



# **UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

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

**FACULTAD DE QUÍMICA**

**PROPUESTA DE ACTIVIDADES PARA LA ENSEÑANZA DE LA  
FISICOQUÍMICA EN EL BACHILLERATO**

**T E S I S**  
**QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE MAESTRO EN DOCENCIA PARA LA  
EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR, QUÍMICA**

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

**MARÍA KENIA ZAMORA ROSETE**

**TUTOR: Dra. GLINDA IRAZOQUE PALAZUELOS**

**FACULTAD DE QUÍMICA**

**CIUDAD DE MÉXICO, JULIO 2016**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



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

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

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

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

*Para Hero, Emiliano y Marco Aurelio, que han llenado mi vida con emociones  
inimaginables.*

*Los amo profundamente.*

## **Agradecimientos**

A la Universidad Nacional Autónoma de México por todo lo que es y por todo lo que nos brinda.

A la coordinación de posgrado y a la MEDEMS por la beca otorgada.

A la Dra. Glinda Irazoque por todos sus comentarios, consejos y enseñanzas, pero sobre todo por la paciencia. ¡GRACIAS!

A las Maestras Gisela Hernández y Roxanna Pastor, a los Doctores Luis Miguel Trejo y Adolfo Obaya por sus acertados comentarios y su valioso apoyo.

A Estela mi madre, quien me ha mostrado la fuerza para vivir aun en tiempos difíciles.

A Arturo, aun en la ausencia aprendo de ti.

A Cynthia, por siempre acompañar y comprender, y a toda su familia por el inmenso cariño.

A mis amigos de la facultad.

A todas y cada una de las personas que de alguna forma me acompañaron en este largo proceso.

# Tabla de contenido

RESUMEN .....	6
INTRODUCCIÓN.....	8
OBJETIVOS .....	12
OBJETIVOS GENERALES.....	12
OBJETIVOS PARTICULARES .....	12
CAPÍTULO I.....	13
Planteamiento del problema .....	13
1.1 LA ENSEÑANZA DE LA TERMODINÁMICA EN EL BACHILLERATO UNIVERSITARIO .	13
1.1.1 LA TERMODINÁMICA, SU IMPORTANCIA Y SUS DIFICULTADES DE APRENDIZAJE .....	16
CAPÍTULO II.....	17
Fundamentos Teóricos .....	17
2.1 CONSTRUCTIVISMO.....	19
2.1.1 IDEAS FUNDAMENTALES DE LA CONCEPCIÓN CONSTRUCTIVISTA .....	20
2.1.1.1 Aprendizajes significativos .....	22
2.1.2 CONCEPCIONES ALTERNATIVAS.....	22
2.2 EL APRENDIZAJE COMO CAMBIO CONCEPTUAL E INTEGRACIÓN JERARQUICA....	25
2.2.1 LA CONSTRUCCIÓN DEL CONOCIMIENTO CIENTÍFICO.....	26
2.2.1.1 Restructuración Teórica .....	26
2.2.1.2 Explicitación progresiva .....	27
2.2.1.3 Integración Jerárquica .....	28
2.3 CONCEPCIONES ALTERNATIVAS DE LOS CONCEPTOS TERMODINÁMICOS EN EL BACHILLERATO Y LA LICENCIATURA .....	28
Cuadro 2.3.1 concepciones alternativas comunes en alumnos de bachillerato.....	29
Cuadro 2.3.2 concepciones alternativas comunes para reacción química y enlace químico. .	30

CAPÍTULO III.....	31
Propuesta didáctica .....	31
3.1 LOS CONCEPTOS TERMODINÁMICOS AHORA Y SUS DEFINICIONES MÁS COMUNES.....	31
3.2 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS ACTIVIDADES SUGERIDAS .....	39
3.3 TABLA GENERAL DE CONTENIDOS .....	41
3.4 GUÍA GENERAL DE LAS ACTIVIDADES .....	45
3.5 DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES .....	49
3.5 1 ACTIVIDADES.....	49
3.5.1.1 Tema 1.”La lengua que todos hablamos” .....	49
3.5.1.2 Tema 2.” El camino sí importa” .....	52
3.5.1.3 Tema 3 “¡Hace calor aquí!” .....	54
3.5.1.4 Tema 4 “No se crea ni se destruye...” .....	58
3.5.1.5. Tema 5 “Huy ¡Está caliente .....	62
3.6 DOCUMENTOS PARA LOS ALUMNOS .....	67
CAPÍTULO IV .....	68
Metodología, resultados y análisis.....	68
4.1 METODOLOGIA GENERAL DEL PROYECTO .....	68
4.2 RESULTADOS .....	71
4.2.1 RESULTADOS DE LAS EVALUACIONES DE INICIO .....	71
4.2.2 RESULTADOS DE LAS EVALUACIONES DE CIERRE .....	78
CÁPITULO V .....	87
Conclusiones y áreas de oportunidad .....	87
BIBLIOGRAFIA.....	91
ANEXO 1 .....	96

MATERIALES PARA EL ALUMNO .....	96
HT 1.1 La lengua que todos hablamos .....	97
HT 1.2 La lengua que todos hablamos .....	98
HT 2.1 El camino si importa .....	100
HT 3.1 Hace calor aquí .....	103
HT 3.2 Hace calor aquí .....	105
HT 3.3 Hace calor aquí .....	108
HT 4.1 No se crea ni se destruye... ..	110
HT 4.2 No se crea ni se destruye .....	113
HT 5.1 Huy. ¡Está caliente .....	114
HT 5.2 Huy. ¡Está caliente .....	116
EVALUACIÓN E-1 .....	119
CONCEPTOS ÚTILES EN TERMODINÁMICA .....	124
ANEXO 2 .....	126
Datos para justificar las gráficas. ....	126

# RESUMEN

---

La forma “tradicional” de enseñar ciencias es la distinción entre problemas de lápiz y papel, conceptos y prácticas de laboratorio. En este trabajo se propone una serie de actividades didácticas integradas para trabajar en el aula los temas calor, temperatura, equilibrio térmico, 1° ley de la termodinámica y entalpía de reacción, en las que se minimiza la distinción entre estas tres áreas de la enseñanza, en las que todas se observan desde un mismo punto, el cual es el tema en estudio. Las actividades diseñadas se implementaron y evaluaron en un grupo piloto en el cual se impartió clase con las actividades didácticas diseñadas. También se trabajó con un grupo control en el que se dio clase de forma habitual. Ambos grupos realizaron evaluaciones de inicio (antes del estudio del tema) y finales. Las valoraciones de ambos grupos se analizaron y contrastaron para obtener los resultados del impacto de las actividades didácticas en los estudiantes. Finalmente se concluye que las actividades tienen una cierta influencia positiva en la formación de habilidades de pensamiento científico

**Palabras Clave:** conceptos, problemas de lápiz y papel, trabajo experimental, actividades integradas.

Abstract

Proposal of activities for physicochemical teaching in high school

The “traditional” way of teaching science entails solving word problems, concepts and laboratory practices. This study proposes a series of didactic integrated activities to be performed in the classroom to teach the topics of heat, temperature, thermal equilibrium, the first law of thermodynamics, and enthalpy of reaction. The activities minimize the distinction between the three components of teaching mentioned before, observing all of them from the same perspective, which is the subject of study. These activities were implemented and

evaluated in a pilot group, and its performance was compared to that of a control group in which the topics were taught in the traditional way. Both groups were evaluated at the beginning (before this study) and at the end, and their assessments were analyzed and compared to obtain the results about the impact the didactic activities had on the students. Finally, it is concluded that the activities have a positive influence on the student's building of scientific thought.

**Key words:** Concepts, word problems, experimental study, integrated activity.

# INTRODUCCION

---

El bachillerato propedéutico es un nivel educativo de enlace entre la enseñanza básica y el nivel superior, frecuentemente interpretado como señal diagnóstica de la educación profesional. En los últimos treinta años ha tenido como características, la expansión de la demanda de ingreso, los requerimientos impuestos por el desarrollo tecno-científico y la diversificación social; lo anterior enmarcado en la modernización del mundo actual, donde los jóvenes deben cumplir con mayores requisitos académicos para poder desempeñarse laboralmente, la explosión demográfica que exige más y mejores centros educativos y el papel central que ha tomado la ciencia y la tecnología en la vida cotidiana (INEGI, 2011).

Con este antecedente, a partir de la década de los ochentas, el mundo vive la globalización, y el conocimiento científico logra grandes avances, de tal forma que se pensó<sup>1</sup> que la educación debería complementarse con esta nueva forma de vida, donde la tecnología, y el cuidado del ambiente tienen gran importancia. A la par, los modelos educativos estadounidense y europeos se cuestionan la importancia de la educación en la sociedad y se da prioridad a modelos didácticos de tipo constructivista, donde la preparación para solucionar los problemas sociales, ambientales y laborales se pone en primer lugar (Thornburg, 1991).

La educación científica, se refiere al proceso de enseñar a razonar y a analizar, lo cual es indispensable para la comprensión de hechos y teorías científicas. Además la comprensión y análisis de la ciencia, brinda la oportunidad de resolver problemas, aprender a sintetizar y buscar información, a relacionar hechos o cosas, a inferir a llegar a conclusiones, etc (Jiménez Aleixandre y Sanmartí, 1997). Así mismo, la importancia de la educación en ciencias no radica sólo en la apropiación de los conocimientos básicos de la cultura universal; el punto crucial del aprendizaje de estas disciplinas es el desarrollo de habilidades y destrezas para un razonamiento *lógico* y crítico, es decir, la construcción de formas de pensamiento que brindan las herramientas necesarias para el análisis y percepción de la realidad en todos los campos de trabajo. Supone además, que forme personas responsables socialmente y con el

---

<sup>1</sup> En México, a partir del sexenio de Miguel de la Madrid, (1982-1988) se empezó a gestar el cambio en la educación, para dar cumplimiento a las necesidades del neoliberalismo y la globalización. (Medina 2001)

conocimiento necesario para participar en la toma de decisiones tecnocientíficas de interés público (Vázquez-Alonso, Acevedo-Díaz y Manassero-Mas, 2005). Todo este conjunto de actitudes, pensamientos, habilidades y destrezas, son las que brindan a los estudiantes del bachillerato propedéutico las capacidades intelectuales necesarias para poder ingresar con éxito a los niveles de educación superiores.

En general, la postura tradicional en la enseñanza de las ciencias, es la separación entre teoría, prácticas de laboratorio y resolución de problemas, esta situación se acepta como natural, al grado que, en la mayoría de universidades, los cursos están divididos en teóricos y prácticos, generalmente con diferentes profesores y más aún, los cursos, aunque son de la misma asignatura, frecuentemente se encuentran desfasados de tema y tienen enfoques diferentes.

Generalmente en las clases de teoría los conceptos se abordan de forma aislada, lejana y sin aplicaciones prácticas cercanas a la realidad cotidiana de los estudiantes, esto genera por un lado desinterés y por el otro la percepción de que la ciencia no resuelve problemas “comunes” cercanos a ellos. En lo referente al trabajo experimental, existe la inapropiada creencia, que, entre más trabajo de laboratorio hagan los estudiantes más aprenderán sobre el tema, sin embargo, las investigaciones educativas sugieren que lo anterior no es cierto, aumentar las horas de laboratorio no mejora la calidad del proceso educativo, debido a que “en la mayoría de los cursos no se incluye un sólo experimento en el que los estudiante puedan identificar y definir un problema, proponer procedimientos, recoger e interpretar resultados o tomar alguna decisión”(Yager y Penick, 1983).

La situación es similar e incluso más grave en lo que se refiere a la resolución de problemas de lápiz y papel, el otro campo que, junto con los trabajos prácticos, es concebido como ocasión privilegiada para la adquisición y desarrollo de las aptitudes científicas. Como se ha mostrado repetidamente, los alumnos no aprenden a resolver problemas, sino que, a lo sumo, memorizan soluciones explicadas por el profesor como simples ejercicios de aplicación: los alumnos se limitan a "reconocer" problemas que ya han sido resueltos y si no lo logran lo abandonan ya que no tienen idea de cómo resolverlos. (Gil, et al., 1999). La gravedad de la situación ha convertido desde hace años, a la investigación sobre resolución de problemas,

junto a las prácticas de laboratorio, en una de las prioridades en el campo de la didáctica de las ciencias.

Al respecto, la publicación de algunos estudios recientes ha puesto en evidencia los mitos en la efectividad de la enseñanza. Allí donde los resultados parecían más alentadores, los alumnos no sólo terminaban sus estudios sin saber resolver problemas y sin una imagen correcta del trabajo científico, sino que la inmensa mayoría de ellos ni siquiera había logrado comprender el significado de los conceptos científicos más básicos, a pesar de haber cursado varias materias de este tipo a lo largo de los niveles básicos de educación. Particularmente relevante era el hecho de que los errores no constituían simples olvidos o equivocaciones momentáneas, sino que se expresaban como ideas muy seguras y persistentes, afectando de forma similar a alumnos de distintos países, niveles y condiciones sociales.

En este trabajo se propone una serie de actividades para el aula, en las que se minimiza, la distinción entre prácticas de laboratorio, conceptos y los problemas de lápiz y papel, las tres se observan desde un mismo punto, el cual es el tema en estudio, es decir que el tema seleccionado es analizado, discutido y estudiado desde las tres concepciones, dando explicaciones a los fenómenos experimentales desde la teoría que hemos analizado y que estaremos contemplando y los problemas, generalmente no numéricos serán contestados a partir de la experimentación y la teoría ya revisada. Se piensa que lo anterior sirve para evitar generar conocimiento equivocado y propiciar en los estudiantes una idea apropiada o más cercana a lo que es el trabajo científico. Se elaboró una secuencia de actividades teórico-experimentales basadas en lo que Driver y Scott (1986) señalan como importante para propiciar el cambio conceptual. Estas secuencias consideran:

- ❖ La identificación de las ideas que ya poseen los alumnos.
- ❖ El cuestionamiento de las ideas de los estudiantes a través del uso de contraejemplos.
- ❖ La integración de oportunidades en las que los estudiantes puedan usar los conocimientos para explicar situaciones cotidianas.

Algunos resultados experimentales sugieren que las estrategias de enseñanza basadas en el modelo de cambio conceptual por integración jerárquica (Pozo y Gómez-Crespo, 2004) generan adquisición de conocimientos científicos más eficazmente que la estrategia habitual

de transmisión-recepción. Se espera que el modelo didáctico propuesto en este trabajo logre un entorno para la reflexión científica de los alumnos, donde el tema en estudio sea “interiorizado” desde los conceptos, la experimentación y la resolución de problemas, donde el tema en cuestión genere dudas, comentarios y por supuesto nuevas expectativas de conocimiento, que pretendemos desencadenen un mayor interés por la química y por consiguiente por un estudio más detallado de esta ciencia.

Este trabajo está dividido en cinco capítulos, en el primero se hace el planteamiento del problema, que está relacionado, con la enseñanza de la termodinámica en la Escuela Nacional Preparatoria (ENP) y la importancia que ésta tiene en la formación académica del estudiante.

El segundo capítulo presenta los “fundamentos teóricos”, se tratan las teorías cognitivas que sustentan el proyecto, damos una visión general de constructivismo, integración jerárquica y secuencias enseñanza-aprendizaje en el desarrollo de las habilidades científicas de los estudiantes. También se enlistan las concepciones alternativas más comunes que poseen los alumnos.

En el capítulo tres se muestra la propuesta didáctica, se revisan los conceptos termodinámicos necesarios para implementarla, se describen cómo se construyeron las actividades y se presentan los materiales elaborados.

El cuarto capítulo exhibe la metodología seguida en la implementación de los materiales, los resultados que se obtuvieron frente a grupo y el análisis de resultados.

El capítulo cinco contiene las conclusiones y las áreas de oportunidad del proyecto. Finalmente se añadieron dos anexos, en el primero se encuentran los materiales elaborados para los alumnos y el documento de evaluación. El anexo dos contiene los datos con los que se elaboraron las gráficas, ya que estos no están en el cuerpo de la tesis.

# OBJETIVOS

---

## OBJETIVOS GENERALES

1. Diseñar una serie de actividades de aprendizaje que consideren una integración entre conceptos, trabajo experimental y problemas de lápiz y papel, para que los estudiantes del nivel medio superior puedan abordar de mejor manera o más significativamente, algunos de los conceptos básicos de fisicoquímica.
2. Instrumentar y poner en práctica las actividades elaboradas con alumnos de sexto año, área 1, de la ENP.
3. Evaluar la pertinencia de la propuesta didáctica mediante la comparación de resultados entre un grupo de trabajo y un grupo control.
4. Fomentar en los alumnos habilidades de pensamiento científico, que les ayuden en la construcción de procesos cognitivos y en la toma de decisiones científicamente argumentadas.

## OBJETIVOS PARTICULARES

Para cada una de las actividades se pretende que los estudiantes:

1. Hacer una revisión bibliográfica de las concepciones alternativas más frecuentes que los alumnos de educación media superior presentan sobre algunos conceptos básicos de fisicoquímica.
2. Hacer una revisión de las definiciones en los libros recomendados por el programa de estudios de Química IV de la ENP, sobre los conceptos calor, temperatura, trabajo, reacción química y energía, los cuales están relacionados con las actividades propuestas.

# CAPITULO I

## Planteamiento del problema

---

### 1.1 LA ENSEÑANZA DE LA TERMODINÁMICA EN EL BACHILLERATO UNIVERSITARIO

El modelo pedagógico de la Escuela Nacional Preparatoria (ENP) surge de un diagnóstico de necesidades, entre ellas, las que responden a las demandas sociales y comunitarias, pero también deben dar cuenta de las requeridas para el nivel educativo superior, de tal forma que exista una articulación pedagógica, en un proceso flexible de enlace y vinculación entre los niveles educativos que atienden a grupos de individuos en diferentes momentos de desarrollo y que pretenden dar respuesta a diversos tipos de necesidades tanto individuales, como sociales.

En la actualidad, dentro del modelo de la ENP, se puede afirmar que el proceso de enseñanza-aprendizaje y, más ampliamente, el fenómeno educativo son procesos que no se restringen a lo que acontece en el aula; sino forman parte de un complejo de relaciones que involucra la interacción de varios factores: individuales propios de los actores directos; profesores y alumnos, institucionales de carácter normativo y operativo, así como de las exigencias sociales.

En los planes de estudio de 1996 se incluye como materia optativa Físicoquímica y como obligatoria para área I y II Química IV . El motivo principal de esta inclusión fue mejorar el perfil de egreso de los alumnos que elegirán continuar sus estudios en alguna de las facultades relacionadas con dichas áreas, en virtud de que estos estudiantes requieren conocimientos conceptuales e interdisciplinarios de Físicoquímica.

Los propósitos que plantea el curso son que el alumno (ENP, 1996):

- adquiera destreza en el lenguaje propio de la fisicoquímica,
- cuantifique la materia y la energía que participan en las reacciones químicas.

