda la ecuación del calor:

$$Q = (\text{masa}) * (\text{calor específico}) * (\text{cambio de temperatura}) \quad (2)$$

Si reemplazamos esta ecuación 2 en la ecuación 1 tendríamos la ecuación (3):

$$-(\text{Masa cobre}) * (\text{Calor esp. del cobre}) * (T_f - T_i \text{ cobre}) = (\text{Masa Agua}) * (\text{Calor esp. del agua}) * (T_f - T_i \text{ agua})$$

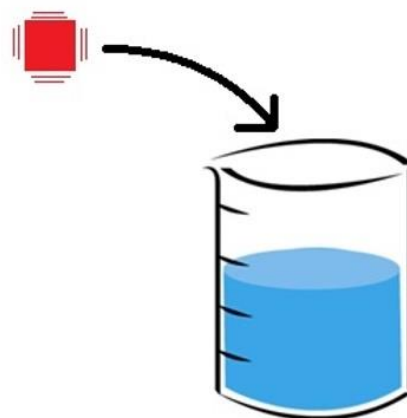
Así sólo basta reemplazar los datos del problema:

	Masa	Calor específico J/g·°C	Temperatura inicial °C
Agua	2000g	4,186	20
Cobre	500 g	0,387	90

Así reemplazando los valores en la ecuación 3 tendríamos que:

$$-(500 \text{ g Cobre}) * (0.387 \text{ J/g} \cdot \text{°C}) * (T_f - 90) = (2000 \text{ g agua}) * (4,186 \text{ J/g} \cdot \text{°C}) * (T_f - 20 \text{°C})$$

Nuestra misión aquí será despejar  $T_f$  de la ecuación.

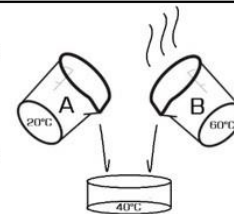


Parece algo difícil pero vamos a intentarlo:

$$\begin{aligned} -(193.5) \cdot (T_f - 90) &= (8372) \cdot (T_f - 20^\circ\text{C}) && \text{Multiplicando los factores} \\ -193.5 + 17415 &= 8372T_f - 167440 && \\ -193.5 T_f - 8372T_f &= -167440 - 17415 && \text{Transponiendo términos.} \\ -8565.5T_f &= -184855 && \text{Eliminando los signos negativos.} \\ T_f &= 184855 / 8565.5 \\ \hline T_f &= 21.58^\circ\text{C} \end{aligned}$$

Este procedimiento parece algo difícil cuando lo miras por primera vez, pero con la práctica te parecerá sencillo.

Sin embargo, el ejercicio es mucho más fácil si la mezcla se realiza con el mismo tipo de sustancia pero a diferente temperatura.



Imagina que se mezclan son vasos de agua con los siguientes datos:

Vaso A: 50 g de agua a 20°C

Vaso B: 60 g de agua a 80°C

¿Temperatura final de la mezcla?

En este caso, (debido a que es una mezcla de agua con agua) podemos usar una ecuación simplificada para resolver el problema.

$$T_f = (M_a \cdot T_a) + (M_b \cdot T_b) \div (M_a + M_b) \quad (4)$$

Así:

$$T_f = (50\text{g} \cdot 20^\circ\text{C}) + (60 \cdot 80^\circ\text{C}) \div (50\text{g} + 60\text{g})$$

$$T_f = 52.72^\circ\text{C}$$

#### PROCEDIMIENTO:

Realiza los siguientes ejercicios, y confirma los resultados en la interfaz del Laboratorio Virtual 2.

Registre en el trabajo los procedimientos detallados de cada ejercicio. Imprima en blanco y negro el pantallazo de los ejercicios 5 y 6 resueltos en el laboratorio virtual e incluya estas dos impresiones en este informe de laboratorio.

Utilizando la ecuación 4 encuentra la temperatura de equilibrio de las siguientes mezclas de agua:

**PROCEDIMIENTO:**

Utilizando la ecuación 4 encuentra el dato faltante de las siguientes mezclas de agua:

<b>1</b>	Masa	Temperatura
Muestra de Agua 1	50g	20 °C
Muestra de Agua 2	10g	40 °C
<b>Temperatura final</b>		???

<b>2</b>	Masa	Temperatura
Muestra de Agua 1	50g	20 °C
Muestra de Agua 2	20g	60 °C
<b>Temperatura final</b>		???

<b>3</b>	Masa	Temperatura
Muestra de Agua 1	50g	20 °C
Muestra de Agua 2	??g	80 °C
<b>Temperatura final</b>		42.5 °C

<b>4</b>	Masa	Temperatura
Muestra de Agua 1	65g	25 °C
Muestra de Agua 2	?? g	40 °C
<b>Temperatura final</b>		27.8

<b>5</b>	Masa	Temperatura
Muestra de Agua 1	50g	?? °C
Muestra de Agua 2	30g	85 °C
<b>Temperatura final</b>		36.3°C

<b>6</b>	Masa	Temperatura
Muestra de Agua 1	70g	?? °C
Muestra de Agua 2	23g	12 °C
<b>Temperatura final</b>		25.5°C

<b>7</b>	Masa	Temperatura
Muestra de Agua 1	??g	60 °C
Muestra de Agua 2	20g	10 °C
<b>Temperatura final</b>		48.9 °C

<b>8</b>	Masa	Temperatura
Muestra de Agua 1	??g	25 °C
Muestra de Agua 2	15g	75 °C
<b>Temperatura final</b>		34.4°C