- se familiarice con el empleo de instrumentos propios de la física, la química y la fisicoquímica.
- relacione los conocimientos científicos que ha adquirido con la tecnología y la sociedad.
- desarrolle habilidades para observar, reunir información y analizarla, para utilizarla en la resolución de problemas teórico-prácticos,
- adquiera actitudes de cuestionamiento, indagación, previsión, respeto y perseverancia.
- desarrolle su creatividad,
- lleve a cabo actividades de enseñanza-aprendizaje, con base en situaciones problema de su interés.
- utilice, en situaciones nuevas, los conocimientos y estrategias aprendidas durante el curso.

El curso contempla cuatro unidades:

Unidad I. Estructura atómica y periodicidad; se busca que el alumno relacione los conocimientos que ya posee sobre el átomo, con la tecnología y la sociedad, y que haga predicciones sobre algunas propiedades de los elementos, apoyándose en la teoría cuántica y en la tabla periódica.

Unidad II. Enlaces y estados físicos; se estudia el modelo de enlace químico, las propiedades y nombres de las sustancias y los estados de agregación de la materia.

Unidad III. Termodinámica; se busca que los alumnos apliquen los conceptos de la termodinámica en la resolución teórico experimental de algunos problemas sencillos, en los que utilice el tratamiento de datos, que relacionen los conceptos termodinámicos con los procesos de combustión, de cambio de fase y con la eficiencia de los mismos, y finalmente, que adquieran los conocimientos básicos de la termodinámica y la termoquímica

Unidad IV: Electroquímica, el objetivo es que el alumno comprenda que las reacciones de óxido-reducción se deben a la transferencia de electrones, que efectúe un análisis de los procesos electroquímicos en función de sus aplicaciones y que aplique los conocimientos electroquímicos en la resolución de problemas teórico-prácticos.

Este trabajo está centrado en la unidad III y, en particular en los tres primeros temas de los cinco que se desarrollan:

1. Ley cero de la termodinámica, calor, temperatura y equilibrio térmico.
2. Primera ley de la termodinámica, energía interna, calor y trabajo.
3. Termoquímica: entalpía, calor de reacción y Ley de Hess.
4. Segunda ley de la termodinámica, entropía, eficiencia de las máquinas térmicas.
5. Energía libre de Gibbs, espontaneidad, equilibrio térmico, constante de equilibrio y Principio de Le Chatelier.

Como se puede observar, el temario no contempla el lenguaje termodinámico como tema introductorio a este campo de estudio y, lo consideramos de fundamental importancia. Es conveniente que desde este momento de la formación académica, los estudiantes entiendan que la ciencia estudia los sistemas que el científico elige en función de las características del problema que estudia y para el que pretende encontrar posibles respuestas. Sugerimos que en próximas revisiones de los planes y programas de estudio se considere incluir este tema al inicio del curso. Por ello la propuesta que aquí desarrollaremos, inicia con el tema mencionando.

Continuamos con el estudio de dos de los conceptos centrales de la termodinámica: temperatura y calor. Nos parece importante atender la sinonimia que prevalece entre estos dos conceptos para lograr una mejor construcción del concepto de energía que es central para la comprensión de muchos de los problemas ambientales y tecnológicos que estamos enfrentando. El cuarto y quinto temas de esta unidad no se han contemplado en la elaboración de este trabajo ya que estamos de acuerdo con Padilla (2010) quién afirma que: “se ha encontrado que los problemas de los estudiantes están relacionados con que tienen una concepción intuitiva poco formal del segundo principio; esto es, piensan que entropía es desorden”. Atacar esta concepción alternativa en el nivel medio superior es complicado pues requiere un tratamiento matemático avanzado que los alumnos no poseen.

### **1.1.1 LA TERMODINÁMICA, SU IMPORTANCIA Y SUS DIFICULTADES DE APRENDIZAJE**

La termodinámica nace a principios del siglo XIX para explicar la conjunción de los procesos mecánicos, químicos, eléctricos y “calóricos”. Actualmente, es una amplia disciplina científica que investiga las relaciones entre todas las diferentes clases de energía y sus diversas manifestaciones, tiene relación con la interconversión de la energía en forma de calor con otras formas de energía, como la química, la elástica, magnética, etcétera.

En general, los alumnos de nivel medio superior consideran que la termodinámica consiste en una serie de ecuaciones incomprensibles que han de ser aprendidas de memoria para hacer cálculos sin sentido y aprobar exámenes (Thomas, 1997). Los autores que han explorado el tema coinciden en que las ideas alternativas que los alumnos han desarrollado antes de comenzar sus estudios universitarios tienen un impacto significativo no sólo en el aprendizaje de la termodinámica sino, con frecuencia en la percepción negativa con que abordan este aprendizaje (ibid). A lo anterior, se suma que los principales conceptos implicados como trabajo, calor, energía interna y entalpía en la enseñanza convencional de la química se hacen sin tener en cuenta la historia de las ciencias. Eso hace que no se favorezca en los estudiantes de bachillerato y licenciatura la comprensión de los intercambios energéticos en los procesos físico-químicos (Pintó, 1991; Furió-Gómez, 2007).

# CAPITULO II

## Fundamentos Teóricos

---

Desde el punto de vista de la psicología cognitiva del aprendizaje, podemos diferenciar al menos tres concepciones claramente distintas del conocimiento (Pozo, 1994). Estas concepciones responden a diferentes tradiciones educativas, que con frecuencia se hallan implícitas más que explícitas en las distintas propuestas educativas en ciencias. A continuación se enlistan las tres concepciones del conocimiento:

1. **La compatibilidad.** Los primeros análisis del pensamiento científico desde la psicología cognitiva se basan, en el supuesto de la compatibilidad entre las formas de pensar propias de la ciencia y del conocimiento cotidiano, es decir, asumen que la llamada racionalidad científica no es sino una prolongación de la propia racionalidad humana. Sin embargo, numerosos estudios han mostrado que el conocimiento cotidiano se basa en formas de pensamiento y aprendizaje que se alejan bastante de esa racionalidad.
2. **La incompatibilidad.** Al suponer que la racionalidad de la ciencia y del aprendizaje se encuentran alejadas del pensamiento cotidiano, se da lugar a la incompatibilidad entre ambas formas del pensamiento. Se ha comprobado que el conocimiento cotidiano sobre los fenómenos científicos, se aprende por procesos implícitos más que por razonamiento explícitos, de forma que las "teorías implícitas" propias del conocimiento cotidiano difieren de las científicas no sólo en su contenido, sino sobre todo, en los principios y en las estructuras conceptuales desde las que se organizan esos conocimientos. De esta forma, el aprendizaje de la ciencia requerirá un profundo cambio conceptual desde esas teorías implícitas hacia formas de conocimiento científico. Sin embargo, ese cambio conceptual no sólo es difícil de lograr sino que, según algunos estudios recientes, tal vez sea incluso innecesario, dado que el conocimiento cotidiano no se cataloga como erróneo o científicamente desviado, sino se destaca su valor pragmático y el carácter fenomenológico y adaptativo que posee.

(DiSessa, 1993)

3. **La independencia entre ambas formas de conocimiento.** Algunos autores asumen que esta concepción del conocimiento sirve para contextos y metas distintas, de forma que no se trata de sustituir un conocimiento por otro, sino de hacerles coexistir y aprender a activarlos de forma situada, en función del contexto (Caravita y Halldén, 1994). Aprender ciencia, es entonces, adquirir cuerpos de conocimiento y formas de razonamiento útiles sólo para ese ámbito del saber, que no serán ni mejores ni peores que las formas de conocimiento cotidiano.

Una última versión de las relaciones entre conocimiento cotidiano y científico, se hace a partir del análisis de los anteriores, y es lo que se conoce como **integración jerárquica** entre ambas formas de conocimiento (Pozo y Gómez Crespo, 2004). Las dos son relativamente independientes en el uso contextual, pero deben integrarse conceptualmente, de tal forma, que los alumnos comprendan la relación existente entre ellas. Es decir, tienen que, además de diferenciar sus teorías implícitas del conocimiento científico, ser capaces de integrar estas formas más simples e intuitivas del saber, en los modelos más complejos, elaborados y explícitos, que proporciona la ciencia, pero no por ello estos son siempre más útiles o relevantes.

Por otro lado la educación científica se refiere al proceso de enseñar a razonar y a analizar, lo cual es indispensable para la comprensión de hechos y teorías científicas. La comprensión y análisis de la ciencia brinda además la oportunidad de resolver problemas, aprender a graficar, buscar información, relacionar hechos o cosas, inferir conclusiones, etc. En general este conjunto de habilidades, son las que brindan a los estudiantes del bachillerato propedéutico las capacidades intelectuales necesarias para poder ingresar con éxito a los niveles superiores de educación.

Una visión más integral en la enseñanza de las ciencias considera importante el aprendizaje científico, pues permite disponer de conocimientos y destrezas necesarios para desenvolverse en la vida diaria, ayudar a resolver problemas y necesidades de índole personal y supervivencia global, además posibilita adoptar actitudes responsables frente al

desarrollo y sus consecuencias, así como, para poder participar activamente en la toma de decisiones sociales (Vilches, 1999).

Sin embargo el modelo educativo tradicional, está en crisis, y no solamente en México sino a nivel internacional, esto se ve reflejado en el deterioro evidente de la educación básica, media superior y en los resultados de las evaluaciones internacionales por parte de la OCDE, en las que México participa. Por otro lado, la crisis en la enseñanza de las ciencias es cada vez más notoria, tanto la enseñanza como en el aprendizaje, y han sido calificadas como insatisfactorias y deficientes (Furió, 1996). Uno de los indicadores que da cuenta de ello, es la gran cantidad de errores conceptuales, concepciones alternativas o ideas previas que los estudiantes, del nivel medio superior y superior tienen.

Algunas investigaciones sugieren que los puntos de vista que los estudiantes traen consigo a las clases de ciencia son, para ellos, lógicos y coherentes, y que estos puntos de vista tienen una influencia considerable sobre cómo y qué aprenden los alumnos de sus experiencias en el salón de clases. Según esto, la gente tiende a construir significados que son consistentes con su aprendizaje previo.

El aprendizaje puede ser esperado y entendido en términos de lo que los estudiantes traen a la hora de estar en una situación de aprendizaje, más que en cómo construyen el aprendizaje al relacionar ellos los estímulos de la clase con sus experiencias previas. Dicen Ausubel, Novak y Hanesian (1983), la manera de mejorar el aprendizaje es “averiguar lo que el aprendiz ya sabe y enseñarle de acuerdo con ello”. Por lo anterior, las propuestas educativas actuales deben incluir un análisis previo de las ideas de los alumnos, con el fin de concientizar a los estudiantes sobre lo que ya saben y junto a esto, poder avanzar en un aprendizaje mejor y más consciente

## **2.1 CONSTRUCTIVISMO**

Es un enfoque en el que convergen las teorías de Piaget, Vigostky y Ausubel, donde se sostiene que el individuo, en los aspectos cognitivos y sociales del comportamiento, no es nada más producto del ambiente, ni un simple resultado de sus disposiciones internas, sino

una construcción propia que se va produciendo día a día como resultado de la interacción entre esos dos factores. Es decir, el conocimiento no es una copia de la realidad, sino una construcción del ser humano, que se realiza con los esquemas que éste posee, con lo que ya construyó en su relación con el medio que lo rodea.

### **2.1.1 IDEAS FUNDAMENTALES DE LA CONCEPCIÓN CONSTRUCTIVISTA**

De las ideas de Driver, Novak y Posner se puede organizar la concepción constructivista del aprendizaje y de la enseñanza en torno a tres ideas fundamentales:

1. El alumno es el responsable de su propio proceso de aprendizaje. Es él quien construye su conocimiento y nadie puede sustituirle en esa tarea. La importancia prestada a la actividad del alumno no debe interpretarse en el sentido de un acto de descubrimiento o de invención sino en el sentido de que es él quien aprende y, si él no lo hace, nadie, ni siquiera el facilitador (maestro, educador, guía), puede hacerlo en su lugar. El alumno no es sólo activo cuando manipula, explora, descubre o inventa, sino también cuando lee o escucha las explicaciones del facilitador.

2. La actividad mental constructiva del alumno se aplica a contenidos que ya poseen un grado considerable de elaboración, es decir, que es el resultado de un cierto proceso de construcción a nivel social.

3. El hecho de que la actividad constructiva del alumno se aplique a unos contenidos de aprendizaje preexistente condiciona el papel que debe desempeñar el facilitador. Su función no puede limitarse únicamente a crear las condiciones óptimas para que el alumno despliegue una actividad mental constructiva rica y diversa; el facilitador ha de intentar, además, orientar esta actividad con el fin de que la construcción del alumno se acerque de forma progresiva a lo que significan y representan los contenidos como saberes científicos.

Los ambientes educativos que mejor estructuran o sostienen el proceso de construcción del conocimiento, son los que ajustan continuamente el tipo y la cantidad de ayuda pedagógica a los procesos y dificultades que encuentra el alumno en el transcurso de las actividades de aprendizaje. El facilitador y el alumno gestionan conjuntamente la enseñanza y

el aprendizaje en un "proceso de participación guiada". La gestión conjunta del aprendizaje y la enseñanza es un reflejo de la necesidad de tener siempre en cuenta las interrelaciones entre lo que aportan el profesor, el alumno y el contenido. Pero la gestión conjunta no implica simetría de las aportaciones: en la interacción educativa, el profesor y el alumno desempeñan papeles distintos, aunque igualmente imprescindibles y totalmente interconectados. El profesor gradúa la dificultad de las tareas y proporciona al alumno los apoyos necesarios para afrontarlas, pero esto sólo es posible porque el alumno, con sus reacciones, indica continuamente al profesor sus necesidades y su comprensión de la situación.

Cinco son los principios generales que caracterizan las situaciones de enseñanza y aprendizaje en las que se da un proceso de participación guiada (Rogoff y Gardner, 1984):

1. Proporcionan al alumno un puente entre la información disponible -el conocimiento previo- y el conocimiento nuevo necesario para afrontar la situación.
2. Ofrecen una estructura de conjunto para el desarrollo de la actividad o la realización de la tarea.
3. Implican un traspaso progresivo del control que pasa de ser ejercido casi exclusivamente por el facilitador a ser asumido por el alumno.
4. Hacen intervenir activamente al facilitador y al alumno.
5. Pueden aparecer tanto de forma explícita como implícita en las interacciones habituales entre los adultos en los diferentes contextos.

De acuerdo con esta teoría, el aprendizaje puede implicar procesos jerárquicos que generen nuevos conocimientos y establezcan nuevas relaciones. No sólo se supone que ciertos procesos internos son esenciales para aprender, sino que se atribuye a tales procesos intermediarios una función necesariamente transformadora, de modo que sus resultados implican una reelaboración de su objeto. Los conocimientos generados pueden ser cualitativamente diferentes y su riqueza y potencialidad pueden variar en función del contexto y del propósito.

### 2.1.1.1 Aprendizajes significativos

El aprendizaje significativo divulgado por Ausubel (1983), surge cuando el alumno, como constructor de su propio conocimiento, relaciona los conceptos a aprender y les da un sentido a partir de la estructura conceptual que ya posee. Dicho de otro modo, construye nuevos conocimientos a partir de los que ya tiene interiorizados. Sin embargo, hay que puntualizar que la construcción del nuevo conocimiento, tiene como condición que el sujeto quiera y esté interesado en el aprendizaje. Para que los alumnos puedan tener aprendizajes significativos existen por lo menos dos condiciones necesarias:

1. **Contenido.** Este debe ser potencialmente significativo, tanto desde el punto de vista de su estructura interna, como desde el punto de vista de la posibilidad de asimilarlo.

2. **Disposición favorable.** El alumno debe tener disposición para aprender, es decir, debe estar motivado o por lo menos debe intentar hacerlo, para relacionar el nuevo material de aprendizaje con lo que ya sabe.

Bajo estas condiciones se tienen elementos que corresponden tanto a los alumnos, pues existe conocimiento previo, y al facilitador (maestro), que tiene la responsabilidad de ayudar con su intervención, como al establecimiento de relaciones entre el conocimiento previo de los alumnos y el nuevo material de aprendizaje, esto exige que el contenido del aprendizaje esté organizado y que represente situaciones relevantes y de interés para los estudiantes. El aprendizaje del alumno va a ser más o menos significativo en función de las interrelaciones que se establezcan entre estos elementos y de lo que aporten cada uno de ellos al proceso de aprendizaje.

### 2.1.2 CONCEPCIONES ALTERNATIVAS

Las concepciones alternativas (CA) o ideas previas, no están en los sujetos desde su nacimiento y tampoco se adquieren de forma pasiva, son construcciones que los sujetos elaboran para dar respuesta a su necesidad de interpretar fenómenos naturales (Ausubel, 1978). Bien, porque esa interpretación es necesaria para la vida cotidiana o porque es requerida para mostrar cierta capacidad de comprensión que es solicitada de un sujeto a otro,

como un profesor, entre compañeros de escuela o por alguna circunstancia específica no cotidiana, así por ejemplo, cualquier persona puede pensar que un cuerpo cae más rápido que otro debido al diferente peso que tienen y con esta idea trata de explicar acontecimientos de la vida diaria o resuelve algún problema.

La construcción de las ideas alternativas se encuentra relacionada con la interpretación de fenómenos naturales y conceptos científicos para brindar explicaciones, descripciones y predicciones de la realidad. Por otro lado, la construcción de las concepciones alternativas está asociada a explicaciones causales y a la construcción de esquemas relacionales, es decir las relaciones que hace intuitivamente el sujeto con sus ideas implícitas y las teorías que domina, sin embargo, esto no da cuenta de cómo el sujeto construye las concepciones alternativas (Rodríguez, 1999).

El problema con las concepciones alternativas, es que generalmente son relativamente incoherentes, de carácter implícito, compartidas en diferentes culturas y contextos y con un cierto paralelismo con concepciones abandonadas en la historia de las disciplinas, no son transitorias y sí resistentes al cambio, por lo que requieren ser analizadas, revisadas y sustituidas (jerarquizadas) por los conceptos que explican el mundo de forma correcta (Rodríguez, 1999).

Las concepciones alternativas tienen diferentes formas de gestarse, generalmente las primeras ideas que se forman, son las que están relacionadas con el entorno y tienen un origen sensorial, posteriormente aparecen las de origen cultural o social y finalmente, el ámbito escolar también las genera. A continuación se enlistan las características de cada tipo:

1. Origen sensorial: concepciones espontáneas. Se formarían en el intento de dar significado a las actividades cotidianas y se basarían esencialmente en el uso de reglas de referencia causal aplicadas a datos recogidos -en el caso del mundo natural- mediante procesos sensoriales y perceptivos.

2. Origen cultural: concepciones sociales. El origen de estas concepciones no estaría tanto dentro del alumno como en su entorno social, de cuyas ideas se impregnaría el alumno. La cultura es entre otras muchas cosas, un conjunto de creencias compartidas por ciertos grupos sociales, de modo que la educación y la socialización generan la asimilación de esas creencias por parte de los individuos.

3. Origen educativo: concepciones escolares. Al hablar de concepciones alternativas, se olvida con frecuencia que su origen no está sólo fuera de la escuela, sino también en ella. En este sentido se viene destacando cómo algunas concepciones alternativas tienen su origen en los propios materiales y actividades didácticas (errores en los libros, falta de formación del profesorado cuando se enfrenta a problemas nuevos en el marco de una enseñanza constructivista, etc.)

Una de las principales derivaciones de las investigaciones sobre las concepciones alternativas, propuso, en su momento como meta educativa, la “transformación” de estas ideas, es decir, se estableció la necesidad de modificar estas concepciones como medio para lograr en los alumnos un “mejor” aprendizaje de los conceptos científicos. En general, primero se deben conocer y evaluar los conocimientos previos que los alumnos poseen, para esto existen varios métodos que resultan útiles para valorar las concepciones alternativas de los estudiantes.

1. Método clínico.
2. Entrevista sobre ejemplos.
3. Entrevista sobre situaciones
4. Dibujos realizados por los sujetos.
5. Esquemas, árboles esquemáticos y mapas conceptuales.
6. Cuestionarios.
7. Otros métodos.

Las concepciones alternativas no son aisladas, ni muchas pertenecen a una temática en particular; por ejemplo, el movimiento, la célula, las reacciones químicas o la estructura de la materia, pueden establecer relaciones jerárquicas entre ellas. Por tanto, los modelos de “cambio conceptual” y los programas de desarrollo curricular tienden a contemplar la transformación de las ideas de los estudiantes como un proceso interconectado y basado en el constructivismo.

## 2.2 EL APRENDIZAJE COMO CAMBIO CONCEPTUAL E INTEGRACIÓN JERARQUICA

La propuesta de considerar el aprendizaje como un *cambio conceptual* (Posner, 1982), tiene particular influencia en el replanteamiento que la enseñanza de las ciencias ha ejercido, fundamentado en el paralelismo que existe entre el desarrollo conceptual de un individuo y la evolución histórica de los conocimientos científicos. Según esto, el aprendizaje significativo de las ciencias constituye una actividad racional semejante a la investigación científica y sus resultados, -el cambio conceptual- puede contemplarse como el equivalente, siguiendo la terminología de Kuhn (1971), a un cambio de paradigma. A partir de las ideas de Toulmin (1984) sobre filosofía de la ciencia, Posner y colaboradores (1982), identifican tres condiciones para que tenga lugar el cambio conceptual:

1. Es preciso que se produzca insatisfacción con los conceptos existentes.
2. Ha de existir una concepción mínimamente inteligible que debe llegar a ser plausible, aunque inicialmente contradiga las ideas previas del alumno.
3. El nuevo concepto ha de ser potencialmente fructífero, dando explicación a las anomalías encontradas y abriendo nuevas áreas de investigación.

Por otro lado entre el conocimiento intuitivo o cotidiano de los alumnos y el conocimiento científico, existen importantes diferencias que afectan no sólo a su contenido factual (no siempre se refieren o predicen los mismos hechos), sino también a los principios epistemológicos, ontológicos y conceptuales sobre los que se sustentan. Sin embargo intentar concebir ideas y conocimiento científico requiere que los alumnos adopten actitudes diferentes y específicas con respecto al aprendizaje y a la ciencia. Es decir, el aprendizaje de la ciencia, debe dar sentido al mundo que nos rodea y entender el sentido del conocimiento científico y su evolución. De hecho la crisis en la educación en gran parte se debe a la dificultad que tienen los alumnos para encontrar ese sentido, ya que la enseñanza de la ciencia se muestra habitualmente ineficaz para lograr los cambios, no sólo conceptuales, sino también actitudinales y procedimentales, que requiere la transición del conocimiento cotidiano al científico.

## 2.2.1 LA CONSTRUCCIÓN DEL CONOCIMIENTO CIENTÍFICO

A partir de las diversas teorías sobre la construcción del conocimiento científico en contextos escolares partiendo del conocimiento cotidiano (Pozo, 1996, 1997; Rodrigo y Correa, 1999), y del análisis de las relaciones entre el conocimiento cotidiano y el científico, se pueden identificar tres procesos fundamentales en la construcción del conocimiento científico.

1. Reestructuración teórica.
2. Explicitación progresiva.
3. Integración jerárquica de las teorías implícitas de los alumnos en las teorías científicas.

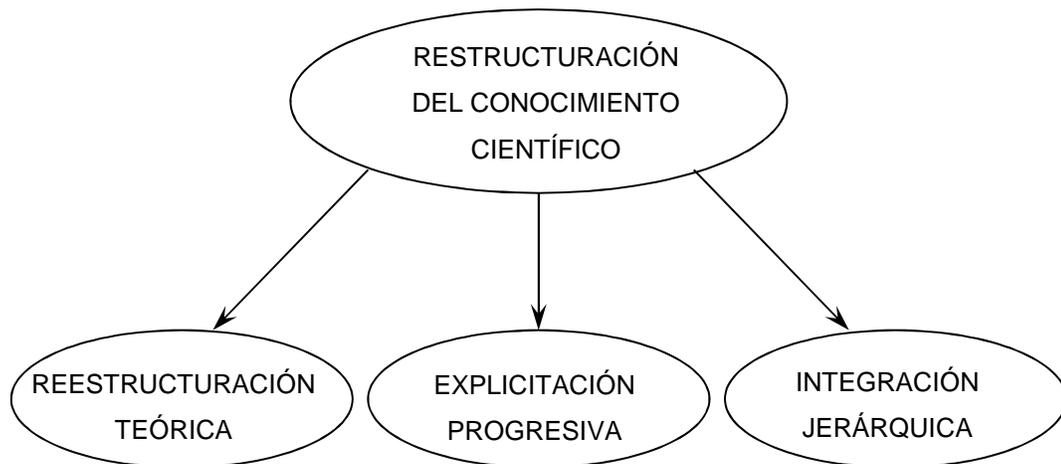


Figura 2.1 Procesos que intervienen en la construcción del conocimiento científico

### 2.2.1.1 Reestructuración Teórica

Implica construir una nueva forma de organizar el conocimiento en un dominio que resulta incompatible con las estructuras anteriores. El cambio conceptual o reestructuración será necesario cuando la superación de las teorías alternativas en determinado dominio requiera adoptar nuevos supuestos epistemológicos, ontológicos y conceptuales. Las teorías alternativas más persistentes son aquellas que están arraigadas en el sistema cognitivo del estudiante, de forma que, para cambiarlas, no es suficiente ni el aprendizaje de hechos, ni el aprendizaje significativo, sino que se requiere de un verdadero cambio de las estructuras

conceptuales de los alumnos.

Entonces, la reestructuración debe traducirse en un cambio de las estructuras conceptuales, utilizadas en un dominio de conocimiento dado, desde las formas más simples propias del conocimiento cotidiano, hasta las estructuras más complejas de las teorías científicas. Ese proceso de reestructuración, como otros procesos de construcción del conocimiento científico, se produce “*de abajo hacia arriba*”, es decir, desde los contenidos más específicos hasta las estructuras conceptuales. No se trata de cambios cognitivos generales, sino de reorganizar el conocimiento en dominios concretos (Pozo, 1994).

Tampoco se trata de enseñar las estructuras conceptuales, ni de convertirlas en objeto directo de enseñanza, sino de generar las condiciones para que, en el estudio de contenidos conceptuales específicos, los alumnos aprendan a interpretar los fenómenos en términos de estructuras complejas. De tal forma que los contenidos de la educación científica deben seguir siendo los conceptos, técnicas, estrategias, actitudes y procedimientos, que constituyen el saber científico.

#### **2.2.1.2 Explicitación progresiva**

La construcción del conocimiento científico implica también un proceso metacognitivo, es decir, el estudiante debe tomar conciencia de las concepciones implícitas que posee. Por tanto, es necesario diseñar escenarios que faciliten ese proceso de explicitación, enfrentando al alumno a problemas potenciales en contextos familiares, que induzcan la comunicación de sus propias concepciones, de forma tal que, mediante este proceso, el alumno evidencie ante él mismo su propia conciencia. La explicitación, a medida que profundiza en las representaciones mentales de los alumnos y las formaliza, favorece los procesos de reestructuración, al permitir a éste tomar conciencia de las diferencias estructurales y conceptuales entre las teorías científicas y sus propias teorías. De hecho, el cambio conceptual, a diferencia de lo que suponían los modelos tradicionales basados en el conflicto cognitivo, no implica abandono de las concepciones alternativas previamente mantenidas, ni sustitución por las nuevas teorías científicas. Más claro, ambos tipos de teorías coexisten en la mente de las personas y se usan de modo alternativo para contextos diferentes. El cambio conceptual suele implicar un proceso de *integración jerárquica*, por el que las formas de representación más elementales se integran, o se redesciben, en las más complejas.

### 2.2.1.3 Integración Jerárquica

Anteriormente se ha tratado de demostrar que cualquier situación o fenómeno científico es susceptible de ser analizado, o representado, con diferentes teorías alternativas, que implican distintos niveles de análisis, basados en estructuras conceptuales de complejidad diversa. Se ha visto, que aunque la teoría científica tiene mayor poder representacional, no implica que las teorías alternativas deban abandonarse, ya que, como muchos productos del aprendizaje implícito (Reber, 1993), suelen ser robustas, funcionales y eficaces en su aplicación, pues aunque tengan poco poder explicativo científico, las teorías alternativas suelen ser muy predictivas en contextos cotidianos, además, se aplican con una gran economía de recursos cognitivos, dada su naturaleza implícita. En cambio, la aplicación de un modelo científico, ya que es un proceso consciente, reflexivo y sistemático, suele requerir una mayor cantidad de procesamiento mental.

La construcción del conocimiento científico requiere de estructuras conceptuales más complejas a partir de las formas más simples y, probablemente, establecer diferentes usos para contextos diferentes de aplicación de las teorías. A diferencia del conocimiento cotidiano, que es esencialmente implícito, las teorías científicas tienen una naturaleza básicamente explícita, de forma que su construcción requiere por parte del alumno una toma de conciencia, donde se relacionen los diferentes modelos interpretativos que le proporciona la ciencia y sus propias concepciones alternativas (Pozo 1999). Es importante señalar que el orden de aprendizaje debe ser de abajo hacia arriba, es decir, de los niveles representacionales más superficiales a los más profundos, de los hechos a los conceptos para finalmente llegar a los principios. De tal forma que, sólo estudiando contextos y situaciones concretas de cada disciplina pueden los alumnos trascenderlas y llegar a remover los cimientos de sus teorías implícitas.

## 2.3 CONCEPCIONES ALTERNATIVAS DE LOS CONCEPTOS TERMODINÁMICOS EN EL BACHILLERATO Y LA LICENCIATURA

En general los alumnos de último año de bachillerato, no presentan concepciones alternativas sobre termodinámica y termoquímica, ya que son temas que no se han visto a lo

largo de la enseñanza química básica. Sin embargo, sí las tienen de los conceptos necesarios para el aprendizaje de la termoquímica en el bachillerato (Kind, 2004).

Los antecedentes conceptuales necesarios para construir los conocimientos de termoquímica son: calor, temperatura, trabajo, enlace químico y reacción química. Es importante que los alumnos tengan claridad en lo que significan y que sepan cómo y cuándo se utilizan, pues son la base estructural para el aprendizaje de la termodinámica.

Los conceptos calor y temperatura son parte del primer tema de la unidad III del temario de química IV para el área I de la ENP, y los consideramos importantes en virtud de las diversas dificultades de aprendizaje que reporta la literatura especializada y que perturbarían en forma importante el aprendizaje de los demás temas que nos ocupan.

En el cuadro 2.3.1 se recogen las concepciones alternativas más frecuentes, que reporta la literatura, entre alumnos de educación media superior en los temas previos al aprendizaje de la termodinámica y la termoquímica (Kind, 2004, CCADET, 2010).

En el cuadro 2.3.1 se presentan las concepciones alternativas de reacción química (CCADET, 2010), no son conceptos que en este trabajo estén contemplados, sin embargo son importantes para la comprensión de nuestra propuesta. Finalmente presentamos las dificultades de la enseñanza, las cuales tratan de ser un guía útil para el maestro.

### **Cuadro 2.3.1 concepciones alternativas comunes en alumnos de bachillerato.**

<b>CONCEPTO</b>	<b>CONCEPCIONES ALTERNATIVAS</b>
<b>Temperatura</b>	La temperatura es una cantidad de energía.
	La temperatura es la medida del calor.
	La sensación de temperatura depende de la rapidez de propagación del calor o del frío.
<b>Calor</b>	Los cuerpos pueden enfriarse espontáneamente sin la presencia de otro cuerpo.
	El calor transforma ciertas sustancias.

<b>Calor</b>	Calor y temperatura son lo mismo.
	Los materiales son fríos o calientes dependiendo de su naturaleza.
	El calor es aspirado o atraído por los metales.
	Los objetos contienen y guardan el calor.
	El calor es una especie de gas (humo, vapor, etc).
	El calor en los objetos depende de sus magnitudes, como el tamaño.
	Los objetos fríos no poseen calor caliente.
<b>Energía</b>	La energía se libera cuando se rompen los enlaces químicos.
	La energía se agota o se pierde.

**Cuadro 2.3.2 concepciones alternativas comunes para reacción química y enlace químico.**

CONCEPTO	CONCEPCIONES ALTERNATIVAS
<b>Reacción Química</b>	Los cambios de estado son reacciones químicas.
	Si la sustancia presenta un cambio de color o masa y estado ha habido reacción química.
	La fuerza motriz en una reacción química es la diferencia en la reactividad de los reactivos.
	Una sustancia química necesita de otra para poder reaccionar.

# CAPITULO III

## Propuesta didáctica

---

En este capítulo se presenta la propuesta didáctica que se implementó con los alumnos de la ENP. Este capítulo se inicia con la revisión y análisis de los conceptos termodinámicos útiles para este trabajo en los libros propuestos en la bibliografía del curso (Tomados del plan de estudios de ENP). También sugerimos las definiciones convenientes para los conceptos que se ocupan en esta propuesta. Después viene una descripción general de las actividades realizadas, se finaliza con los documentos elaborados para el profesor y las hojas de trabajo para los alumnos.

### 3.1 LOS CONCEPTOS TERMODINÁMICOS AHORA Y SUS DEFINICIONES MÁS COMUNES.

Al inicio de este trabajo, lo primero que se propuso fue empezar con una revisión de los conceptos necesarios para abordar los temas propuestos, en los libros recomendados en la bibliografía oficial del curso, con la finalidad de conocer las fuentes de información a la que los estudiantes tienen acceso y poder decidir cuáles eran confiables, para identificar aquellas adecuadas para el nivel bachillerato. Se han puesto aquí las definiciones actualizadas de los libros, el análisis que se realizó de ellas y las definiciones elaboradas que se consideraron convenientes para esta investigación. Los libros que consultamos son:

- **Chang, R.** (2013) *Química*. (11<sup>a</sup> Ed.). Colombia. Mc Graw Hill,
- **Brown, T.** (2013) *Química, La Ciencia Central*, (12<sup>a</sup> Ed). México. Pearson Education.
- **Zárraga, J.** (2004), *Química Bachillerato*. México. Mc Graw Hill.
- **Zumdahl, S.** (2007). *Fundamentos de Química*. (5<sup>a</sup> Ed). México. Mc Graw Hill Interamericana.

Las definiciones encontradas para el concepto de **calor** son:

Cuadro 3.1

<b>Libro</b>	<b>Definición</b>
<b>Chang, 2013</b>	Transferencia de energía entre dos cuerpos que se encuentran a diferente temperatura. Es la medida del movimiento de las partículas.
<b>Brown, 2013</b>	Es el flujo de energía entre cuerpos que se encuentran a diferente temperatura.
<b>Zárraga, 2004</b>	El mecanismo de intercambio de energía entre el sistema y sus alrededores debido a una diferencia de temperaturas entre ellos.
<b>Zumdahl, 2007</b>	Fluido de energía entre dos diferentes temperaturas.

Como se observa la mayoría de las definiciones identifican el calor con una transferencia de energía entre dos sistemas que se encuentran a diferente temperatura. Sin embargo, consideramos que las definiciones adolecen de precisión; hablan de cuerpos en lugar de sistemas, que es el término científico adecuado; ninguna de ellas menciona la necesidad de contacto térmico entre los sistemas termodinámicos, tampoco se hace mención de la direccionalidad del flujo de energía, se trata a la energía como un fluido y omiten que el calor es una función trayectoria, lo cual se considera importante para la construcción adecuada del concepto.

Para el concepto de **temperatura**, las definiciones que presentan los libros son:

Cuadro 3.2

Libro	Definición
<b>Chang, 2013</b>	No la define, la mezcla con la definición de calor. La definición para temperatura y calor es la misma: Transferencia de energía entre dos cuerpos que se encuentran a diferente temperatura. Es la medida del movimiento de las partículas.
<b>Brown, 2013</b>	Es la energía cinética promedio de las moléculas de la sustancia, esta definición está en el capítulo de cinética química y no en la unidad de termoquímica
<b>Zárraga, 2004</b>	No la define.
<b>Zumdahl, 2007</b>	Es una medida de los movimientos aleatorios de los componentes de una sustancia.

Llama la atención que todas las definiciones están en escalas microscópicas. Es evidente que la temperatura sigue siendo un concepto de difícil definición y tal vez sea por una cuestión de escala; si necesitamos definir temperatura desde un punto de vista nanoscópico, entonces, será conveniente referirnos a la temperatura como proporcional al promedio de las energía cinéticas de las partículas que conforman el sistema termodinámico en cuestión, pero debemos tener presente que esa definición no concuerda con la manera en que comúnmente medimos la temperatura en el laboratorio, esto es, haciendo uso de los termómetros y por consiguiente se pierde la oportunidad de hablar de equilibrio térmico. Existe una preferencia por la definición nanoscópica frente a la fenomenológica, sin tomar en cuenta que es una magnitud fundamental y que por consiguiente la definición debe ser operacional.

La definición nanoscópica que dan los libros, es poco clara para los estudiantes, además no la acompañan de ejemplos y tampoco presentan a la temperatura como una función de estado. Pensamos que hacer la diferencia entre calor como función trayectoria y temperatura como función de estado, ayudaría a disolver la dicotomía entre estos conceptos.