## E. ANEXO.

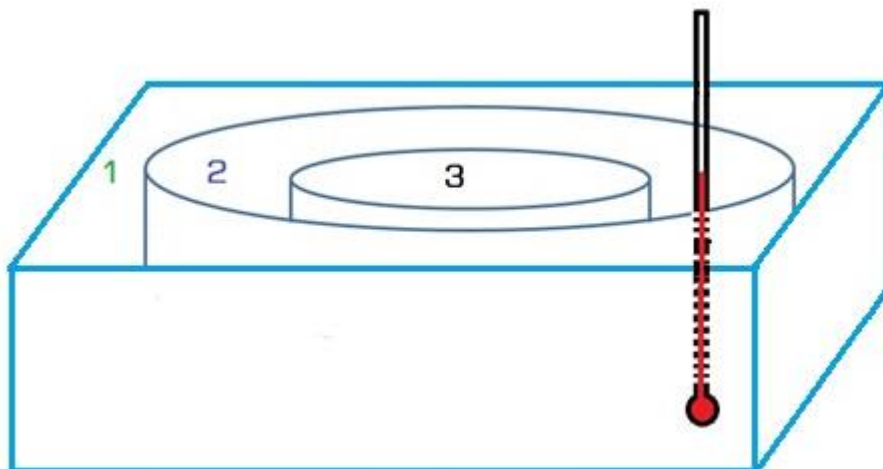
### DESCRIPCIÓN DEL CALORIMETRO ESCOLAR PARA LA COMBUSTIÓN DEL CARBÓN.

Para medir la energía liberada en la combustión del carbón, es necesario utilizar un calorímetro especial para este propósito.

Debido a que esta es una reacción de combustión, este calorímetro debe permitir el ingreso de oxígeno, así como la salida del  $\text{CO}_2$  que se obtiene de la reacción. Sin embargo, el dispositivo debe ser capaz de retener la mayor cantidad posible del calor liberado por la combustión del carbón.

Para este propósito se ha diseñado un calorímetro escolar que cumple con los anteriores requisitos de forma bastante sobresaliente y que puede ser construido por los propios estudiantes.

A continuación se registran algunos esquemas básicos que permiten comprender la forma y composición del dispositivo propuesto.

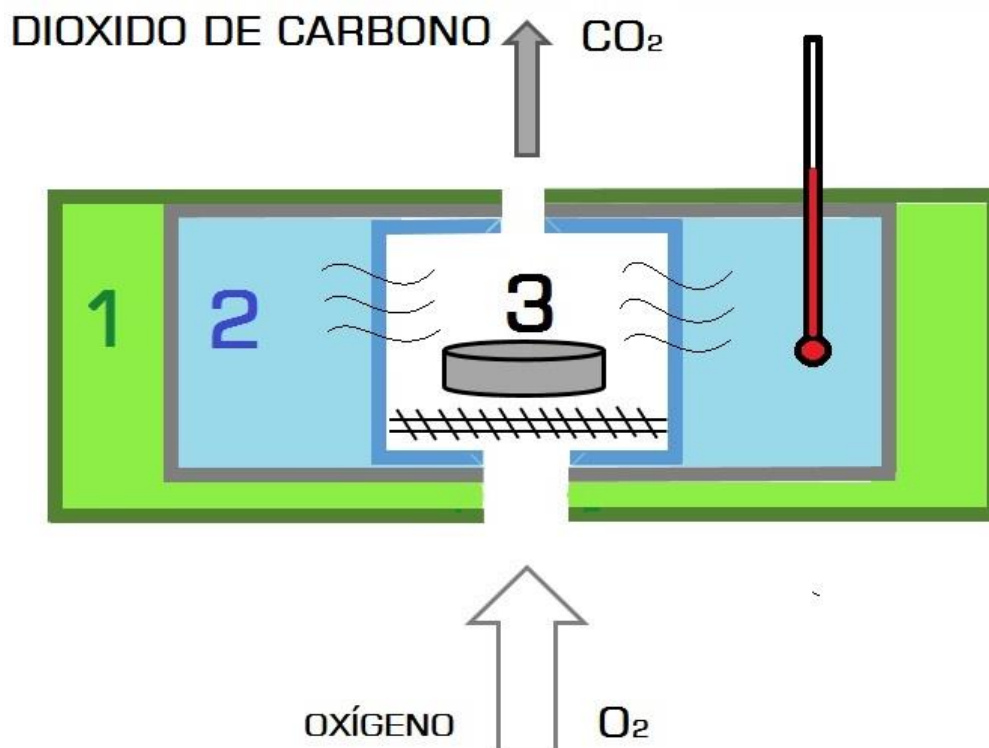


**FIGURA 6.** Esquema del calorímetro de carbón.

Convenciones:

1. Recubrimiento con material aislante (Espuma de uretano)
2. Cavity para almacenamiento del agua.
3. Cavity para almacenamiento del carbón y posterior combustión del mismo.





**FIGURA 7:** Esquema detallado del calorímetro de carbón

Convenciones:

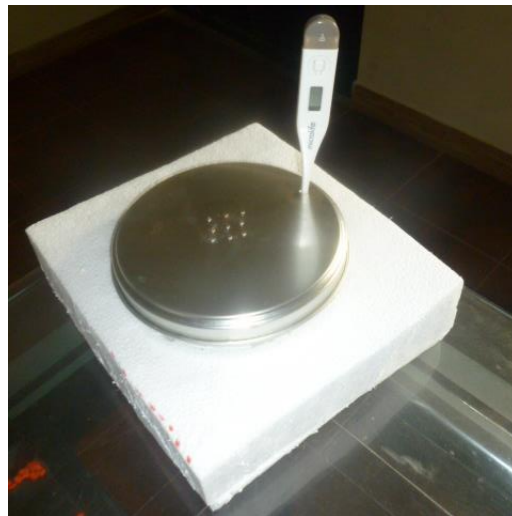
1. Recubrimiento con material aislante (Espuma de uretano)
2. Cavity para almacenamiento del agua.
3. Cavity para almacenamiento del carbón y posterior combustión del mismo.

Una limitación de este calorímetro escolar, es que debido al diseño del mismo y al tipo de combustible elegido para su funcionamiento, una fracción importante del calor producido en la reacción se escapará inevitablemente en el dióxido de carbono que saldrá del calorímetro. Afortunadamente, el calorímetro posee la capacidad de atrapar una parte del calor al almacenarlo en el agua que rodea la cavity de combustión.

Las siguientes son algunas fotografías del calorímetro ya construido.