Sobre el concepto de **trabajo**, tenemos:

Cuadro 3.3

<b>Libro</b>	<b>Definición</b>
<b>Chang, 2013</b>	Describe el trabajo como fuerza por distancia, pero hace la aclaración que en el caso del trabajo termodinámico este puede ser mecánico, eléctrico, o de superficie.
<b>Brown, 2013</b>	Lo precisa como trabajo mecánico y dice que se mide como producto de una fuerza actuando a través de una distancia.
<b>Zárraga, 2004</b>	No lo define
<b>Zumdahl, 2007</b>	Lo identifica como el mecanismo de intercambio de energía entre un sistema y sus alrededores debido al efecto de una fuerza.

Se observa que la mayoría de los libros utilizados tienen definiciones mecánicas, lo que es insuficiente para aclarar los conceptos termodinámicos. Tampoco están explícitas las interacciones del sistema con el universo ni el tipo de fronteras que tienen. El único autor que lo menciona es Zumdahl. En estas definiciones de trabajo notamos que aparecen los términos de energía, fuerza, distancia, etc., los cuales deben ya estar comprendidos por los alumnos,

para que el concepto *trabajo mecánico* pueda quedar claro y no se generen concepciones alternativas durante la instrucción.

El concepto de **reacción química** se presta a múltiples definiciones. Los libros consultados lo presentan como:

Cuadro 3.4

<b>Libro</b>	<b>Definición</b>
<b>Chang, 2013</b>	La define como el proceso durante el cual una sustancia o sustancias cambian para formar una o más sustancias nuevas.
<b>Brown, 2013</b>	Es la ruptura y formación de nuevos enlaces.
<b>Zárraga, 2004</b>	No la define
<b>Zumdahl, 2007</b>	Es el reordenamiento de la agrupación de átomos.

El problema con la definición de reacción química es que generalmente se identifica con unión física (puentes, vigas, etc.) y no con la interacción entre electrones. La definición de R. Chang es la que nos parece mejor, pues no hace uso del concepto de enlace en el sentido “físico” en el cuál parece que “algo” mantiene unidos a los átomos. Por otro lado también propone que las nuevas sustancias ya no son lo que eran, que ahora son sustancias completamente diferentes en propiedades y reactividad.

Las definiciones que presentan los libros para el concepto de **energía** son:

Cuadro 3.5

<b>Libro</b>	<b>Definición</b>
<b>Chang, 2013</b>	La describe como la capacidad para producir trabajo o un cambio.
<b>Brown, 2013</b>	Es la capacidad para realizar trabajo o transferir calor.
<b>Zárraga, 2004</b>	Capacidad de un sistema de realizar trabajo.
<b>Zumdahl, 2007</b>	Es la capacidad para efectuar trabajo.

Definir energía es complicado y esto hay que manifestarlo frente al alumno. No existe una definición que abarque todas las formas, manifestaciones y transformaciones que tiene. Decir que sólo es trabajo y calor resulta insuficiente y corto. Se propone que siempre se especifique del tipo de energía con la que se está trabajando, además dejar claro que sus transformaciones y aplicaciones son el objetivo por el cual hoy en día se sigue haciendo investigación de frontera, esto para aprovechar al máximo los diferentes tipos de energías que existen e impactar lo menos posible la vida del planeta.

Como se puede observar, al revisar las definiciones de los conceptos bajo estudio, éstas, en ocasiones son poco claras y pueden generar la construcción de concepciones alternativas, en algunos casos se encontró que ni siquiera tienen definición explícita y presentan ejemplos que son inadecuados para la comprensión del concepto, en su gran mayoría son numéricos (sólo hay que aplicar una fórmula, hacer despejes y un poco de aritmética), como ejemplo de este tipo de problemas tenemos el siguiente:

¿Cuánto calor se necesita para elevar la temperatura de 20 Kg de hierro de 10°C a 90°C?

Para contestar esta pregunta basta con aplicar la fórmula  $Q = mC \Delta T$  no se requiere de un análisis y reflexión que ayuden a los alumnos a construir una definición científica del concepto y logren identificar el campo de validez del mismo.

Frente a este panorama, consideramos importante que los docentes tengan un marco conceptual más claro y preciso para presentarles a los alumnos propuestas de aprendizaje que les ayuden y den elementos para su propia construcción conceptual. Es importante indicar si la definición es fenomenológica o basada en argumentos nanoscópicos, se debe indicar de qué tipo de variable se trata, hablar de sistemas y no de cuerpos u objetos, etc.

Con esto en mente, las definiciones en las que centramos la elaboración de las actividades de aprendizaje son:

Cuadro 3.6

CONCEPTO	DEFINICIÓN
Calor	Es el mecanismo a través del cual dos sistemas que interactúan se encuentran a diferente temperatura y en contacto térmico, intercambian energía. La energía siempre va del sistema de mayor temperatura al de menor. Es una función trayectoria.
Temperatura	La temperatura es la variable termodinámica que nos indica cuando dos sistemas se encuentran en equilibrio térmico. Es una función de estado.
Función trayectoria	Es aquella que depende de la trayectoria por el proceso.
Función de estado	Cuando cambia el estado de un sistema, la magnitud del cambio de cualquier función de estado depende únicamente del estado inicial y final del sistema y no de cómo se efectuó el cambio.
Trabajo	Es un mecanismo de intercambio de energía entre el sistema y los alrededores. Esta interacción entre el sistema y los alrededores es permitida por paredes flexibles y móviles. Al igual que el calor, el

Trabajo	trabajo es una función trayectoria.
Reacción química	<p>Es el proceso mediante el cual las sustancias iniciales, llamadas reactivos, se transforman en sustancias con características y propiedades distintas, que se conocen como productos. Para que esta transformación se produzca, es necesario proporcionar energía de activación, para que se rompan (romper enlaces consume energía) los enlaces que unen a los átomos de las moléculas de los reactivos, e inmediatamente se forman los nuevos enlaces que dan como resultado los productos y la formación de nuevos enlaces, los cuales liberan energía.</p>
Energía	<p>El concepto de energía es uno de los conceptos centrales de la ciencia. Es importante aclarar a los alumnos que no existe una definición para este concepto, sino que lo conocemos por sus efectos y manifestaciones. Se ha aprendido a transformarla, en una y otra forma, aunque con poca eficiencia, es más, se invierten enormes cantidades de dinero para encontrar energías limpias y seguir transformándola con menos impacto ambiental. Es por ello, que sólo podemos definir a las energías “con apellido”, es decir: energía eléctrica, energía térmica, energía cinética, etc.</p>

## 3.2 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS ACTIVIDADES SUGERIDAS

Todas las actividades están compuestas por dos partes: la primera es un documento dirigido al profesor. Tiene la finalidad de dar al maestro algunas sugerencias didácticas para guiar las actividades propuestas a los estudiantes. Se presentan los objetivos de la actividad y consejos prácticos para que ésta se desarrolle satisfactoriamente en el tiempo disponible para su enseñanza.

La segunda parte de las actividades es la llamada hoja de trabajo o guía de observación, y son los documentos que el profesor entrega al alumno y que éste deberá resolver, contestar y regresar para su evaluación. El documento para el profesor está estructurado de la siguiente forma:

1. Introducción: se inicia con una pequeña introducción sobre el tipo de trabajo práctico que se propone, Se entiende trabajo práctico como toda actividad que realiza el alumno en forma activa; leer, graficar, experimentar, participación por equipos, etc. (Hodson, 1994).
2. Concepciones alternativas: se mencionan las concepciones alternativas más comunes reportadas en la literatura, que los estudiantes de este nivel educativo poseen, sobre los conceptos que se abordan en la actividad
3. Antecedentes conceptuales: para que los alumnos puedan realizar y concluir la actividad con éxito. Es necesario indagar sobre los conocimientos conceptuales que los alumnos poseen antes de la actividad, esto para asegurar que podemos avanzar en la actividad, en caso de detectar que un porcentaje alto de los estudiantes no tiene claridad en algún el concepto, se recomienda hacer una actividad para recordarlos y poder utilizarlos.
4. Objetivos: se incluyen los objetivos conceptuales, actitudinales y procedimentales a los que los estudiantes deben alcanzar. Es muy importante tenerlos presentes para poder establecer una evaluación formativa de las hojas de trabajo que entregan los alumnos.
5. Sugerencias didácticas de la actividad: en este apartado se puntualizan las sugerencias didácticas necesarias para realizar la actividad que el alumno hará. Entre otras

sugerencias, se indica por ejemplo: el número óptimo de alumnos por equipos de trabajo, o si se deja abierto para que el profesor lo decida según las condiciones del aula. Se estipula el tiempo recomendado para hacer la actividad, también se recomienda que algunas actividades se dejen como tarea. El alumno debe tener claridad en qué, cómo y para qué, se hacen las tareas, de esta forma es más fácil interesarlo en la realización de la actividad y lograr que la concluya con éxito.

- Evaluación: finalmente se propone una evaluación final, que tiene como objetivo identificar si el alumno tiene algún avance en el aprendizaje de los contenidos.

Las hojas de trabajo, son los documento asociados a cada actividad, están diseñados para que los alumnos predigan, contesten, grafiquen, deduzcan, etc. y que entregarán al profesor al finalizar el trabajo práctico. Las hojas de trabajo pueden ser resueltas individualmente o en equipos de tres, máximo cuatro personas. En mi experiencia, es recomendable el trabajo en equipos, ya que esto propicia la discusión, la argumentación y el respeto entre alumnos, y esto a su vez favorece la construcción del conocimiento.

Algunas actividades están divididas en dos o más secciones, ya que cada sección propicia el desarrollo de diferentes habilidades de pensamiento, sin embargo el tema principal se conserva, de esta forma, éste puede ser analizado desde varios ángulos. Esto tiene la ventaja de usar las secciones de las actividades según la conveniencia del avance en el tema a criterio del profesor o usar sólo una o dos de las secciones según convenga didácticamente.

### 3.3 TABLA GENERAL DE CONTENIDOS

El siguiente cuadro muestra los contenidos generales de la serie de actividades propuestas según el plan de estudios de la ENP

Cuadro 3.7

<b>La energía y las reacciones químicas</b> <b>Una propuesta didáctica para la clase de termodinámica</b>	
<b>PROGRAMA DE ESTUDIOS</b>	<b>ENP: Bachillerato: Química IV-Área I</b>
<b>TEMA</b>	<b>CALOR, TEMPERATURA, TRABAJO Y TERMOQUIMICA</b>
<b>PROPÓSITO GENERAL</b>	Los alumnos deben comprender las relaciones físicas que existen entre los conceptos los fenómenos relacionados a ellos.

El cuadro que a continuación se presenta es la información condensada sobre los objetivos generales de las actividades propuestas.

Cuadro 3.8

<b>OBJETIVOS GENERALES DE APRENDIZAJE</b> <b>(INTENCIONES EDUCATIVAS)</b>		
<b>CONCEPTUALES</b>  ¿Qué <b>SABERES</b> se espera que los alumnos aprendan?	<b>PROCEDIMENTALES</b>  ¿Qué <b>SABER HACER</b> se espera que los alumnos aprendan?	<b>ACTITUDINALES</b>  ¿Qué <b>SER</b> formar?
Conocer y usar el lenguaje	Resolución de problemas,	Estudiantes cuidadosos del

<p>termodinámico.</p> <p>Identificar y diferenciar las funciones de estado: temperatura y las trayectoria: calor y trabajo.</p> <p>Comprender la Primera ley de la termodinámica y la relación calor-trabajo</p> <p>Conocer la energía (entalpía): reacciones endotérmicas y exotérmicas. Significado de las entalpías de enlace, y hacer cálculos con ley de Hess.</p> <p>Identificar y desalentar la persistencia de la sinonimia calor temperatura</p> <p>Atender la consideración del calor como un fluido.</p>	<p>como investigaciones dirigidas.</p> <p>Desarrollo de habilidades de laboratorio, medir, pesar, trasvasar registrar.</p>	<p>entorno inmediato: seguridad en el laboratorio.</p> <p>Conscientes de que la ciencia es una actividad humana y accesible, relacionada de forma cercana con ellos en el entorno inmediato.</p>
---	--	--

Para incluir todos los temas del plan de estudios de ENP se elaboraron un total de cinco actividades didácticas. El siguiente cuadro muestra de forma sintetizada los elementos generales de cada una de ellas.

Cuadro 3.9

<p><b>NÚMERO DE SESIONES</b></p>	<p><b>Se propone que las cinco actividades se realicen en un total de cuatro sesiones de 100 minutos y una sesión de 50 minutos.</b></p>
<p><b>CONTENIDOS (TOMADOS DEL PROGRAMA DE ESTUDIOS)</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Sistemas y funciones de estado</li> <li>2. Primera ley de la termodinámica.</li> <li>3. Energía interna y entalpía</li> <li>4. Reacción endotérmica y exotérmica</li> <li>5. Termoquímica. Ley de Hess</li> </ol>

<p><b>HABILIDADES A DESARROLLAR</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Comunicar, pensar críticamente, argumentar para defender ideas y aceptar nuevos pensamientos.</li> <li>2. Observar, inferir, aplicar la teoría en la práctica.</li> <li>3. Trabajar en equipo, construir esquemas de referencia, lenguaje y códigos comunes.</li> <li>4. Lectura, comprensión de ideas.</li> <li>5. Estructurar datos y generar gráficas para resolución de problemas</li> </ol>
<p><b>RECURSOS Y MATERIALES</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Materiales y reactivos para realizar experimentos. Las experiencias de cátedra podemos realizarlas en el salón de clases.</li> <li>2. Aula con pizarrón y cañón para las partes teóricas. Uso de calculadora por parte de los alumnos.</li> <li>3. Papelería en general. Regla y papel milimetrado para graficar.</li> </ol>
<p><b>DESCRIPCIÓN GENERAL DE ACTIVIDADES</b></p>	<p><b>Actividad I Examen Diagnóstico:</b> Los alumnos contestarán en forma individual un cuestionario de opción múltiple.</p> <p><b>Actividad II “La lengua que todos hablamos”:</b> Primero el profesor hace una experiencia de cátedra (de explica más adelante) Después de ésta, los estudiantes contestan en individual un cuestionario, discuten los resultados en clase y se llega a consenso sobre las explicaciones de las respuestas. Se concluye la actividad con una tarea para casa, en la que hay que identificar el tipo de sistema, el tipo de fronteras que tiene y las interacciones que tiene con el universo.</p> <p><b>Actividad III “El camino sí importa”:</b> Los alumnos observan dos esquemas (dibujos) (se presentan en los anexos de esta tesis), con base en ellos contestan un bloque de preguntas. Revisamos las respuestas y generamos una discusión sobre las respuestas.</p> <p><b>Actividad IV “Hace calor aquí”:</b> El profesor, hace un experimento demostrativo, observando éste, los estudiantes en equipos de tres o cuatro contestan un bloque de preguntas. Después con base en una tabla de datos los alumnos generan una gráfica, que les servirá para</p>

<p><b>DESCRIPCIÓN GENERAL DE ACTIVIDADES</b></p>	<p>hacer predicciones teóricas de temperaturas resultantes en mezclas de agua a diferentes temperaturas. Para finalizar se pide a los alumnos que discutan sobre las posibles respuestas de dos casos hipotéticos sobre el tema de calor y temperatura.</p> <p><b>Actividad IV Huy. ¡Está caliente!:</b> Mediante un experimento demostrativo hecho por el profesor, los alumnos en forma individual tienen que percibir el cambio de temperatura de los matraces y generar una definición del proceso que están percibiendo. Después con base en datos teóricos los estudiantes calculan la entalpia de reacción de los procesos mostrados.</p> <p><b>Actividad VI “Actividad de cierre”:</b> Los alumnos contestan en forma individual un cuestionario de opción múltiple que es el mismo que hicieron cuando comenzaron la actividad.</p>
<p><b>EVALUACIÓN</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se pretende que la evaluación sea de tipo formativa y sumativa. (Sanmartí y Alimenti, 2004) las primeras evalúan con base en el avance de los alumnos, ya que cuentan con una sección de predicciones las cuales nos revelan qué es lo que el alumno piensa antes del experimento, de esta manera pueden cotejar lo que pensaban con lo que en realidad sucedió.</li> <li>• La evaluación se hace de forma individual para cada actividad. La evaluación sumativa se hace en función de la calidad en la elaboración de las hojas de trabajo del alumno y en la participación en clase durante la elaboración de las mismas.</li> <li>• La evaluación formativa se deja a consideración y experiencia del profesor.</li> </ul>

### 3.4 GUÍA GENERAL DE LAS ACTIVIDADES

El cuadro que se presenta es un compilado de los objetivos, la descripción general de las actividades y los tiempos empleados en cada una de ellas.

Cuadro 3.10

Actividades	Objetivos particulares	Objetivos formativos	Conceptos relacionados	Descripción de la Actividad	Tiempo y lugar de realización
1 Diagnostico  Evaluación	Evaluar los conocimientos alternativos y antecedentes de los alumnos.			Cuestionario de 15 reactivos. Individual.	20 min.  Salón de clases
2  Lenguaje	Conozca y emplee los conceptos de sistema, universo, frontera y los tipos de interacciones	Comunicar, pensar críticamente, defender y respetar opiniones  Observar inferir, aplicar	Sistema, universo, frontera, interacciones.	Generar una lluvia de ideas sobre ¿qué es la termodinámica y cuál es su lenguaje? Contestar la primera hoja de trabajo de esta actividad. Se pasa a la experiencia de catedra, se pide al alumno	50 min.  Salón de clases o laboratorio el experimento es demostrativo.

Actividades	Objetivos particulares	Objetivos formativos	Conceptos relacionados	Descripción de la Actividad	Tiempo y lugar de realización
termodinámico	entre ellos.	la teoría en la práctica.		Hacer el experimento demostrativo.  Hacer la hoja de trabajo de cierre y evaluación.	
3 "El camino sí importa"  Función estado y trayectoria	Diferenciar entre funciones de estado y trayectoria.	Observar inferir, aplicar la teoría en la práctica.	Funciones de estado, trayectoria, calor, temperatura, trabajo, energía interna.	Se empieza la actividad con una exposición por parte del profesor sobre lo que son las funciones de estado y trayectoria. Se da a los alumnos las hojas de trabajo y se les ayuda a contestar dudas. Entregar las hojas de trabajo al profesor en equipos de dos personas.	50 min.  Salón de clases
4 "Hace calor aquí"	Comprender los conceptos de calor y temperatura, desalentar la sinonimia entre ambos	Generar habilidades experimentales graficar, inferir, consensuar, argumentar y generar	Calor, temperatura, equilibrio térmico.	Empezar con una pequeña introducción sobre calor y temperatura. Después se hace el trabajo experimental. A la par del trabajo experimental se va contestando la primera parte de las hojas de trabajo.	150 min.(dividido en dos o tres sesiones)  Laboratorio para la sesión experimental,

Actividades	Objetivos particulares	Objetivos formativos	Conceptos relacionados	Descripción de la Actividad	Tiempo y lugar de realización
4 Calor y temperatura	conceptos.	conclusiones		Después de terminar el experimento continuamos con la segunda parte de las hojas de trabajo donde los alumnos, con base en una tabla de datos, tienen que generar una tabla que les servirá para contestar problemas. La última parte de la actividad es contestar y argumentar una serie de diálogos.	salón de clases para las hojas de trabajo.
5 "No se crea ni se destruye..." Primera ley de la termodinámica	Comprender la transformación energética entre calor y trabajo.	Observar, inferir, consensuar	Calor y trabajo	Empezar con una breve introducción por parte del profesor. Hacer el experimento, a la par ir contestando la hoja de trabajo. Para cerrar la sesión contestar la segunda sección de las hojas de trabajo.	100 min. Salón de clases o laboratorio el experimento es demostrativo.