**FIGURA 8:** Vista superior del Calorímetro abierto.



**FIGURA 9:** Calorímetro cerrado.

## F. ANEXO.

### GUIA DE FABRICACIÓN DEL CALORIMETRO ESCOLAR PARA LA COMBUSTIÓN DEL CARBÓN.

Estos son los pasos que deben seguirse para la fabricación del calorímetro escolar para la combustión del carbón empleado en esta intervención.

1. Se toma una lata pequeña (de 8 cm de diámetro x 4 cm de alto) y se perfora en la base de tal manera que quede con 5 orificios que permitan el ingreso de aire a la cámara de combustión.



**FIGURA 10.** Lata para la cámara de combustión.

2. Se toma una lata grande (de 13,5 cm de diámetro y 5 cm de altura) y se perfora en la base con un solo agujero de 7 cm de diámetro.



**FIGURA 11:** Lata para almacenamiento de agua.

3. Introducir la lata pequeña dentro de la grande y unir las con masilla epóxica.



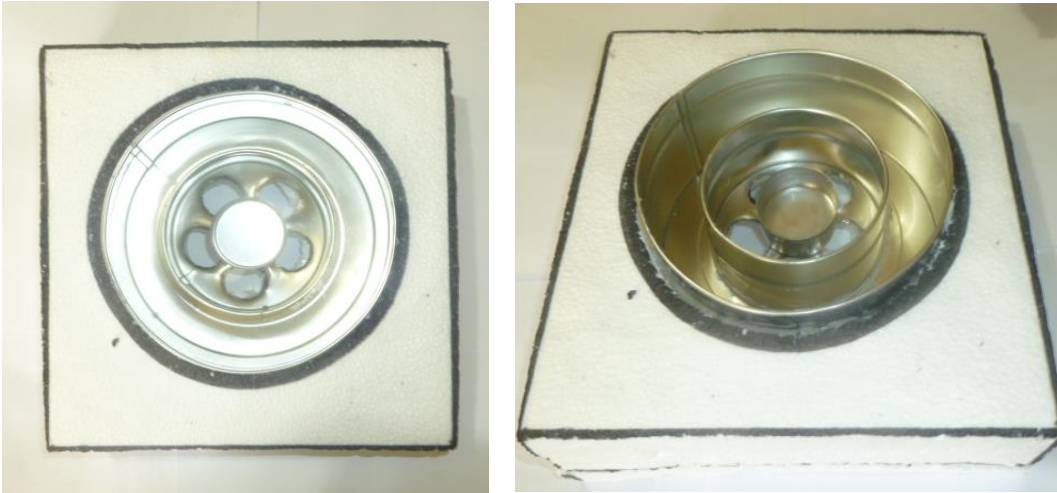
**FIGURA 12.** Imagen de las dos latas unidas.

4. Unir las dos tapas de ambas latas procurando que estas queden concéntricas. Para este proceso se recomienda hacer 5 perforaciones para que la masilla epóxica se adhiera con fuerza. Luego realice perforaciones concéntricas en las dos tapas para permitir el escape de  $\text{CO}_2$  de la cámara de combustión.



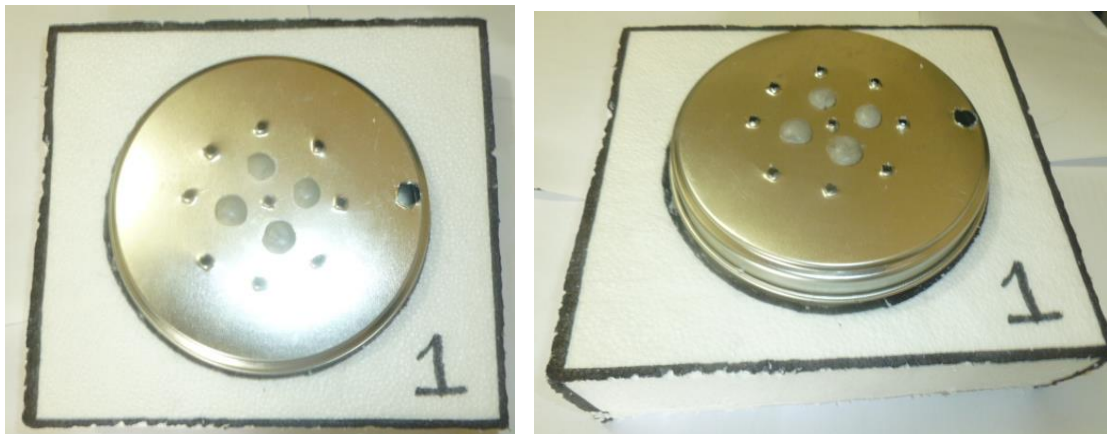
**FIGURA 13.** Ilustración de la tapa del calorímetro.

5. Corte un trozo cuadrado de espuma de uretano (conocido popularmente como Icopor) de aproximadamente 18 cm x 18 cm. Y luego de extraerle un trozo circular del mismo tamaño de la lata más grande, introduzca las dos latas previamente unidas dentro del material aislante.



**FIGURA 14.** Acoplamiento de las latas dentro del material aislante.

6. Realice una perforación lateral en la tapa de un tamaño ideal para el ingreso del termómetro. Finalmente marque, rotule tape el calorímetro escolar para la combustión de carbón.



**FIGURA 15.** Calorímetro terminado y rotulado.

## G. ANEXO. INSTRUCCIONES PARA EL MONTAJE DE LA PRÁCTICA DE LABORATORIO.

El montaje de la práctica de laboratorio puede realizarse fácilmente siguiendo estos sencillos pasos:

1. Una un aro con nuez al soporte universal
2. Ponga un pequeño ventilador de forma horizontal sobre el aro con nuez previamente sujetado al soporte universal.



**FIGURA 16.** Instalación del ventilador en el montaje.

3. Instale un segundo aro con nuez en el soporte universal.
4. Ponga el calorímetro sobre este segundo aro, teniendo la precaución de no instalarlo muy separado del ventilador.