Actividades	Objetivos particulares	Objetivos formativos	Conceptos relacionados	Descripción de la Actividad	Tiempo y lugar de realización
<p>6</p> <p>“Huy. ¡Está caliente!”</p> <p>Reacciones endo y exotermicas</p>	<p>Aplicar la noción de energía como directriz de la reacción</p> <p>Comprender la relación de la entalpía con el tipo de reacción.</p>	<p>Comunicar, pensar críticamente, defender y respetar opiniones</p> <p>Observar e inferir.</p>	<p>Entalpía, temperatura, reacción química, reacción exotérmica y endotérmica.</p>	<p>Iniciar con lluvia de ideas sobre energía asociada a las reacciones químicas. Hacer el experimento y contestar la primera parte de hojas de trabajo. Para finalizar la actividad entregar la segunda sección de las hojas de trabajo en la que se practican cálculos de entalpías de reacción.</p>	<p>100 min.</p> <p>Salón de clases o laboratorio el experimento es demostrativo.</p>
<p>7</p> <p>Cierre</p> <p>Evaluación</p>	<p>Evaluar los conocimientos adquiridos.</p> <p>Comparar con los resultados previos.</p>			<p>Cuestionario de 15 reactivos. Individual.</p>	<p>20 min.</p> <p>Salón de clases</p>

## 3.5 DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES

Uno de los objetivos de la propuesta es ayudar al alumno a que comprenda que la termodinámica, como toda ciencia experimental, trabaja con modelos y sistemas, que no trabaja arbitrariamente, que reproduce controlada y simplificada los fenómenos naturales y que la explicación de estas reproducciones pueden llegar a constituirse en modelos científicos. El manejo de modelos es parte esencial del aprendizaje científico y se hará hincapié en cada una de las actividades diseñadas.

### 3.5 1 ACTIVIDADES

#### 3.5.1.1 Tema 1. "La lengua que todos hablamos"

En termodinámica es importante que los alumnos usen el lenguaje termodinámico con propiedad y que reconozcan y entiendan las partes que componen los sistemas, para así poder tener un manejo lo más adecuado posible de las diferentes variables que determinan el comportamiento del sistema.

#### **Documento para el profesor**

##### **Introducción:**

La comprensión del lenguaje termodinámico (sistema, frontera, universo) es fundamental para el aprendizaje de conceptos como calor, temperatura, conservación de la energía y temas que se verán a lo largo de la unidad 1 de la materia Química IV de área 1 del plan de estudios de la Escuela Nacional Preparatoria.

Esta actividad está pensada para que los alumnos identifiquen los diferentes tipos de sistemas, fronteras e interacciones entre el sistema y los alrededores. La actividad se desarrolla en dos partes, la primera es un experimento demostrativo para propiciar mejorar en la comprensión de los conceptos. En esta actividad se pretende que el estudiante caracterice el tipo de interacción energética que existe entre el sistema y los alrededores. La segunda

actividad es un ejercicio de clasificación, se propone un ejemplo y el alumno debe decidir con base en el intercambio de energía qué tipo de sistema es y qué tipo de frontera tiene.

### **Antecedentes conceptuales:**

En general los alumnos no han estudiado previamente este tema ni en química ni en física III. Por ello es poco probable la existencia de concepciones alternativas en este tema. Sin embargo para llevar a cabo la actividad, es necesario que el profesor indague sobre lo que los alumnos saben o piensan del tema ya que así puede comenzar éste tomando en cuenta lo que el alumno ya conoce. Después el profesor debe presentar en clase los conceptos de frontera, paredes y tipos de sistemas (en el anexo están algunas definiciones que puede consultar) para posteriormente, hacer las actividades didácticas.

Revisados los conceptos y el tipos de interacción energética de los sistemas con los alrededores, deben conocer que estas dependen del tipo de pared en sistema, con base en lo anterior los podemos clasificar en aislados, cerrados y abiertos.

### **Objetivos conceptuales:**

- Identificar los tipos sistemas, con base en el tipo de frontera que tienen (adiabática o diatérmica).
- Clasificar las interacciones de los sistemas, los sistemas y el tipo de fronteras que presentan, lo anterior en objetos de uso común.

### **Objetivos procedimentales:**

- Predecir qué tipo de interacción tendrá un sistema con los alrededores.
- Promover la discusión argumentada de los conceptos: sistema, frontera, intercambio energético y alrededores.

### **Objetivos actitudinales:**

- Propiciar el respeto por los comentarios y opiniones de los integrantes del grupo.

### **Actividades:**

El profesor hace el experimento demostrativo, seguir la hoja de trabajo 2.1. Se propone que se haga en equipo de dos o tres personas. El experimento se hará en aproximadamente 40 min. Incluyendo la discusión.

### *Sección 1 Experimental*

Materiales y reactivos:

- Vaso de unicel con tapa de unicel
- Vaso de plástico con tapa de plástico
- Vaso de metal, con tapa de metal.
- Termo o dewar para el sistema aislado.
- Termómetro (0-100°C)
- Agua hirviendo

Procedimiento experimental:

Llenar tres vasos con aproximadamente la misma cantidad de agua hirviendo, es importante que sea la misma cantidad pues vamos a medir la temperatura y esta es una propiedad intensiva y no depende de la cantidad de materia. Taparlos rápidamente y pedir a los alumnos que en su hoja de trabajo (Hoja de trabajo HT-2.1) anoten y expliquen las predicciones en cuanto a la temperatura que tendrá el agua adentro de los vasos pasados 20 minutos. Durante ese tiempo los estudiantes están haciendo sus predicciones. El profesor debe estar atento a resolver cualquier duda que tengan los alumnos siempre y cuando ésta sólo sea para dirigir las observaciones y la argumentación de sus explicaciones. Después del tiempo de espera. Destapar los vasos y medir la temperatura que tiene el agua, para comprobar si concuerda las mediciones con las predicciones elaboradas.

Discutir los resultados con los alumnos, preguntar si las predicciones fueron correctas y hablar del tipo de frontera que tienen los sistemas estudiados y del tipo de interacción que permiten éstas con los alrededores. Tener presente que lo importante de la actividad, es la

clasificación que se ha hecho, con base en la energía, no con el intercambio de materia (puntualizar que la materia es constante). Para finalizar esta actividad se discute sobre los resultados obtenidos y las dudas que se generen durante el experimento.

## *Sección 2*

En esta segunda parte de la actividad los alumnos clasificarán los sistemas que se enlistan en la hoja de trabajo (HT 2.2) para el alumno, los agrupará en cerrados, aislados y abiertos y nos dirán cómo es el tipo de frontera del sistema que se está analizando, qué interacciones permite la frontera y el tipo de sistema que presenta. Esta actividad se hace en el salón de clases contestando las dudas que se generen y conduciendo al alumno a resolverlo adecuadamente.

### **Evaluación:**

Al terminar el experimento, los alumnos deben entregar las hojas de trabajo contestadas. Se evaluará la participación en clase y durante el desarrollo de las actividades mediante preguntas directas a los estudiantes, también la entrega en tiempo y forma, así como lo bien resuelto de las hojas de trabajo.

### **3.5.1.2 Tema 2." El camino sí importa"**

Es importante que los alumnos reconozcan y diferencien las funciones trayectoria de las de estado. Antes de hacer la actividad, el profesor debe presentar las funciones de estado como aquellas, (ya conocidas), útiles en la descripción del estado de equilibrio en el que se encuentra un sistema determinado, no importando el camino que tomó el sistema para llegar a esta condición. Por otro lado las funciones trayectoria son aquellas en las que es importante la vía que sigue la función para llegar al estado final. Así, para una función "G" no importa cómo era el estado inicial, lo que es importante es el camino por el que llega al estado final (véase a cuadro 3.6). La necesidad de diferenciar las funciones de estado y trayectoria, tiene la conveniencia, entre otras muchas, de mejorar la comprensión de conceptos como calor y temperatura.

## **Documento para el profesor**

### **Introducción:**

Esta actividad consta de dos secciones, tiene la intención de reforzar el tema función trayectoria y función de estado, mediante un diagrama, en el cual se ejemplifican dos rutas de acceso a una cima, de este dibujo se desprenden preguntas y finalmente se deben hacer conclusiones respecto al tema.

### **Antecedentes conceptuales:**

En cursos previos (física III) los alumnos ya se han familiarizado con las variables termodinámicas calor, temperatura, trabajo y energía, la actividad pretende que cataloguen estas variables en funciones de estado o trayectoria y así puedan diferenciar los conceptos.

### **Objetivos conceptuales:**

- Diferenciar entre funciones trayectoria y de estado.
- Clasificar variables como de estado o trayectoria.

### **Objetivos procedimentales:**

- Aprender a observar y diferenciar diferentes gráficos para obtener información.

### **Objetivos actitudinales:**

- Propiciar la discusión argumentada y respetuosa.

### **Actividades:**

Se recomienda elaborar la actividad en el salón de clases en un tiempo de 45 minutos. Los alumnos trabajan con las Hojas de trabajo (HT 3.1). Pedir a los alumnos que comuniquen con sus propias palabras con base en la lectura inicial, qué piensan que es una función trayectoria y qué una función de estado. Discutir los comentarios que se generaron, pedir que observen el dibujo y contesten las preguntas de las hojas de control, para que la actividad se

pueda dirigir mejor, podemos proyectar el dibujo e ir guiando a los alumnos en la búsqueda de respuestas a las preguntas.

Observar que en el primer dibujo hay dos rutas para llegar a la cima, esto nos dará la pauta para contestar las preguntas y poderlas discutir. En el segundo esquema se ilustran diferentes formas de llegar a la temperatura final del agua que es 55°C, elaborar una discusión sobre la importancia en el proceso para alcanzar la temperatura final del agua.

### **Evaluación:**

La evaluación es de tipo sumativa. Se entregará la hoja de trabajo, se revisa para asignar calificación. Se sugiere que también los alumnos elaboren en individual un mapa conceptual el cual se entregará como tarea.

#### **3.5.1.3 Tema 3 “¡Hace calor aquí!”**

Un gran porcentaje de los alumnos de bachillerato siguen pensando que la temperatura es una medida del calor que está contenido en un sistema termodinámico (Kind, 2004). Es el mecanismo a través del cual dos sistemas que interactúan se encuentran a diferente temperatura y en contacto térmico, intercambian energía. La energía siempre va del sistema de mayor temperatura al de menor. Es una función trayectoria. Debe verse como un proceso, no como un estado. Se recomienda evitar decir “tal objeto tiene mucho calor”, porque entonces se estará fortaleciendo la concepción alternativa y confundiendo con energía interna.

Enfatizar la definición macroscópicamente de temperatura, como la variable que nos indica cuándo el sistema se encuentra en equilibrio térmico con los alrededores. Puntualizar que cuando la temperatura de un sistema se mantiene sin cambios, es que se alcanza el equilibrio térmico del sistema con los alrededores (ley cero de la termodinámica), a diferencia del calor, la temperatura es una función de estado.

La importancia de este tema radica en intentar romper la sinonimia calor-temperatura, habrá problemas de comprensión que afectarán el avance en los temas subsecuentes si no hay una adecuada comprensión y diferenciación de los conceptos. Por ello es importante no

confiarse y puntualizar e insistir en todo momento en las diferencias que existen al tratar los temas de calor de reacción o primera ley de la termodinámica.

## **Documento para el profesor**

### **Introducción:**

Esta actividad consta de tres secciones, la primera es un experimento ilustrativo sobre el tema de equilibrio térmico, nos permitirá elaborar conclusiones las cuales serán de utilidad para la elaboración de la segunda sección. En la segunda parte de la actividad, se investiga cómo la masa y la temperatura diferentes de varias muestras de agua, afecta la temperatura final de ésta cuando las muestras se mezclan, es una actividad en la que elaborar una gráfica resuelve el problema final. La tercera sección es un análisis de caso, pretende evidenciar cómo los estudiantes han interiorizado los conceptos calor y temperatura y la diferencia entre ellos.

### **Antecedentes conceptuales:**

Los alumnos deben tener claridad en cuanto al tipo de interacciones de los sistemas y los alrededores, el tipo de fronteras o pared. La primera sección de la actividad es para reforzar el concepto de equilibrio térmico. Para la segunda actividad, el concepto de equilibrio térmico ya debe estar interiorizado, se debe interpretar como una interacción energética entre sistemas termodinámicos cerrados. Para la tercera sección, se debe tener claridad en la diferencia entre calor y temperatura y el concepto de equilibrio térmico.

### **Objetivos conceptuales:**

- Comprender qué es el calor y la temperatura.
- Diferenciar conceptualmente entre calor y temperatura.
- Entender el concepto de equilibrio térmico.
- Identificar temperatura como una variable que indica cuándo dos sistemas en contacto se encuentran en equilibrio térmico.

- Identificar calor como un mecanismo de transferencia de energía entre dos sistemas con diferente temperatura.

#### **Objetivos procedimentales:**

- Predecir cuál será la temperatura final de la mezclas de agua.
- Propiciar la elaboración de conclusiones, mediante la observación y análisis del trabajo experimental.

#### **Objetivos actitudinales:**

- Promover la discusión argumentada de los conceptos.
- Propiciar el respeto por los comentarios y opiniones de los integrantes del grupo.
- Promover una actitud positiva (trabajo en equipo, trabajo limpio y ordenado) para el trabajo experimental.
- Propiciar el respeto por los comentarios y opiniones de los integrantes del grupo.

#### **Actividades:**

Tiempo para esta actividad 50 minutos de clase para cada sección, considerando la discusión y conclusiones elaboradas, los alumnos deben entregar las hojas de trabajo en la misma sesión de clases.

Se sugiere trabajar con equipos de 3 o 4 alumnos. Es importante coordinarse para poder registrar los datos lo más rápido posible. Entregar al alumno la hoja de trabajo HT 4.1.

#### *Sección 1:Experimental*

#### **Materiales y reactivos:**

- 3 vasos de unicel, dos de 250 ml (vaso 1 y 2) y uno de 500 ml (vaso 3).
- Agua de la llave

- 2 termómetros (0-100°C)
- 1 probeta de 100 mL
- 1 parrilla de calentamiento.

Procedimiento experimental:

1. Numerar los vasos de unicel.
2. Verter 150 mL de agua de la llave en el vaso 1.
3. Agregar al vaso 2 la mitad del agua del vaso 1 y medir la temperatura del agua de cada uno de los vasos.
4. Ahora verter la mitad del agua del vaso 2 en el vaso 3 y medir la temperatura del agua en ambos vasos.
5. Regresar toda el agua al vaso 1 y medir la temperatura.
6. Tirar toda el agua de los vasos.
7. Verter nuevamente 150 mL de agua de la llave al vaso 1 y agregar 75 mL de agua hirviendo. Medir la temperatura de la mezcla.
8. Poner en el vaso dos 75 mL de agua de la llave y agregar 75 mL de agua de agua hirviendo. Medir la temperatura de la mezcla.
9. Mezclar el agua de los vasos 1 y 2 en el vaso 3 y medir la temperatura de la mezcla.

Esta sección finaliza con la discusión de los resultados y la entrega de la hoja de trabajo por parte de los equipos.

### *Sección 2:*

Esta actividad es un problema de lápiz y papel, se elabora en el salón de clases con un tiempo estimado de 50 minutos. Se sugiere se trabaje en forma individual si así lo prefiere el

profesor, o se puede dejar como trabajo para casa, de ser de esta forma debe revisarse posteriormente en el salón de clases en aproximadamente 25 minutos. Los alumnos deben entregar la hoja de trabajo correspondiente para la evaluación. (Uso de HT 4.2)

### *Sección 3:*

Esta actividad es un análisis de caso, se elabora en el salón de clases con un tiempo estimado de 30 minutos o bien dejarse de tarea y revisarse en clase en un tiempo de 15 minutos. Los alumnos entregarán la hoja de trabajo correspondiente (HT 4.3)

#### **Evaluación:**

La evaluación es de tipo sumativo. Se revisan las hojas de trabajo para asignar calificación con base en las respuestas correctas que tengan. Para las tres actividades los alumnos tienen que entregar sus hojas de trabajo, para la primera sección la entrega será inmediatamente después del experimento, la discusión y conclusiones, la segunda sección se entregará después de la elaboración en casa y la revisión en aula, la última se entrega después de la revisión y discusión grupal de cada uno de los casos, En las actividades que se trabajaron en equipo las hojas de trabajo se entregan en equipo, si el trabajo fue individual la evaluación se hace por cada alumno.

#### **3.5.1.4 Tema 4 “No se crea ni se destruye...”**

La forma más conocida de la primera ley se refiere a la conservación de la energía interna de un sistema. Nosotros trabajaremos además con la relación que establece que el cambio de energía interna es igual a la suma del calor y el trabajo intercambiados entre el sistema y los alrededores. En este punto es importante recordar que la posibilidad de intercambios energéticos y/o mecánicos depende de las características de la frontera. Cuando se trata con este tipo de transferencias es necesario establecer la convención de signos: todo lo que entra al sistema es positivo y todo lo que sale es negativo, por lo tanto:

El trabajo realizado por el sistema sobre los alrededores (-)

El trabajo realizado sobre el sistema por los alrededores (+)

El calor absorbido por el sistema de los alrededores (+)

El calor absorbido por los alrededores del sistema (-)



## Documento para el profesor

### Introducción:

Esta actividad tiene dos secciones, la primera es una actividad experimental sencilla que tiene como objetivo demostrar que la energía se manifiesta de diversas formas, y en un mismo sistema termodinámico pueden existir varias formas de ella. La primera sección tiene como objetivo evidenciar lo que los alumnos saben del tema, para de esta forma, en la parte conceptual dar explicaciones concisas a las dudas de los estudiantes. La segunda sección es un análisis de caso en el que, con base en los conceptos calor, trabajo y energía, los alumnos deben argumentar en favor o en contra de las afirmaciones propuestas, este análisis se propone como cierre de la actividad y puede dar lugar a un debate abierto.

### Antecedentes conceptuales:

Para el estudio de este tema los alumnos deben tener clara la diferencia entre calor y temperatura. También deben conocer y diferenciar entre sistema abierto, cerrado y aislado y los diferentes tipos de fronteras que los caracterizan.