**FIGURA 17.** Instalación del calorímetro en el montaje.

5. Finalmente, utilice una pinza para sujetar el termómetro que se introduce en el calorímetro.



**FIGURA 18.** Imagen del montaje terminado.

## H. ANEXO. GUIAS DE LABORATORIO PRESENCIAL.

Las siguientes son las guías utilizadas por los estudiantes para el desarrollo de la práctica de laboratorio presencial. Estas guías incluyen un breve marco teórico, unas instrucciones para realizar correctamente la práctica de laboratorio, y los requisitos del informe de la práctica.

**GUIA DE LABORATORIO DE QUÍMICA GRADO 11°**  
**INSTITUCIÓN EDUCATIVA SAN FERNANDO**  
**DOCENTE JOSÉ DAVID TEJADA CORREA**  
**PRÁCTICA N°3**

---

RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD.

- Lea esta práctica cuidadosamente antes de ir al laboratorio.
- No olvide usar bata de laboratorio, guantes de látex,
- Siga las instrucciones del profesor de química en todo momento.

---

**ACTIVIDAD 1. CALIBRACIÓN DEL CALORÍMETRO.**

El proceso de calibración de un calorímetro, permite ajustar los resultado de un calorímetro para que estos sean lo más preciso posible pese a las limitaciones que estos artefactos poseen.

En el caso de un calorímetro de carbón se tienen dos limitaciones principalmente: La pérdida de calor en los gases de combustión, y el calor absorbido por el mismo calorímetro.

Una forma de disminuir el error de cálculo que estas limitaciones provocan, es calibrando el calorímetro con un combustible de calor conocido.

En nuestro caso, utilizaremos **Etanol** que es un combustible entalpia de combustión conocida.

Así:

**Calor Liberado por el Etanol = Calor absorbido por el Agua + Calor absorbido por el calorímetro.**

Así:

La entalpia de combustión del etanol es aproximadamente -1350 kJ/mol

De modo que la combustión de 8 g de etanol al 70% liberaría (aproximadamente unos) 164 kJ.

Así, para un sistema adiabático se tiene que  $\sum Q = 0$

**Calor absorbido por el Agua + Calor absorbido por el calorímetro + Calor Liberado por el Etanol = 0**

$$(m \cdot C_p \cdot \Delta T) + (K_{\text{calorímetro}} \cdot \Delta T) - 164000 \text{ J} = 0$$

Teniendo en cuenta que la cantidad de agua que almacena el calorímetro es constante (250g) y el calor específico del agua es 4.186 J/g-°C, es posible reescribir la ecuación así:

$$164000 \text{ J} = (1046,5 \text{ J/}^\circ\text{C} \cdot \Delta T) + (K_{\text{calorímetro}} \cdot \Delta T)$$

Así, nuestra labor en este laboratorio será realizar la combustión de 8 g de alcohol al 70% y determinar el cambio de temperatura  $\Delta T$  que registra el calorímetro. Con este valor podemos calcular el valor de  $K_{\text{calorímetro}}$  sin dificultades.



### **MATERIALES:**

- Soporte universal.
- Dos aros con nuez.
- Un ventilador.
- Un calorímetro para combustión del carbón.
- Una pinza de sujeción
- Un termómetro de alcohol
- Una balanza electrónica.
- Cronómetro
- Etanol al 70%

### **PROCEDIMIENTO:**

1. Para realizar el **MONTAJE** siga los siguientes pasos:
  - a. Sujete un aro con nuez al soporte universal.
  - b. Ponga un ventilador sobre el primer aro con nuez.
  - c. Sujete el segundo aro al soporte universal.
  - d. Ponga el calorímetro de alcohol sobre el segundo aro con nuez.
  - e. Instale el termómetro en el calorímetro y sujételo con la pinza.
2. Para realizar **CALIBRACIÓN DEL CALORÍMETRO** siga los siguientes pasos:
  - a. Ponga 250 ml de agua en la cámara externa del calorímetro.
  - b. Mida la temperatura del agua usando el termómetro.
  - c. Ponga 8 gr de etanol al interior del calorímetro.
  - d. Encienda el ventilador a la mínima velocidad
  - e. Tape el calorímetro e instale el termómetro en el calorímetro
  - f. Tome los datos de temperatura cada 30 segundos, hasta que el etanol se agote.

### **INFORME ACTIVIDAD 1:**

1. Saque una copia de esta guía e inclúyala en el informe final.
2. Recuerde que este informe debe presentarse de forma **INDIVIDUAL**
3. En el informe de laboratorio tenga en cuenta que éste debe presentarse con:
  - Hojas de block sin rallas.
  - No use lápiz excepto en las ilustraciones.
  - Una portada.
  - Un Marco Teórico.
  - Informe de la práctica
  - Ilustraciones coloreadas
  - Cálculos
  - Conclusiones.

3. Para el Marco Teórico consulte:

- ¿Qué es un calorímetro y cómo se utiliza en los laboratorios de química?
- Realice un esquema gráfico coloreado de un calorímetro detallando sus partes y componentes.
- Consulte las propiedades químicas y usos del etanol. Luego consulte y dibuje la fórmula estructural del etanol.
- Calcule la entalpía de combustión del etanol empleando la energía de enlace.
- Realice un esquema gráfico coloreado del calorímetro utilizado en la práctica.
- Realice un esquema gráfico coloreado del montaje utilizado en la práctica.

4. Para el informe de la práctica realice:

- Informe los resultados de temperatura inicial y final del agua en el proceso de calentamiento.

5. Para los cálculos realice los siguientes pasos:

- Teniendo en cuenta los valores de temperatura final e inicial del agua, calcula  $\Delta T$ .
- (Recuerda que  $\Delta T = T_{\text{final}} - T_{\text{inicial}}$ )
- Utilizando la expresión matemática descrita al inicio de esta guía, despeja y encuentra el valor de  $K_{\text{calorímetro}}$ .

$$164000 \text{ J} = (1046,5 \text{ J}^{\circ}\text{C} * \Delta T) + (K_{\text{calorímetro}} * \Delta T)$$

(Para despejar  $K_{\text{calorímetro}}$  utilice el valor de  $\Delta T$  encontrado en el punto anterior)

6. Para las conclusiones realice un ensayo en donde exprese lo más destacado de la práctica, lo que le gustó y lo que no. Lo más difícil del uso del calorímetro, cómo puede mejorarse este dispositivo, y menciona lo más destacado de lo aprendido en esta jornada. Finalmente agrega algunas fotografías de la práctica en la que aparezca el montaje y tus compañeros.