### Objetivos conceptuales:

- Comprender que el trabajo mecánico es otro mecanismo de intercambio de energía entre el sistema y los alrededores.
- Identificar el trabajo como función trayectoria.

### **Objetivos procedimentales:**

- Argumentar con base en los conceptos los resultados esperados del experimento.
- Promover la discusión argumentada de los conceptos.
- Propiciar la elaboración de conclusiones, mediante la observación y análisis del trabajo experimental.

### **Objetivos actitudinales:**

- Promover una actitud positiva para el trabajo experimental (trabajo en equipo, limpio y ordenado).
- Propiciar el respeto por los comentarios y opiniones de los integrantes del grupo.

### **Actividades:**

La primera sección de la actividad se elabora en el salón de clases en un tiempo aproximado de 45 minutos. Cuando ya han construido el sistema pedir que algunos alumnos lean en voz alta sus respuestas, para contrastarlas con las de los demás equipos. Terminado el experimento dejar entre 15 y 20 minutos para que los alumnos respondan las preguntas en equipo. Finalizar la sección con un debate abierto basado en las respuestas de cada equipo. La segunda sección se realiza en un máximo de 30 minutos se entrega la hoja de control a los alumnos y se dan 15 minutos para responderla. El tiempo restante se ocupa para explicar abiertamente la respuesta con base en las respuestas de los diferentes equipos.

### *Sección 1*

Se trabajará con equipos de 3 o 4 alumnos. Es importante coordinarse para registrar los datos lo más rápido posible. Uso de hoja de trabajo HT 5.1.

### **Materiales y Reactivos:**

- Viruta de cobre (fina)

- 2 vasos de unicel (pequeños)
- Cinta de contacto
- Termómetro graduado (0-100°C)

Procedimiento experimental:

1. Llenar uno de los vasos con viruta de cobre, hasta aproximadamente tres cuartos del vaso.
2. Con el otro vaso, tapar el vaso que contiene la viruta, de tal forma que formen una sonaja.
3. Unir con cinta de contacto para que quede fijo y no se salga el cobre, hacer una pequeña perforación en la base de uno de los vasos para introducir el termómetro hasta el cobre. Esperar aproximadamente 10 minutos hasta que la temperatura se mantenga constante.
4. Después del tiempo de espera, sacar el termómetro y registrar la temperatura del termómetro. Contestar las hojas de trabajo HT 5.1
5. Tapar la perforación con cinta de contacto, agitar fuertemente el vaso durante 10 minutos. Mientras se agita el vaso contestar las preguntas de la hoja de trabajo.
6. Después de la agitación medir la temperatura del cobre dentro del vaso y registrar los datos.

## *Sección 2*

Se recomienda trabajar en equipo de 3 o 4 personas, se argumenta a favor o en contra del dialogo que está en las hojas de trabajo, en caso de que los integrantes no logren ponerse de acuerdo en la explicación al cuestionamiento, se escriben las diferentes posturas y se justifica cada una de ellas. Hoja de trabajo HT 5.2.

## **Evaluación:**

Para las dos actividades los alumno deberán entregar la hoja de trabajo, para la primera sección se entregará inmediatamente después del experimento, la discusión y conclusiones, es decir todo en la misma sesión. La segunda sección se entregará en forma individual, después de la revisión en casa.

### **3.5.1.5. Tema 5 “Huy ¡Está caliente**

La entalpía es la energía en forma de calor liberado o absorbido en las reacciones químicas cuando se llevan a cabo a presión constante. Una manera indirecta de cuantificar el calor transferido en una reacción química es mediante la determinación del cambio de temperatura experimentado por el sistema. Con base en lo anterior, con esta actividad se busca, diferenciar entre reacciones endotérmicas y exotérmicas. El análisis de las gráficas del progreso de una reacción en función de la energía es útil para comprender las diferencias entre energía de reacción y energía de activación, conceptos fundamentales en el entendimiento de la energía en los cambios químicos. Se propone calcular la energía liberada en una reacción química en forma de calor, con base en un balance energético de las energías de enlace de productos y reactivos, para que los alumnos comparen las cantidades y puedan tener claro de donde proviene la energía que se libera o se absorbe en una reacción química y enfrentar la concepción alternativa de que la ruptura de enlaces desprende energía. También se deben hacer cálculos teóricos de nuevas reacciones con base en reacciones ya existentes (ley de Hess y método directo)

## **Documento para el profesor**

### **Introducción:**

La actividad está pensada en dos secciones, la primera es una experiencia de cátedra demostrativa en la cual se presentan reacciones endotérmicas y exotérmicas. El cambio de temperatura en ambas reacciones es sensorialmente perceptible, por lo cual es una buena forma de mostrar que en las reacciones químicas existe intercambio de energía en forma de calor. La segunda sección de la actividad tiene que ver con los valores de energía en forma de

calor de cada una de las reacciones, es decir con la entalpía de la reacción. La entalpía de reacción se calculará mediante los valores de entalpía de formación.

### **Antecedentes conceptuales:**

Los alumnos deben tener claros los conceptos: reacción química, calor y temperatura. Antes de la demostración y del trabajo experimental, se deben explicar en forma teórica las gráficas de la energía de las reacciones, las gráficas sólo se verán de forma cualitativa y el profesor será quién las proporcione y explique cada una de las etapas que las constituyen. Para la segunda sección se recomienda tener claridad en el concepto mol y tener bien practicados los cálculos de conversiones gramos-mol y viceversa, se debe haber revisado en clase la ecuación:

$$H_{\text{reac}} = H_{\text{prod}} - H_{\text{reac}}$$

### **Objetivos conceptuales:**

- Identificar los tipos de reacción con base en el valor de la entalpía ( $H > 0$  o  $H < 0$ ) de la reacción.
- Reafirmar el concepto de mol.

### **Objetivos procedimentales:**

- Elaborar operaciones aritméticas, para hacer los cálculos de entalpía de las reacciones.
- Predecir cuál será el signo de la entalpía (+ o -) con base en el tipo de reacción (endo o exo) que se efectúa.
- Promover la resolución de problemas tomando conceptos ya revisados con anterioridad, como mol y conversiones a gramos y viceversa, que involucra el concepto de entalpía, es decir demostrar que los conceptos vistos en cursos anteriores no están aislados y son de gran utilidad para sustentar nuevos conceptos

## Objetivos actitudinales:

- Trabajar en equipo, de forma ordenada y colaborativa.
- Promover una actitud favorable hacia la ciencia (la ciencia sirve para resolver problemas de la vida cotidiana, no sólo está presente en los laboratorios o en la escuela).
- Promover un ambiente de ayuda a los alumnos, ya que generalmente les cuesta trabajo realizar cálculos matemáticos.

## Actividades:

### *Sección 1*

La primera sección es una experiencia de cátedra, por lo costoso y peligroso de los reactivos y productos el profesor debe hacer la experiencia y pasar los matraces por el salón, para que los alumnos se percaten de lo que está sucediendo, pedir que lo toquen para verificar si está “frío” o “caliente”, que observen si hay desprendimiento de gases, y que jalando el aire con su mano puedan percibir, si existe algún olor que puedan identificar, lo anterior nos ayudará a construir la representación gráfica de la reacción, es decir, la ecuación química. Los alumnos deben contestar la hoja de trabajo HT 6.1 inmediatamente después de terminado el experimento demostrativo. El tiempo requerido para esta experiencia es de 50 minutos incluyendo la discusión grupal.

## Material y Reactivos:

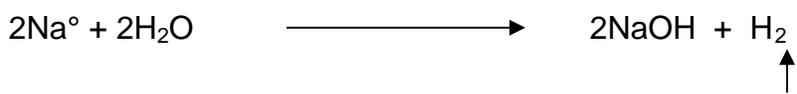
- ✓ 2 matraces Erlenmeyer de 125 o 250 mL.
- ✓ 1 termómetro de -40 a 50°C
- ✓ 1 Termómetro de 0 a 100°C
- ✓ 16 g de hidróxido de bario octahidratado  $\text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$
- ✓ 5.5 g de cloruro de amonio  $\text{NH}_4\text{Cl}$
- ✓ 1 g sodio metálico

## Procedimiento

La reacción endotérmica se lleva a cabo mezclando dos sólidos secos: hidróxido de bario y cloruro de amonio (se puede sustituir por otra sal de amonio), lo anterior nos produce cloruro de bario e hidróxido de amonio.



La reacción exotérmica se produce cuando se combinan sodio metálico y agua para producir hidróxido de sodio e hidrógeno molecular que se desprende.



### *Preguntas para los alumnos*

- Explique brevemente mediante una gráfica de energía de productos y reactivos, por qué, cuando se combinan el hidróxido de bario y el cloruro de amonio la temperatura de la reacción baja. También expliquen por qué la temperatura sube cuando se combina el sodio metálico con el agua. (Las gráficas representativas de la energía en función de este tipo de reacciones se verán en clase antes de comenzar la demostración)
- Elaboren una definición personal de reacción endotérmica y exotérmica en la que se incluya el concepto entalpía.

## *Sección 2*

Se trabajará en equipos de dos personas. Esta sección está pensada para que se trabaje en clase, no sin antes dejar de tarea la consulta de los libros recomendados en la bibliografía, ya que en los cálculos para pasar de gramos a mol los alumnos suelen tener problemas. La razón de trabajar en clase es que el profesor guíe, explique y analice junto con los alumnos, cómo se leen los problemas, cómo se entienden, qué tipo de preguntas nos hacen y qué nos resuelven cuando ya lo hemos terminado.

En esta parte se calculará la energía que cada reacción produce o requiere para llevarse a cabo, debemos pedirles que predigan el signo que tendrá la entalpía para cada una

de las reacciones,  $H_r$  se debe calcular a partir de las entalpías de formación de productos y reactivos y mediante la ecuación:

$$H_{\text{reac}} = H_{\text{prod}} - H_{\text{reac}}$$

Como continuación de esta sección los alumnos deben calcular la entalpía de reacción de las reacciones que se hicieron, pero ahora deben hacer el cálculo molar de acuerdo con los gramos que utilizamos, de esta manera no se hará el cálculo para una mol, sino para la cantidad que utilizamos, finalmente debemos hacer una reflexión sobre lo grande que es una mol y comparar con nuestro resultado. Los alumnos entregaran la hoja de trabajo HT 6.2

A continuación enlistamos las entalpías de formación<sup>2</sup> que se necesitan para utilizar en la actividad.

Compuesto	Entalpías de formación en kJ/mol	Compuesto	Entalpías de formación en kJ/mol
Ba(OH) <sub>2</sub>	-994.28	Na°	0
NH <sub>4</sub> Cl	-315.39	H <sub>2</sub> O	-25.8
BaCl <sub>2</sub>	-860.1	H <sub>2</sub>	0
NH <sub>4</sub> OH	-362.74	NaOH	-469.6

Cuadro 3.11

### Evaluación:

La evaluación de esta actividad dependerá de las gráficas que se entreguen en la hoja de control y de la resolución adecuada del ejercicio de cálculo de la entalpía.

<sup>2</sup> Tomados de CHANG, R. *Química*, Ed. Mc Graw Hill, séptima edición, Colombia 2003.

### 3.6 DOCUMENTOS PARA LOS ALUMNOS

Los materiales presentados son las hojas de trabajo que los alumnos deben trabajar en el aula o a consideración del profesor para trabajo en casa. A continuación presentamos un cuadro general de ubicación de las actividades para cada tema.

Cuadro 3.11

Número de la actividad	Nombre de la actividad	Tema	Código de la actividad
1	Actividad diagnóstica		E-1
2	La lengua que todos hablamos	Leguaje termodinámicos	HT 2.1 HT 2.2
3	El camino sí importa	Función de estado y trayectoria	HT 3.1
4	Hace calor aquí	Calor y temperatura	HT 4.1 HT 4.2 HT 4.3
5	No se crea ni se destruye...	Primera ley de la termodinámica	HT 5.1 HT 5.2
6	Huy. ¡Está caliente.	Reacciones exotérmicas y endotérmicas	HT 6.1 HT 6.2
7	Actividad de cierre		E-1

Todos los documentos para los alumnos se encuentran ubicados en el anexo 1

# CAPITULO IV

## Metodología, resultados y análisis

---

En este capítulo se describe la metodología general de la investigación elaborada durante los cuatro semestres de la maestría, contempla desde la revisión bibliográfica, hasta la aplicación de la propuesta didáctica con alumnos de bachillerato. También se presentan y analizan los resultados obtenidos del trabajo en aula.

### 4.1 METODOLOGIA GENERAL DEL PROYECTO

Se inició con la revisión bibliográfica de las concepciones alternativas (CA) más comunes en alumnos de educación media superior. (cuadro 2.1). También se buscaron actividades didácticas que promovieran una visión más cercana al estudio de la termodinámica y “rompieran” con las CA más frecuentes.

De igual forma se revisaron los planes y programas de estudio de la ENP, con el objeto de identificar los conceptos necesarios para trabajar la propuesta didáctica e identificar los puntos conceptuales débiles del mismo. De este análisis encontramos que el tema de lenguaje termodinámico no está incluido como subtema y que, para una mejor comprensión de los conceptos y fenómenos termodinámicos, es necesario que el alumno esté familiarizado con éste y se construya un lenguaje científico común. También observamos que los conceptos calor y temperatura no están contemplados el temario de química IV de sexto año, estos fueron revisados en física III, sin embargo la cantidad de CA encontradas para ambos conceptos nos precisan incluirlos en la propuesta didáctica. El último tema que contempla este temario es entropía, concepto que es muy abstracto y requiere de un análisis matemático avanzado que el alumno no posee, y para no generar CA que después se deban “reacomodar”, se tomó la decisión de no abordarlo en esta propuesta de actividades didácticas.

También se hizo una revisión de algunos de los libros recomendados en el programa de estudios de la materia, para poder elaborar los conceptos útiles para nuestra propuesta.

Esta revisión bibliográfica, puso de manifiesto que las actividades didácticas tenían que estar centradas en ejemplos próximos a los estudiantes, en los que pudieran identificar situaciones comunes y cercanas a ellos. En el capítulo tres están las tablas para cada uno de los conceptos involucrados en las actividades y también se consideran los conceptos útiles para la propuesta didáctica.

Después de revisar las CA más comunes y hacer la búsqueda bibliográfica de los conceptos, se procedió a elaborar la propuesta didáctica. La implementación de ésta, frente a grupo fue de la siguiente forma: se trabajó con dos grupos, un grupo control en el que los temas se trabajaron de forma tradicional y un grupo piloto en el que se probaron las actividades propuestas. La razón de trabajar con ambos grupos es comparar los resultados, para así evaluar las actividades. El trabajo en el aula con el grupo piloto fue difícil, pues los profesores nos enfrentamos a que no hay algunos reactivos, aun cuando sean de fácil acceso y en algunas ocasiones a la resistencia por parte del personal del laboratorio, pues no están acostumbrados a hacer “nuevas” prácticas y esto les genera incomodidad y en algunas ocasiones enojo. Sin embargo el trabajo se pudo terminar, no sin ser muy precavido, sobre todo en las actividades experimentales (avisar a los laboratoristas con una semana de anticipación y en algunas ocasiones llevar los materiales y reactivos propios). Para ambos grupos se aplicó la misma evaluación, tanto al inicio como al cierre. El tiempo de aplicación de las evaluaciones fue de 20 minutos. En el siguiente cuadro se sintetiza la información relevante respecto a ambos grupos de trabajo.

Cuadro 4.1 Información resumida de los dos grupos de trabajo

<b>Grupo</b>	<b>Número de alumnos</b>	<b>Número de Clases (clases de 50 min.)</b>	<b>Año escolar en el que se aplicó</b>	<b>Forma de trabajo</b>
<b>1 Control</b>	56	10	Sexto año, área1	Tradicional, exposición por parte del profesor (magisterial)
<b>2 Piloto</b>	47	10	Sexto año, área1	Propuesta didáctica (actividades propuestas, conceptos, problemas de lápiz y papel, trabajo experimental)

La evaluación para esta propuesta didáctica consta de 15 reactivos, para los temas calor y temperatura las preguntas fueron tomadas del cuestionario de Moreira (1996), se debe puntualizar en que este cuestionario está validado como examen diagnóstico para la materia introducción a la física en nivel profesional, sin embargo, se decidió tomar algunos reactivos para esta evaluación, debido a que es un tema que los alumnos ya estudiado en varias ocasiones, y además, los grupo de trabajo ya están próximos a entrar en un nivel profesional. Las preguntas de los temas sistemas termodinámicos, trabajo y entalpia, fueron elaboradas por nosotros. (ver anexo 1).

## 4.2 RESULTADOS

Primero se presentan los resultados de las evaluaciones de inicio para ambos grupos de trabajo, se comparan los resultados de estas evaluaciones y se analizan los resultados por grupos de preguntas, después se presentan las evaluaciones de cierre y se analizan los resultados por comparación de resultados entre el grupo control y el grupo piloto.

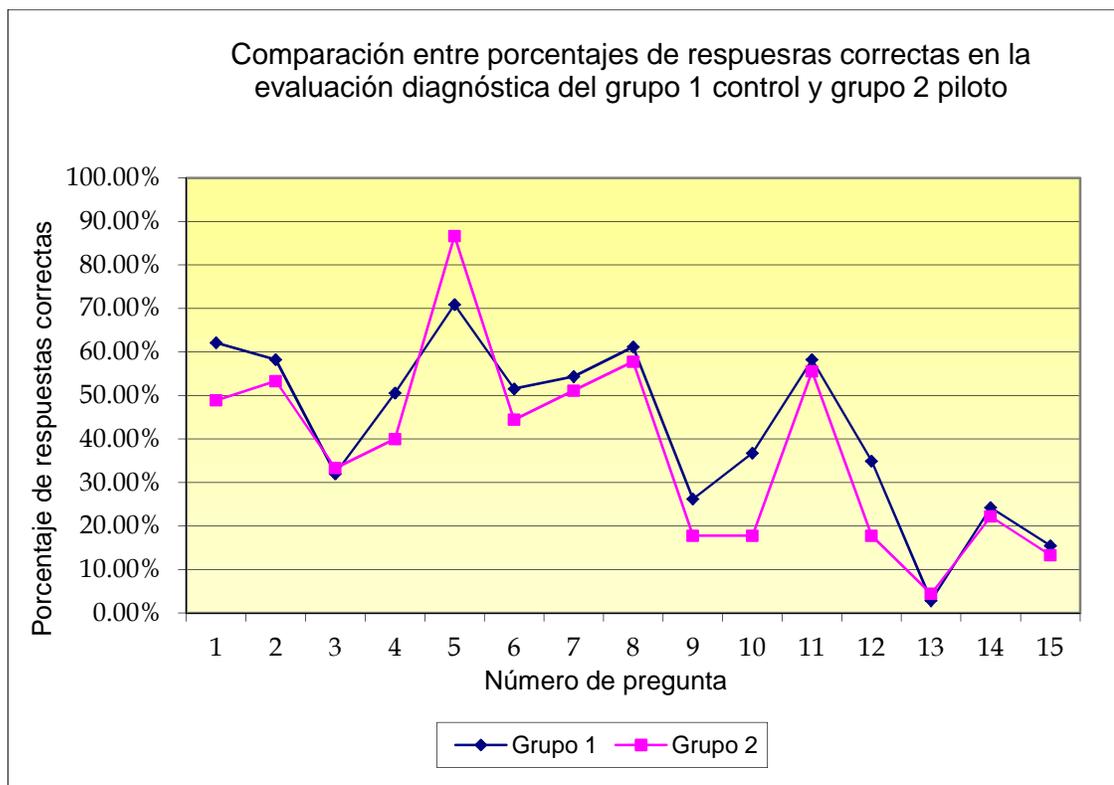
### 4.2.1 RESULTADOS DE LAS EVALUACIONES DE INICIO

Los datos que se presentan a continuación son los resultados de la evaluación diagnóstica para el grupo control y para el grupo piloto.