**GUIA DE LABORATORIO DE QUÍMICA GRADO 11°**  
**INSTITUCIÓN EDUCATIVA SAN FERNANDO**  
**DOCENTE JOSÉ DAVID TEJADA CORREA**  
**PRÁCTICA N°4**

---

RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD.

- Lea esta práctica cuidadosamente antes de ir al laboratorio.
- No olvide usar bata de laboratorio, guantes de látex,
- Siga las instrucciones del profesor de química en todo momento.

---

**ACTIVIDAD 1. CALCULO DEL CALOR DE COMBUSTIÓN DEL CARBÓN VEGETAL.**

Se sabe que el carbón vegetal es un combustible bastante empleado en la industria por su poder calorífico y bajo costo. Sin embargo el uso de dichos combustibles es uno de los principales responsables del calentamiento global.

Para calcular el poder calorífico de este combustible, basta con seguir el siguiente procedimiento teórico:

- Primero tendremos que medir previamente la masa de carbón que se va introducir en el calorímetro.
- Luego de poner el carbón previamente encendido dentro del calorímetro, determinaremos el cambio de temperatura en el agua circundante.
- Posteriormente se extrae el trozo de carbón y se pesa nuevamente.
- Usando la fórmula matemática empleada en la práctica anterior y el cambio de temperatura obtenido podremos determinar el calor liberado.

$$Q = (1046,5 \text{ J}^\circ\text{C} * \Delta T) + (K_{\text{calorímetro}} * \Delta T)$$

- Finalmente, con el cambio de masa del trozo de carbón, podemos saber cuánta masa se utilizó en el proceso y determinar el calor de capacidad calórica en kJ/gr y kJ/mol.

**MATERIALES:**

- Soporte universal.
- Dos aros con nuez.
- Un ventilador.
- Un calorímetro para combustión del carbón.
- Una pinza de sujeción
- Un termómetro de alcohol
- Una balanza electrónica.
- Trozos de carbón vegetal.

**PROCEDIMIENTO:**

3. Para realizar el **MONTAJE** siga los siguientes pasos:
  - a. Sujete un aro con nuez al soporte universal.
  - b. Ponga un ventilador sobre el primer aro con nuez.
  - c. Sujete el segundo aro al soporte universal.
  - d. Ponga el calorímetro de alcohol sobre el segundo aro con nuez.
  - e. Instale el termómetro en el calorímetro y sujételo con la pinza.
  
4. Para realizar **CALIBRACIÓN DEL CALORÍMETRO** siga los siguientes pasos:
  - a. Ponga 250 ml de agua en la cámara externa del calorímetro.
  - b. Mida la temperatura del agua usando el termómetro.
  - c. Pese un trozo de carbón vegetal usando una balanza digital.
  - d. Encienda el ventilador a la mínima velocidad
  - e. Encienda el trozo de carbón y póngalo dentro del calorímetro
  - f. Tape el calorímetro e instale el termómetro en el calorímetro
  - g. Tome los datos de temperatura cada 30 segundos, hasta que se alcance un valor de temperatura constante.
  - h. Use la siguiente tabla para registrar los datos de la práctica.

**TABLA 1**

	<b>Inicial</b>	<b>Final</b>	<b>Diferencia</b>
<b>Temperatura del agua</b>	°C	°C	°C
<b>Masa de Carbón Encendido.</b>	g	g	g

**INFORME ACTIVIDAD 1:**

1. Saque una copia de esta guía en inclúyala en el informe final.
2. Recuerde que este informe debe presentarse de forma **INDIVIDUAL**
3. En el informe de laboratorio tenga en cuenta que éste debe presentarse con:
  - Hojas de block sin rallas.
  - No use lápiz excepto en las ilustraciones.
  - Una portada.
  - Un Marco Teórico.
  - Informe de la práctica
  - Ilustraciones coloreadas
  - Cálculos
  - Conclusiones.
3. Para el Marco Teórico consulte:
  - ¿Cómo se forma el carbón mineral?
  - ¿Cómo se fabrica el carbón vegetal?

- Realice una descripción de las características de los siguientes tipos de carbón: Turba, Lignito, Hulla, y Antracita.
- Consulte el poder calorífico de cada uno de anteriores carbones.
- Consulte la entalpia de formación del CO<sub>2</sub>
- Escriba la fórmula química balanceada de la combustión del carbón.

4. Para el informe de la práctica realice:

- Informe los resultados de temperatura inicial y final del agua en el proceso de calentamiento del carbón vegetal.
- Informe los resultados de masa inicial y final del carbón vegetal.
- Consigne toda la información anterior en la siguiente tabla:

Carbón	Temperatura inicial	Temperatura final	ΔT	Masa Inicial	Masa Final	Δm
Vegetal						

5. Para los cálculos realice los siguientes pasos:

- Teniendo en cuenta los valores de temperatura final e inicial del agua, calcula ΔT.
- (Recuerda que  $\Delta T = T_{\text{final}} - T_{\text{inicial}}$ )
- Utilizando la expresión matemática registrada al inicio de esta guía, calcula el calor liberado por el carbón vegetal.
- Tenga en cuenta el valor de ΔT encontrado en el punto anterior

$$Q = (1255.8 \text{ J}^\circ\text{C} * \Delta T) + (K_{\text{calorimetro}} * \Delta T)$$

- Con los valores de Δm encuentre la capacidad calórica de cada carbón en kJ/gr y kJ/mol
- Con los datos obtenidos realice complete la siguiente tabla:

Carbón	Temperatura inicial	Temperatura final	ΔT	Masa Inicial	Masa Final	Δm	Capacidad calórica
Vegetal							

6. Para las conclusiones realice un ensayo en donde haga análisis de los resultados, explicando las diferencias obtenidas en la capacidad calórica del carbón vegetal y el etanol. Intente explicar por qué estos valores son diferentes. Mencione su opinión sobre la conveniencia del uso del carbón como fuente de energía teniendo en cuenta que si bien por un lado es la principal fuente de ingreso de muchas familias en nuestro municipio, también causa muchos problemas ambientales. Haga algunos comentarios sobre lo que más le gustó de la práctica y lo que no, así como lo más destacado de lo aprendido en esta jornada. Finalmente agrega algunas fotografías de la práctica en la que aparezca el montaje y tus compañeros.