Cuadro 4.2 Resultados de la evaluación diagnóstica para los grupos control y piloto

PORCENTAJES DE RESPUESTAS CORRECTAS PARA LA EVALUACIÓN DE INICIO		
No de pregunta	Grupo control (%)	Grupo piloto (%)
1	62.14	48.89
2	58.25	53.33
3	32.04	33.33
4	44.66	40.00
5	83.50	86.67
6	49.51	44.44
7	54.37	51.11
8	61.17	57.78
9	26.21	17.78
10	19.42	17.78
11	58.25	55.56
12	19.42	17.78
13	2.91	4.44
14	19.42	22.22
15	15.53	13.33

En el cuadro anterior podemos observar que el porcentaje de respuestas correctas es similar para ambos grupos. Esta comparación nos permite, suponer que las ideas o conceptos que los estudiantes poseen son muy parecidos y que en general tiene el mismo nivel de conocimiento acerca de los temas incluidos en la evaluación. A partir de esta información, podemos integrar los resultados de la evaluación diagnóstica y generar una gráfica comparativa con los resultados de ambos grupos. En la gráfica 4.1 observamos que la tendencia de respuestas correctas es similar para ambos grupo de trabajo.



Gráfica 4.1

Los resultados anteriores pueden sugerir que los alumnos poseen conocimientos similares. Un análisis por inciso para cada pregunta, proporciona información más precisa sobre los errores más comunes en los estudiantes.

Para cada una de las pregunta se han contabilizado aciertos y errores, con la finalidad de encontrar los errores más frecuentes de los alumnos y de esta forma poder atenderlos en concreto. Para el cuadro 4.3, los números en cursiva y negrita se encuentran en la casilla del inciso correcto, notemos que la casilla en cursiva no siempre tiene el mayor número de

respuestas correctas, cuando se encuentra que una pregunta tiene una frecuencia alta de respuestas incorrectas, es indicativo de que el tema se debe ser trabajado desde esa perspectiva particular. Los números en rojo, son los incisos que tienen una frecuencia de respuestas incorrectas más elevada que la respuesta correcta o una respuesta incorrecta con un alto porcentaje.

Cuadro 4.3 Porcentajes generales de aciertos y errores para cada una de las preguntas

Pregunta	Incisos					Total de alumnos
	I	II	III	IV	no sé	
1	<b>64</b>	12	12	14	1	103
2	0	4	<b>60</b>	<b>39</b>	0	103
3	6	<b>33</b>	2	<b>60</b>	2	103
4	<b>46</b>	<b>50</b>	7	0	0	103
5	5	<b>86</b>	0	12	0	103
6	<b>51</b>	12	13	<b>27</b>	0	103
7	23	<b>56</b>	12	9	3	103
8	16	12	8	<b>63</b>	4	103
9	27	<b>13</b>	<b>35</b>	18	10	103
10	<b>20</b>	<b>20</b>	<b>45</b>	6	12	103
11	12	<b>60</b>	16	7	8	103
12	<b>25</b>	11	<b>25</b>	<b>20</b>	<b>22</b>	103
13	24	<b>53</b>	<b>3</b>	12	11	103
14	<b>20</b>	<b>32</b>	<b>35</b>	16	0	103
15	16	<b>22</b>	<b>16</b>	<b>33</b>	16	103

Las preguntas se han agrupado en los temas que corresponden a cada uno de los que se han revisado en el temario. En los siguientes cuadros se presentan los datos en porcentajes por grupo de preguntas:

1.- Leguaje y clasificación de sistemas termodinámicos.

Cuadro 4.4 Porcentajes de respuestas para preguntas sobre lenguaje y clasificación de sistemas termodinámicos.

Pregunta	Incisos					Total de alumnos
	I	II	III	IV	no sé	
1	62.14%	11.65%	11.65%	13.59%	0.97%	100%
9	26.21%	12.62%	33.98%	17.48%	9.71%	100%

Para la pregunta 1, la mayoría de los alumnos contesta acertadamente, se puede suponer que tienen noción del tema o que en algún curso previo lo han revisado. El otro 40%, incisos II, III y IV tienen porcentajes de respuestas distribuidos equitativamente, esto hace pensar que los alumnos no tienen precisión en los conceptos que están contestando. Con la pregunta 9, los porcentajes de respuestas tienen una distribución similar en cada uno de los incisos, al revisar los datos y la pregunta, nos percatamos que tiene errores de redacción, así que la información que da, no es relevante, consideramos que es un reactivo que no debemos tomar en cuenta en el análisis de resultados.

2.- Concepto de calor.

Cuadro 4.5 Porcentajes de respuestas para las preguntas relacionadas con el concepto de calor.

Pregunta	Incisos					Total de alumnos
	I	II	III	IV	no sé	
2	0.00%	3.88%	58.25%	37.86%	0.00%	100%
5	4.85%	83.50%	0.00%	11.65%	0.00%	100%

Para la pregunta 2 casi el 60 % de los alumnos contesta acertadamente, no obstante, es interesante que el inciso IV tenga el restante 40%, lo que se puede suponer, es que los alumnos tienen claro que el calor es una manifestación de energía cuando hay una diferencia de temperaturas, sin embargo parece ser, que la temperatura promedio utilizada coloquialmente (20-25°C), lo “jala” a pensar que sólo a esa temperatura hay calor. Estas

diferencias en los porcentajes inducen a pensar que pudiera estar presente la CA donde el calor se aprecia como una propiedad de la materia y no como energía. Con la pregunta 5 la mayoría de los alumnos identifica correctamente que la variable que diferencia a los dos sistemas es la temperatura, no obstante hay un 12% que lo identifica con el concepto de calor.

### 3.- Concepto de equilibrio térmico.

Cuadro 4.6 Porcentajes de respuestas para las preguntas relacionadas con equilibrio térmico.

Pregunta	Incisos					Total de alumnos
	I	II	III	IV	no sé	
3	5.83%	32.04%	1.94%	58.25%	1.94%	100%
4	44.66%	48.54%	6.80%	0.00%	0.00%	100%

En la pregunta 3 inciso IV (cuadro 4.6), más de la mitad de los alumnos responden que, “la temperatura de los objetos de metal es menor a la de los objetos de madera”, esta idea saca a la luz que no comprenden que en el equilibrio térmico no intervienen el tipo de material del que están hechos los objetos, que la sensación térmica de los diferentes materiales es resultado del fenómeno de conducción térmica, que ésta sí, depende del material de los objetos. Pasan por alto entonces, que después de un determinado tiempo todos los sistemas que se encuentran en contacto incluso el ambiente, están a la misma temperatura. Por otro lado para la pregunta 4 inciso II, la mitad de los alumnos responden que dos objetos “calientes” alcanzan el equilibrio entre ellos, pero no llegan a tener la temperatura del ambiente, esta afirmación hace pensar que sólo se está considerando como sistemas termodinámicos el “a” o el “b”, lo que rodea a los sistemas descritos no es considerado como un sistema termodinámico adicional, y por ende, también alcanza el equilibrio térmico e intercambia energía en forma de calor.

#### 4.- Concepto de energía interna.

Cuadro 4.7 Porcentajes de respuestas para las preguntas relacionadas con el concepto de energía interna

Pregunta	Incisos					Total de alumnos
	I	II	III	IV	no sé	
6	49.51%	11.65%	12.62%	26.21%	0.00%	100%
7	22.33%	54.37%	11.65%	8.74%	2.91%	100%

Para el concepto de energía interna (cuadro 4.7) empezamos a notar que aparecen las primeras respuestas de “no sé”, esto puede dar cuenta de que el tema es nuevo para muchos estudiantes, sin embargo al preguntar, ¿qué cambia cuando el agua entra en ebullición? La mitad contestan correctamente, sin embargo el 26% de los alumnos responden que el calor y la temperatura cambian. Para la pregunta 7 al preguntar ¿con qué se asocia la energía interna? La mitad del grupo contesta bien, pero una cuarta parte de los estudiantes responden que con el calor. Este porcentaje de respuestas incorrectas en un solo inciso, se pueden interpretar como la prevalencia de la sinonimia calor-temperatura.

#### 5.- Primera ley de la termodinámica.

Cuadro 4.8 Porcentajes de respuestas para las preguntas relacionadas con la primera ley de la termodinámica

Pregunta	Incisos					Total de alumnos
	I	II	III	IV	no sé	
8	15.53%	11.65%	7.77%	61.17%	3.88%	100%
14	19.42%	31.07%	33.98%	15.53%	0.00%	100%

Para la pregunta 8 (cuadro 4.8) notamos que los alumnos, en su mayoría, contestan acertadamente, se puede pensar que asocian el trabajo hecho sobre el sistema con el aumento de la energía interna del mismo, Sin embargo 15% señala que poseen calor, parecería que no están tomando en cuenta que después de un cierto tiempo el sistema entra en equilibrio después de que se agitado el sistema. Para la pregunta 14, se observa que la distribución de las respuestas es muy homogénea, esto alerta para una revisión en la

redacción de la pregunta y se encontró que la pregunta es poco clara e incluso se localizó un error conceptual en ella, por lo que decidimos no tomarla en cuenta para nuestro análisis.

#### 6.- Conceptos relacionados con la energía en las reacciones químicas.

Cuadro 4.9 Resultados en porcentajes de las respuestas de las preguntas relacionadas con la energía en las reacciones químicas

Pregunta	Incisos					Total de alumnos
	I	II	III	IV	no sé	
10	19.42%	19.42%	43.69%	5.83%	11.65%	100%
11	11.65%	58.25%	15.53%	6.80%	7.77%	100%
12	24.27%	10.68%	24.27%	19.42%	21.36%	100%

En esta serie de preguntas (cuadro 4.9) es evidente que los alumnos desconocen sobre el tema, algunos alumnos contestan “no sé”. El incremento en esta respuesta es de esperarse, pues es un tema nuevo y pocos alumnos lo han estudiado previo al curso. La pregunta 10 sólo el 20% responden correctamente, se puede suponer que la introducción de signos y el uso de lenguaje más termodinámico y específico generen dudas al responder el cuestionario. La pregunta 11 tiene un alto porcentaje de respuestas correctas, parece indicar que los alumnos tienen medianamente claro qué es la energía de activación, sin embargo no está considerada la diferencia entre la energía de “arranque” y la energía de toda la reacción. En la pregunta 12 sólo el porcentaje del inciso II, donde se habla de energía interna es muy bajo, se puede suponer que los alumnos piensan que entalpía es diferente de energía interna, sin embargo, en los demás incisos el porcentaje es muy similar, esto sugiere, que sí existe confusión en determinar si entalpía es energía, calor o temperatura. Por otro lado también se puede pensar que el uso de simbología ( $H$ ), y lenguaje científico (reacción, combustión energía de activación, etc) confunde a los estudiantes.

## 4.2.2 RESULTADOS DE LAS EVALUACIONES DE CIERRE

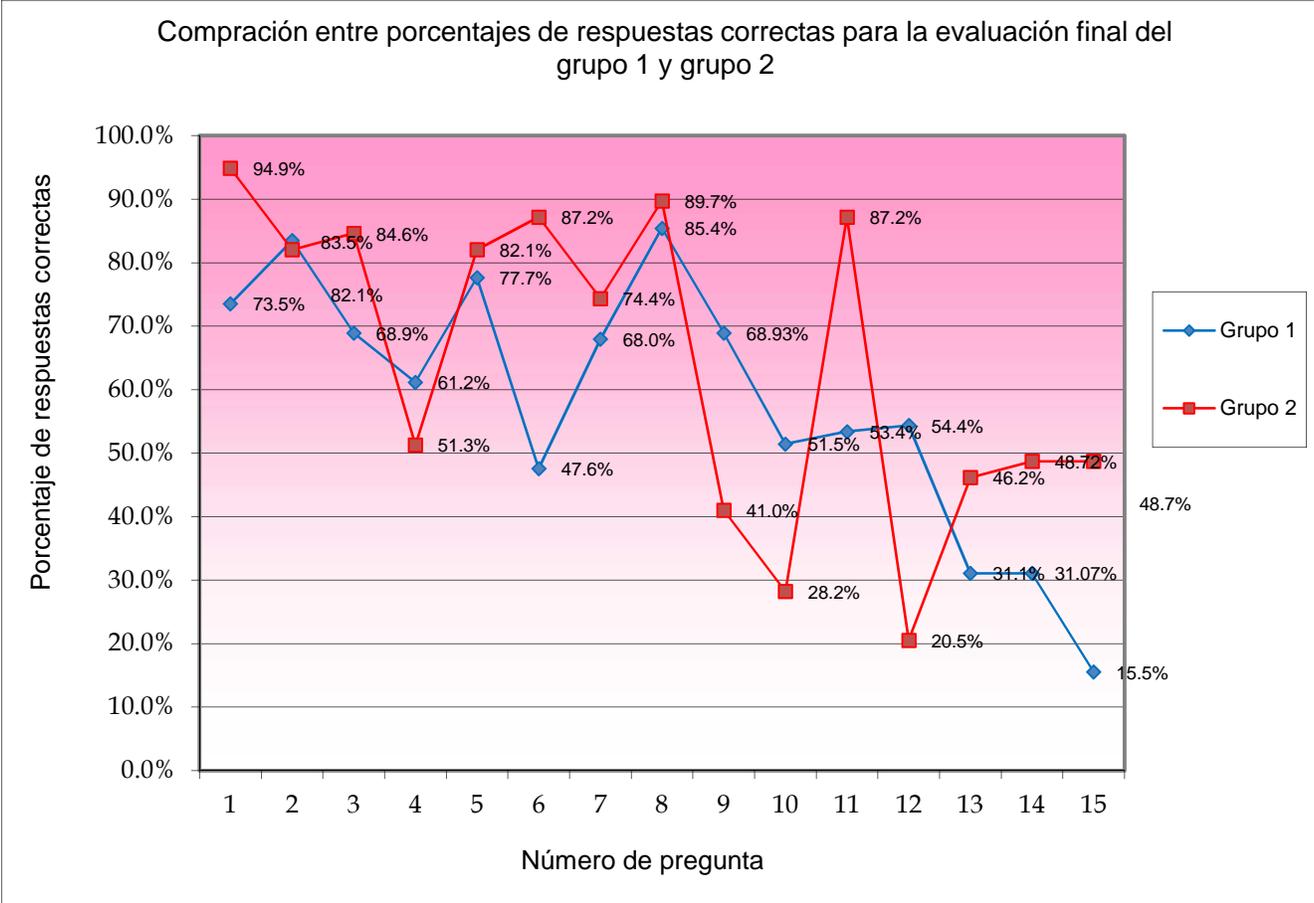
Las evaluaciones de cierre tuvieron lugar al final de revisar los temas. Se recuerda que en el grupo control, el trabajo en el aula se abordó de forma tradicional y en el piloto, se trabajó con las actividades didácticas propuestas. El siguiente cuadro muestra los resultados comparativos generales entre las evaluaciones de inicio y cierre para ambos grupos de trabajo.

Cuadro 4.10 Comparación de resultados entre el grupo control y el grupo piloto en la evaluación de cierre

COMPARCIÓN DE PORCENTAJES DE RESPUESTAS CORRECTAS DE LA EVALUACIÓN CIERRE PARA GRUPOS CONTROL Y PILOTO		
No de pregunta	Grupo control (%)	Grupo piloto (%)
	Evaluación de cierre	Evaluación de cierre
1	73.53	94.87
<b>2</b>	83.50	82.05
3	68.9	84.62
4	61.17	51.28
5	77.67	82.05
6	47.57	87.18
7	67.96	74.36
8	85.44	89.74
9	68.93	41.03
<b>10</b>	51.46	28.21
11	53.40	87.18
<b>12</b>	54.37	20.51
13	41.75	46.15
14	31.07	48.72
15	15.53	48.72

En general los porcentajes de respuestas correctas para el grupo piloto aumentaron, en comparación con el grupo control. Sin embargo para las preguntas 2, 9, 10 y 12 hay un decremento de los porcentajes del grupo piloto respecto al grupo control (cuadro 4.10).

En la gráfica 4.2 se muestra la comparación de resultados de la evaluación de cierre entre el grupo control y el grupo piloto.



Gráfica 4.2

Al observar la gráfica, se puede notar que el grupo piloto tiene nueve de las doce preguntas de la evaluación con un porcentaje mayor de respuestas correctas, es decir, los alumnos del grupo piloto contestaron el 75% de las preguntas mejor que el grupo control o por lo menos con una frecuencia de respuestas correctas mayor que el grupo control. Sin embargo para las preguntas 4, 9, 10 y 12 el grupo control tienen porcentajes más altos de respuestas correctas, pero, este 25% más alto, ¿cómo impacta en la evaluación de la propuesta didáctica presentada? Se han calculado las diferencias de porcentaje entre las

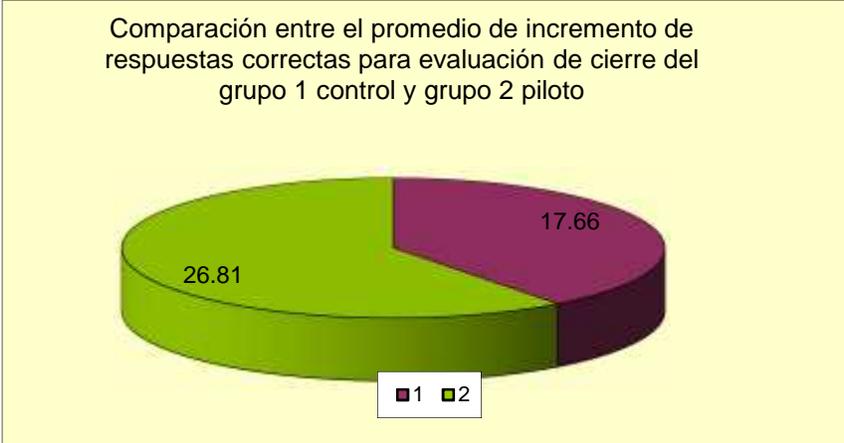
respuestas acertadas de las evaluaciones de inicio y cierre para el grupo control y grupo piloto. Los resultados de esa diferencia se muestran en el cuadro 4.11.