## I. ANEXO. PROCEDIMIENTO PARA EL CÁLCULO DEL MARGEN DE ERROR.

Para el cálculo del margen de error, se decidió calcularlo mediante procedimiento de Error Estratificado (Sierra Bravo, 1979). Para comprender los términos usados en el desarrollo de esta metodología, se aclarará el significado de algunos de ellos:

ni: Número de estudiantes que respondieron determinada pregunta.

Pi: Porcentaje de estudiantes que respondieron correctamente

$$\text{Cálculo de error estratificado: E. est.} = \sqrt{\frac{\sum((ni*Pi)*(100-Pi))}{ni^2}}$$

De este modo, el calculo del error estratificado se realizó tal como sigue:

### ERROR DE LA PRIMERA EVALUACIÓN DIAGNÓSTICA

#### ERROR EN LAS PREGUNTAS INTERPRETATIVAS

PREGUNTA	ni	Pi	ni * P1	100-Pi	(ni*Pi)*(100-Pi)
1	20	65	1300	35	45500
4	20	30	600	70	42000
5	20	70	1400	30	42000
8	20	30	600	70	42000
<b>Total</b>	<b>80</b>		<b>3900</b>		<b>171500</b>

$$\text{Error Estratificado} = \sqrt{\frac{\sum((ni*Pi)*(100-Pi))}{(\sum ni)^2}} = 5.18$$

#### ERROR PREGUNTAS ARGUMENTATIVAS

PREGUNTA	ni	Pi	ni * P1	100-Pi	(ni*Pi)*(100-Pi)
2	20	45	900	55	49500
6	20	15	300	85	25500
7	20	20	400	80	32000
10	20	15	300	85	25500
<b>Total</b>	<b>80</b>		<b>1900</b>		<b>132500</b>

$$\text{Error Estratificado} = \sqrt{\frac{\sum((ni*Pi)*(100-Pi))}{ni^2}} = 4.55$$

#### **ERROR PREGUNTAS PROPOSITIVAS**

PREGUNTA	ni	Pi	ni * P1	100-Pi	(ni*Pi)*(100-Pi)
3	20	10	200	90	18000
9	20	5	100	95	9500
11	20	0	0	100	0
12	20	5	100	95	9500
<b>Total</b>	<b>80</b>		<b>400</b>		<b>37000</b>

$$\text{Error Estratificado} = \sqrt{\frac{\sum((ni*Pi)*(100-Pi))}{ni^2}} = 2.40$$

Promediando los errores anteriores obtenemos el error promedio:

**ERROR PROMEDIO = 4.04**

Primera Evaluación Diagnóstica

---

#### **ERROR SEGUNDA EVALUACIÓN DIAGNÓSTICA**

##### **ERROR PREGUNTAS INTERPRETATIVAS**

PREGUNTA	ni	Pi	ni * P1	100-Pi	(ni*Pi)*(100-Pi)
2	20	70	1400	30	42000
5	20	60	1200	40	48000
7	20	75	1500	25	37500
10	20	55	1100	45	49500
<b>Total</b>	<b>80</b>		<b>5200</b>		<b>177000</b>

$$\text{Error Estratificado} = \sqrt{\frac{\sum((ni*Pi)*(100-Pi))}{ni^2}} = 5.26$$

**ERROR PREGUNTAS ARGUMENTATIVAS**

PREGUNTA	ni	Pi	ni * P1	100-Pi	(ni*Pi)*(100-Pi)
4	20	65	1300	35	45500
6	20	50	1000	50	50000
9	20	45	900	55	49500
11	20	60	1200	40	48000
<b>Total</b>	<b>80</b>		<b>4400</b>		<b>193000</b>

$$\text{Error Estratificado} = \sqrt{\frac{\sum((ni*Pi)*(100-Pi))}{ni^2}} = 5.49$$

**ERROR PREGUNTAS PROPOSITIVAS**

PREGUNTA	ni	Pi	ni * P1	100-Pi	(ni*Pi)*(100-Pi)
1	20	10	200	90	18000
3	20	20	400	80	32000
5	20	20	400	80	32000
12	20	10	200	90	18000
<b>Total</b>	<b>80</b>		<b>1200</b>		<b>100000</b>

$$\text{Error Estratificado} = \sqrt{\frac{\sum((ni*Pi)*(100-Pi))}{ni^2}} = 3.95$$

Promediando los errores anteriores obtenemos el error promedio:

**ERROR PROMEDIO = 4.90**

Segunda Evaluación Diagnóstica

---

**ERROR PRÁCTICA DE LABORATORIO VIRTUAL****ERROR PREGUNTAS INTERPRETATIVAS**

PREGUNTA	ni	Pi	ni * P1	100-Pi	(ni*Pi)*(100-Pi)
2	20	80	1600	20	32000
5	20	75	1500	25	37500
7	20	75	1500	25	37500
10	20	70	1400	30	42000
<b>Total</b>	<b>80</b>		<b>6000</b>		<b>149000</b>



$$\text{Error Estratificado} = \sqrt{\frac{\sum((ni*Pi)*(100-Pi))}{ni^2}} = 4.83$$

<b>ERROR PREGUNTAS ARGUMENTATIVAS</b>					
PREGUNTA	ni	Pi	ni x P1	100-Pi	(nixPi)*(100-Pi)
4	20	70	1400	30	42000
6	20	60	1200	40	48000
9	20	50	1000	50	50000
11	20	6	120	94	11280
<b>Total</b>	<b>80</b>		<b>3720</b>		<b>151280</b>

$$\text{Error Estratificado} = \sqrt{\frac{\sum((ni*Pi)*(100-Pi))}{ni^2}} = 4.86$$

**ERROR PREGUNTAS PROPOSITIVAS**

PREGUNTA	ni	Pi	ni x P1	100-Pi	(nixPi)*(100-Pi)
1	20	15	300	85	25500
3	20	20	400	80	32000
5	20	25	500	75	37500
12	20	16	320	84	26880
<b>Total</b>	<b>80</b>		<b>1520</b>		<b>121880</b>

$$\text{Error Estratificado} = \sqrt{\frac{\sum((ni*Pi)*(100-Pi))}{ni^2}} = 4.36$$

Promediando los errores anteriores obtenemos el error promedio

**ERROR PROMEDIO = 4.68**

Práctica de Laboratorio Virtual

## ERROR PRÁCTICA DE LABORATORIO PRESENCIAL

### ERROR PREGUNTAS INTERPRETATIVAS

PREGUNTA	ni	Pi	ni x P1	100-Pi	(nixPi)*(100-Pi)
2	20	80	1600	20	32000
5	20	70	1400	30	42000
7	20	80	1600	20	32000
10	20	75	1500	25	37500
<b>Total</b>	<b>80</b>		<b>6100</b>		<b>143500</b>

$$\text{Error Estratificado} = \sqrt{\frac{\sum((ni*Pi)*(100-Pi))}{ni^2}} = 4.74$$

### ERROR PREGUNTAS ARGUMENTATIVAS

PREGUNTA	ni	Pi	ni x P1	100-Pi	(nixPi)*(100-Pi)
4	20	65	1300	35	45500
6	20	50	1000	50	50000
9	20	55	1100	45	49500
11	20	65	1300	35	45500
<b>Total</b>	<b>80</b>		<b>4700</b>		<b>190500</b>

$$\text{Error Estratificado} = \sqrt{\frac{\sum((ni*Pi)*(100-Pi))}{ni^2}} = 5.46$$

### ERROR PREGUNTAS PROPOSITIVAS

PREGUNTA	ni	Pi	ni * P1	100-Pi	(ni*Pi)*(100-Pi)
1	20	30	600	70	42000
3	20	50	1000	50	50000
5	20	40	800	60	48000
12	20	30	600	70	42000
<b>Total</b>	<b>80</b>		<b>3000</b>		<b>182000</b>

$$\text{Error Estratificado} = \sqrt{\frac{\sum((ni*Pi)*(100-Pi))}{ni^2}} = 5.33$$

Promediando los errores anteriores obtenemos el error promedio:

**ERROR PROMEDIO = 5.17**

Práctica de Laboratorio virtual

---

## PRÁCTICA DE LABORATORIO VIRTUAL Y PRESENCIAL

### ERROR PREGUNTAS INTERPRETATIVAS

PREGUNTA	ni	Pi	ni * P1	100-Pi	(n*Pi)*(100-Pi)
2	20	95	1900	5	9500
5	20	90	1800	10	18000
7	20	85	1700	15	25500
10	20	85	1700	15	25500
<b>Total</b>	<b>80</b>		<b>7100</b>		<b>78500</b>

$$\text{Error Estratificado} = \sqrt{\frac{\sum((ni*Pi)*(100-Pi))}{ni^2}} = 3.50$$

### ERROR PREGUNTAS ARGUMENTATIVAS

PREGUNTA	ni	Pi	ni * P1	100-Pi	(ni*Pi)*(100-Pi)
4	20	80	1600	20	32000
6	20	75	1500	25	37500
9	20	80	1600	20	32000
11	20	60	1200	40	48000
<b>Total</b>	<b>80</b>		<b>5900</b>		<b>149500</b>

$$\text{Error Estratificado} = \sqrt{\frac{\sum((ni*Pi)*(100-Pi))}{ni^2}} = 4.83$$

**ERROR PREGUNTAS PROPOSITIVAS**

PREGUNTA	ni	Pi	ni * P1	100-Pi	(ni*Pi)*(100-Pi)
1	20	70	1400	30	42000
3	20	50	1000	50	50000
5	20	55	1100	45	49500
12	20	65	1300	35	45500
<b>Total</b>	<b>80</b>		<b>4800</b>		<b>187000</b>

$$\text{Error Estratificado} = \sqrt{\frac{\sum((ni*Pi)*(100-Pi))}{ni^2}} = 5.41$$

Promediando los errores anteriores obtenemos el error promedio

ERROR PROMEDIO = **4.58**

Laboratorio Virtual + Laboratorio Presencial

## J. ANEXO. EVIDENCIAS DEL LABORATORIO PRESENCIAL.

Las siguientes imágenes y videos, hacen parte del registro documental de la implementación y práctica del laboratorio presencial en el que se empleaba el calorímetro escolar para la combustión del carbón.

Para visualizar las evidencias en video, basta con visitar los siguientes enlaces:

- Video 1: Estudiantes calibrando el Calorímetro.  
Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=BHz8-ihpMsU>
- Video 2: Clase de Calibración del Calorímetro Completa.  
Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=Hp0s6jlx08&t=203s>
- Video 3: Estudiantes determinando el poder calórico del carbón usando el calorímetro.  
Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=kdEioPEDTyg>

Las siguientes son algunas fotografías de los estudiantes durante el laboratorio.



**FIGURA 19.** Estudiantes en el Laboratorio usando el calorímetro escolar para la combustión del carbón.

# BIBLIOGRAFÍA.

- Aguas de Alicante. (2017). *Aguas de Alicante*. Obtenido de Estudio del agua en el laboratorio:  
[http://www.aguasdealicante.es/educacional/ambientech/actividades/AG2\\_madre.html](http://www.aguasdealicante.es/educacional/ambientech/actividades/AG2_madre.html)
- Atkins P. W. y Jones, L. (2005). *Principios de Química, Los caminos del descubrimiento*. Madrid: Editorial Médica Panamericana.
- Ausubel, D. P. (1983). *Psicología Educativa: Un punto de vista cognocitivo*. México: Trillas.
- Avalis C. y Nosedá, J. (2008). Una propuesta integradora para la enseñanza de la termodinámica química. *Diálogos Pedagógicos*, 104-109.
- Baquero, R. (2002). Del experimento escolar a la experiencia educativa. La transmisión educativa desde una perspectiva psicológica situacional. *Enseñanza de las Ciencias*, 11, 57-75.
- Barragan A. J. Bazúa, E. (2004). Herramientas para la enseñanza de la termodinámica en Ingeniería Química. *Revista Tecnología y Ciencia*, 83-91.
- Barral, F. M. (1993). "El café tiene cafeína, nos despierta y nos da energía". Concepciones sobre la energía química. Una buena razón para poner de acuerdo a los profesores de física, química y ciencias naturales. *Enseñanza de las Ciencias*, 11(1), 20-25.
- Bruner, J. (1984). *Acción, Pensamiento y Lenguaje*. Madrid: Alianza. Ediciones Paidós.
- Cabero, A. J. (2007). *Las TIC en la enseñanza de la Química: Aportaciones desde la tecnología educativa*. Obtenido de Asociación de Químicos de Murcia: <http://tecnologiaedu.us.es/cuestionario/bibliovir/jca16.pdf>
- Calvo I. y Zuleta E. y Gandoiti U. y Lopez, J. M. (2009). Laboratorios remotos y virtuales en enseñanzas técnicas y científicas. *Ikastorzarza, e-revista de didáctica*. , 1-21.
- Chang, R. (2010). *Química*. México: McGraw-Hill.
- Chevallard, Y. (1997). *La Transposición Didáctica. Del Saber sabio al saber enseñado*. Buenos Aires: Aique.
- Coaten, N. (2003). *Blended e-learning*. Recuperado el 6 de Octubre, de Educaweb: [www.educaweb.com/esp/servicios/monografico/formacionvirtual/1181076.asp](http://www.educaweb.com/esp/servicios/monografico/formacionvirtual/1181076.asp)

- De Zubiría, R. (2013). El maestro y los desafíos de la educación del siglo XXI. *REDIPE 825, Julio*, 1-17.
- Díaz, F. (2006). *Enseñanza Situada: Vínculo entre la escuela y la vida*. Mexico: Universidad Autónoma. McGraw-Hill.
- Fernández C. y Velásco, S. (2010). *Introducción a la Termodinámica*. Madrid: Síntesis.
- Fraenkel J. R. y Warren, N. E. (1996). *How to design and evaluate research in education*. New York: McGraw-Hill.
- Friedl, A. (2005). *Enseñar ciencias a los niños*. Barcelona: Editorial Gedisa. S.A.
- Gallet, C. (1998). La enseñanza de la resolución de problemas en el laboratorio de química: Dejando las recetas. *Journal of Chemical Education*, 72-77.
- García G. y Rentería, E. (2013). Resolver problemas: Una estrategia para el aprendizaje de la termodinámica. *Guillermo de Ockham*, 117-134.
- Garriz, A. (2010). La enseñanza química para la sociedad del siglo XXI, caracterizada por la incertidumbre. *Educación química*, 2-15.
- Hierrezuelo J. y Montero, A. (1988). *La Energía, en la ciencia de los alumnos. Su utilización en la didáctica de la física y la química*. Barcelona: Laia y Ministerio de Educación y Ciencia.
- Hurtado, S. (2012). *Laboratorio Virtual*. Obtenido de Equilibrio Térmico: <http://labovirtual.blogspot.com.co/2012/06/equilibrio-termico.html>
- Jaramillo, O. A. (2008). *Notas del curso de termodinámica para ingenieros*. Mexico: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Jaramillo, O. A. (2008). *Notas del Curso de Termodinámica para Ingenieros*. México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Lehrman, R. L. (1973). La energía no es la capacidad de realizar trabajo. *El profesor de Física*, 15-18.
- Londoño, C. (2002). *Combustión del Carbón*. Medellín: Facultad de Minas. Universidad Nacional de Colombia.
- Lugo, G. (2006). La importancia de los laboratorios. *Revista Construcción y tecnología*, 20.
- Marsh G.E y Mcfadden A. C. y Price, B. J. (2003). *Blended Instrucción: Adapting convencional instrucción for large classes*. Obtenido de Online Journal of Distance Learning Administration. Number IV, Winter 2003.
- McMurray J.E y Fay, R. C. (2009). *Química General Quinta edición*. México: Pearson.

- Michinel, J. L. (1993). Concepciones no formales de la energía en textos de física para la escuela básica. *Revista de Pedagogía*, 33, 41-59.
- Michinel, J. L. (1994). El concepto de energía en los libros de texto: de las concepciones previas a la propuesta de un nuevo sublenguaje. *Enseñanza de las Ciencias*, 12(3), 369-380.
- Moran M. J. y Shapiro, H. N. (2004). *Fundamentos de termodinámica técnica*. Barcelona: Rerverté S.A.
- Moreira, M. A. (2000). *Aprendizaje Significativo: Teoría y Práctica*. Madrid: Visor.
- Núñez, G. M. (2005). ¿Por qué persisten las dificultades en el aprendizaje del concepto de energía? *Revista didáctica de las ciencias experimentales y sociales*.(Nº 18), 105-120.
- Obaya A. y Delgadillo, G. (2003). La investigación como principio didáctico en el laboratorio de Química industrial. *Educación Química*, 10-16.
- Sierra Bravo, R. (1979). *Técnicas de Investigación social. Teoría y ejercicios*. Madrid. España.: Paraninfo.
- Smith J. M. y Van Ness H. C. y Abbott, M. M. (1997). *Introducción a la Termodinámica en Ingeniería Química*. México: Mc Graw-Hill.
- Smith J.M y Van Ness H. C. y Abbott, M. M. (1997). *Introducción a al termodinámica en ingeniería química*. México: McGraw-Hill.
- Unidad de Planeación Minero Energética. (2010). *Cadena de Carbón*. Bogotá: Ministerio de Minas y Energía. Colombia.
- Zamora, R. (2012). Laboratorios Remotos: Actualidad y tendencias futuras. *Scientia et technica, Año XVII, No. 51*.