Cuadro 4.11 Porcentajes comparativos entre el grupo control y el grupo piloto del incremento de respuestas de correctas en la evaluación final

<b>PREGUNTA</b>	<b>GRUPO CONTROL</b>	<b>GRUPO PILOTO</b>
1	11.39	45.98
2	25.24	28.72
3	36.89	51.28
4	16.50	11.28
5	-5.83	-4.62
6	-1.94	42.74
7	13.59	23.25
8	24.27	31.97
10	32.04	10.43
11	-4.85	31.62
12	34.95	2.74
13	28.16	41.71
15	0.03	35.38
Promedio de incremento en el porcentaje de respuestas correctas	17.66	26.81

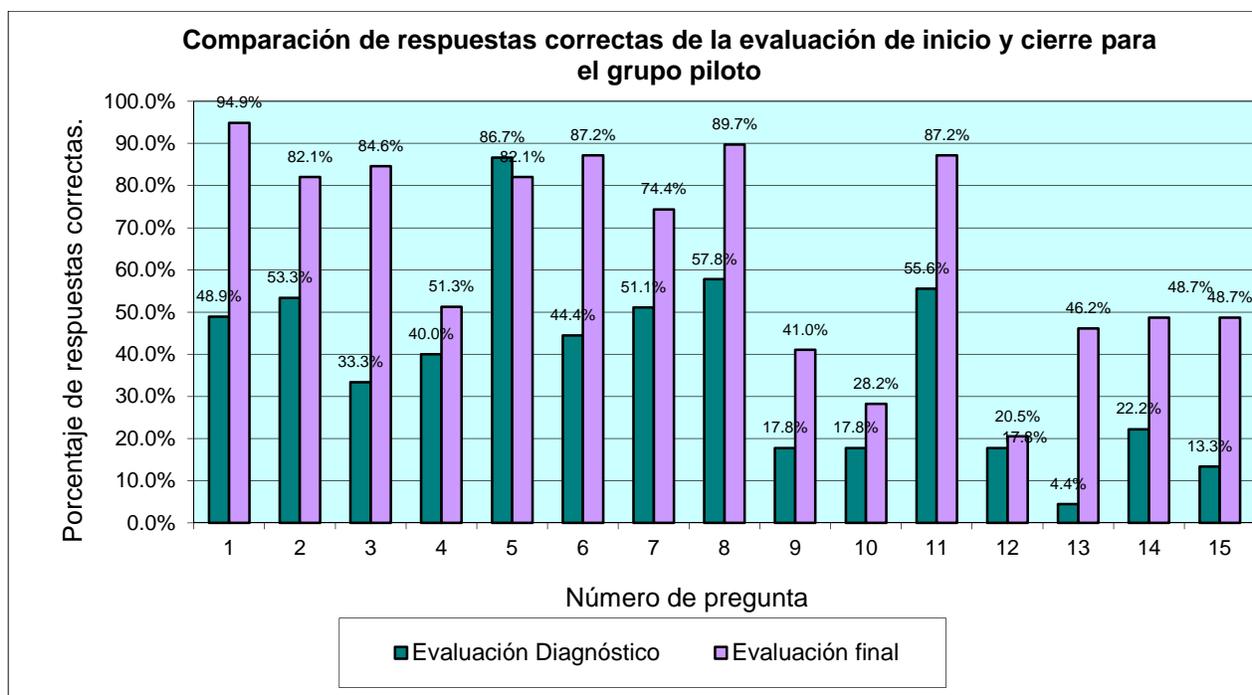
Para la pregunta 2 observamos que el grupo control tiene un mayor porcentaje de alumnos que contestaron correctamente (cuadro 4.11), sin embargo, al comparar los porcentajes de incremento de respuestas correctas para el grupo control y piloto respectivamente, observamos que el grupo piloto tiene un incremento mayor de respuestas, 29%, comparado con el 25% del grupo control (cuadro 4.12). Para las preguntas 10 y 12, los porcentajes de respuestas correctas, sí están muy por debajo del grupo control ( en el análisis por pregunta para cada tema se abundará en el tema).

En general, los resultados de los incrementos en los porcentajes de respuestas correctas por parte del grupo piloto parecen indicar que la propuesta didáctica propicia que los alumnos contesten de forma más acertada la evaluación final. La gráfica 4.3 nos muestra comparativamente estos resultados.



Gráfica 4.3

Con la finalidad de evaluar e identifica las áreas de oportunidad de las actividades propuestas, a continuación se hace un análisis en el grupo piloto. Primero se comparan los porcentajes de respuestas correctas en las evaluaciones de inicio y cierre y después se analizan las preguntas por temas propuestos (gráfica 4.4).



Gráfica 4.4

Esta gráfica (gráfica 4.4) muestra que para 14 de las 15 preguntas el porcentaje de respuestas correctas es mayor para la evaluación de cierre. Sólo la pregunta 5 tiene un menor porcentaje en 4 puntos. Esta pregunta se refiere a la diferencia entre calor y temperatura y este resultado puede sugerir que la actividad propuesta no está rompiendo la sinonimia de estos conceptos. A continuación se hace un análisis por grupos de preguntas para encontrar los puntos de mejora de las actividades propuestas.

### 1.- Leguaje y clasificación de sistemas termodinámicos.

Cuadro 4.12

Pregunta	Incisos					Grupo
	I	II	III	IV	no sé	
1	48.89%	13.33%	15.56%	20.00%	2.22%	inicio
	94.87%	0.00%	2.56%	2.56%	0.00%	cierre

La pregunta 1 (cuadro 4.12) es sobre lenguaje y sistemas termodinámicos, el avance del grupo piloto es 46%, mientras que para el grupo control es de 11%. Este es porcentaje puede ser significativo, si se considera que los alumnos que contestaron correctamente en el

grupo piloto en la evaluación de inicio sólo fue el 49%, es decir, la población de alumnos que contestaron correctamente en la evaluación de cierre fue más del doble.

## 2.- Concepto de calor

Cuadro 4.13

Pregunta	Incisos					Grupo
	I	II	III	IV	no sé	
2	0.00%	7.69%	53.85%	38.46%	0.00%	inicio
5	2.56%	87.18%	0.00%	10.26%	0.00%	
2	15.38%	2.56%	82.05%	0.00%	0.00%	cierre
5	0.00%	82.05%	0.00%	17.95%	0.00%	

Para la pregunta 2 (cuadro 4.13) observamos que un 30% más de los estudiantes, contesta correctamente, además el inciso IV que tenía 40% de alumnos que daban esa respuesta incorrecta, en la evaluación de cierre ese inciso se queda con cero, este resultado puede sugerir que la actividad genera que los alumnos dejen de pensar que los objetos tiene temperatura de 25°C. Sin embargo el inciso I sube a 15% es decir, prácticamente los alumno que no contestaron correctamente esta pregunta supusieron que todos los cuerpos poseían calor, podemos pensar que nuestra actividad genera en algunos estudiantes la idea de la existencia del calor como propiedad. Para la pregunta cinco hubo un aumento en el porcentaje de la respuesta incorrecta del inciso IV, esto concuerda con lo descrito en literatura y la se podría explicarse con lo difícil que es para los alumnos romper la sinonimia calor-temperatura, podemos pensar que la actividad propuesta no está generando que el calor y la temperatura se asimilen como conceptos diferentes.

### 3.- Concepto de equilibrio térmico

Cuadro 4.14

Pregunta	Incisos					Grupo
	I	II	III	IV	no sé	
3	5.13%	<b>33.33%</b>	2.56%	<b>56.41%</b>	2.56%	inicio
4	<b>41.03%</b>	<b>46.15%</b>	12.82%	0.00%	0.00%	
3	0.00%	<b>84.62%</b>	5.13%	10.26%	0.00%	cierre
4	<b>51.28%</b>	5.13%	2.56%	<b>41.03%</b>	0.00%	

Para la pregunta 3 tenemos que más del 80% de los estudiantes contestaron correctamente, esto es, 50% más alumnos contestaron acertadamente. El inciso IV que es el que tenía un mayor porcentaje de respuestas incorrectas, se va para abajo en más del 45%. Se puede interpretar que la actividad didáctica tiene un impacto positivo para que los estudiantes tengan más clara la diferencia entre equilibrio térmico y capacidad de conducción de los materiales. Para la pregunta 4, tenemos que hay un incremento del 10% en los alumnos que contestan adecuadamente, sin embargo se tiene que un gran número (inciso IV tiene 40%) sigue sin tomar en cuenta que el medio ambiente o los alrededores del o los sistemas, son un tercer sistema que está en equilibrio con los otros dos o más sistemas en estudio y que por lo tanto pueden tener intercambios de energía.

### 4.- Concepto de energía interna

Cuadro 4.15

Pregunta	Incisos					Grupo
	I	II	III	IV	no sé	
6	<b>46.15%</b>	12.82%	15.38%	<b>25.64%</b>	0.00%	inicio
7	<b>23.08%</b>	<b>53.85%</b>	12.82%	7.69%	2.56%	
6	<b>87.18%</b>	5.13%	5.13%	2.56%	0.00%	cierre
7	10.26%	<b>74.36%</b>	5.13%	10.26%	0.00%	

En la pregunta 6, observamos que el porcentaje de alumnos que contesta correctamente es el doble que en la evaluación de inicio, se puede observar que ninguno de los incisos tiene un porcentaje mucho mayor a otros, por el contrario en la evaluación de inicio el inciso IV posee un valor del 25% el cual se elimina y queda sólo un 2%. Esto puede sugerir que la actividad propuesta está dejando clara la diferencia entre energía interna y calor y temperatura. Para la pregunta 7 tenemos un incremento del 20% en las respuestas correctas, sin embargo es igual al porcentaje de respuestas incorrectas de los incisos I y IV, ambos incisos tienen que ver con la asociación de la energía interna al calor y a la temperatura, pero no a la energía cinética, es decir 20% de los estudiantes siguen sin hacer la diferencia entre los conceptos calor, temperatura y energía interna.

### 5.- Primera ley de la termodinámica

Cuadro 4.16

Pregunta	Incisos					Grupo
	I	II	III	IV	no sé	
8	15.38%	10.26%	7.69%	<b>61.54%</b>	5.13%	inicio
14	<b>23.08%</b>	25.64%	30.77%	20.51%	0.00%	
8	2.56%	2.56%	5.13%	<b>89.74%</b>	0.00%	cierre
14	<b>48.72%</b>	20.51%	10.26%	20.51%	0.00%	

Para la pregunta 8 tenemos que un 30% más de los alumnos contestaron correctamente, es decir 90% de los estudiantes contesta correctamente, ninguno de los incisos tiene un porcentaje mucho mayor que otros que pueda revelar que hay una orientación particular a algún error. Por otro lado la pregunta 14 tiene un incremento del 25%, sin embargo tanto el inciso II y IV tiene porcentajes de error iguales, esto nos sugiere que la actividad o la pregunta debe ser revisada para encontrar los posibles errores.

## 6.- Conceptos relacionados con le energía en las reacciones químicas.

Cuadro 4.17

Pregunta	Incisos					Grupo
	I	II	III	IV	no sé	
10	17.95%	<b>17.95%</b>	41.03%	7.69%	15.38%	Inicio
11	17.95%	<b>58.97%</b>	12.82%	5.13%	5.13%	
12	23.08%	15.38%	23.08%	<b>17.95%</b>	20.51%	
10	48.72%	<b>28.21%</b>	20.51%	2.56%	0.00%	piloto
11	0.00%	<b>87.18%</b>	7.69%	5.13%	0.00%	
12	38.46%	23.08%	17.95%	<b>20.51%</b>	0.00%	

En la pregunta diez hay un 10% de incremento en la respuesta correcta, sin embargo el inciso I tiene la mitad de las respuestas incorrectas, esto nos hace pensar en revisar tanto la actividad como la pregunta, para poder encontrar en donde es que hay que mejorar. Para la pregunta once si hay un incremento del 30% es decir, prácticamente el 90% de los alumnos conocen el concepto de energía de activación. La pregunta doce tiene un porcentaje muy bajo de respuestas correctas, aun cuando subió el 3%, el inciso I tiene 40% de las respuestas, debido a que este inciso relaciona la entalpia con la temperatura podemos suponer que es un error conceptual no de entalpia, sino de temperatura y calor. En general los porcentajes altos de respuestas incorrectas nos indican que hay que revisar las actividades y las preguntas de la evaluación para poder detectar los posibles errores y hacer las correcciones necesarias para mejorar el trabajo.

# CAPITULO V

## Conclusiones y áreas de oportunidad

---

En este capítulo presentamos las conclusiones a las que hemos arribado con base en el análisis bibliográfico y de los datos experimentales obtenidos a través de las diferentes etapas de diseño, aplicación, seguimiento y evaluación de los grupos de trabajo. El análisis de los resultados evidencia información interesante que permite conocer la pertinencia de la propuesta didáctica.

Con base en el análisis de los libros recomendados por la ENP, encontramos que: R. Chang y T. Brown son ambos, libros que se usan frecuentemente en el nivel profesional, los contenidos de estos libros resulta demasiado elevado y por tanto poco comprensibles para los estudiantes de bachillerato. Exhortamos que colegiadamente se pueda generar una nueva bibliografía más accesible para la consulta de los alumnos, en caso necesario recomendamos se manifieste explícitamente a los alumnos que la consulta de estos libros se debe hacer después de revisar el tema en clase o con la asesoría del docente.

También se encontró que los libros Zundhall y Zarraga no tienen conceptos definidos, el tratamiento de trabajo, calor, energía o reacción química resulta insuficiente para que los alumnos lo consulten como única fuente de información. Se exhorta a los profesores a que enfatizen con los alumnos que es benéfico consultar más de una bibliografía para poder construir los conceptos que le permitan comprender integralmente los temas. Como producto final del análisis bibliográfico se proponen definiciones de los conceptos termodinámicos que se consideran pueden ayudar en la aplicación de esta propuesta didáctica (cuadro 3.6).

El análisis general de resultados de las evaluaciones, sugieren que las preguntas nueve y catorce generan información no relevante y poco clara. Esta apreciación condujo a que se eliminaran del análisis por pregunta. Se propone considerar en la redacción de las preguntas un lenguaje más sencillo y cercano a los estudiantes.

En cuanto a las evaluaciones de inicio, estas proporcionaron información sobre algunas de las concepciones alternativas de los estudiantes, la gráfica 4.1 indica que los grupos piloto y control tienen CA similares, las cuales también concuerdan con las reportadas en la literatura. (Cuadros 2.3.1 y 2.3.2)

Para el tema de lenguaje y sistemas termodinámicos las evaluaciones de cierre sugieren que la propuesta didáctica puede ayudar a los alumnos en la comprensión de los conceptos relacionados con este tema. La evaluación de cierre para el grupo piloto tiene 94.9 % de aciertos, mientras que el grupo control tiene el 73.5 %.

Como era de esperar, las CA relacionadas con calor, temperatura y equilibrio térmico están presentes en los estudiantes, y también resultan las más difíciles de “abandonar”. Los resultados de la evaluación final para las preguntas (2, 3, 4 y 5) que trataban estas CA, tienen frecuencias de aciertos muy bajas, aun cuando se trabajaron con las actividades didácticas propuestas (cuadro 4.14).

Con relación al equilibrio térmico (cuadro 4.14) los resultados aluden a que el problema está en que los alumnos no logran identificar al ambiente como el otro sistema termodinámico en equilibrio con el sistema en estudio, así que, se propone que el profesor explicita y explique con los alumnos esta situación.

Los resultados también sugieren que la sinonimia calor-temperatura prevalece y que el calor se sigue conceptualizando como una propiedad de los sistemas. Para las evaluaciones de cierre aumentó en 10% los alumnos que tuvieron acertada la pregunta relacionada a este concepto, pasó de 41% en las evaluaciones de inicio a 51% en las de cierre.

Para el concepto de energía interna, los resultados parecen indicar que la actividad propicia que los alumnos hagan la diferencia entre calor y energía interna (cuadro 4.15). El porcentaje de respuestas correctas en las preguntas relacionadas (6,7 de la evaluación) subió del 46% al 87%, es decir casi lo doble de aciertos.

En el tema de la primera ley de la termodinámica observamos que el 90% de los alumnos del grupo piloto contestan correctamente la evaluación de cierre, mientras que el grupo control sólo tuvo el 60 % de aciertos, es decir se incrementó en 50 el número de

aciertos, estos datos pueden sugerir que la actividad propuesta, favorece la construcción de los conceptos relacionados a este tema (energía interna, calor, trabajo).

El análisis para el tema de entalpía no indica un resultado que se considere útil para la valoración de la propuesta didáctica. Se detectó que la evaluación no puntualizó en lo que la actividad conceptualizaba. Se propone modificar la actividad con la finalidad de trabajar el concepto de energía de activación, también se propone redactar con un lenguaje más claro y cercano a los alumnos las preguntas relacionadas con la entalpía.

La diferencia en el porcentaje de preguntas contestadas correctamente en la evaluación final, entre alumnos que trabajaron de forma tradicional y alumnos que lo hicieron con la propuesta didáctica, sugiere que la propuesta funciona en términos de aprovechamiento escolar. Los alumnos que han estudiado con la didáctica propuesta contestan mejor la evaluación final, se incrementa poco más del 50% la frecuencia de respuestas correctas, comparada con los alumnos que lo realizaron sin hacer uso de los actividades planteadas (gráfica 4.2).

La propuesta diseñada y presentada en este trabajo puede favorecer que los alumnos generen habilidades de pensamiento científico ya que en cada una de ellas se propician la discusión, el análisis de resultados la generación e interpretación de gráficas, etc., todos estos elementos necesarios para reforzar las estructuras cognitivas necesarias para ingresar a los niveles de educación superior, pero también los acerca, a los procedimientos y quehaceres de la actividad científica profesional.

Con base en los resultados de esta investigación se han detectado varios cambios necesarios en la propuesta didáctica, primero, hacer los cambios necesarios (redacción, claridad en el lenguaje) en las preguntas de los cuestionarios de evaluación para que puedan proporcionar información útil didácticamente hablando.

También es importante tener cuidado en no reforzar CA, es decir, en este trabajo se pudo observar que los alumnos dejaron de pensar que todos los sistemas estaban a 25°C, sin embargo se puede pensar que se propició la idea de que los sistemas “poseían calor”, las respuestas incorrectas asociadas a esta concepción alternativa subieron 15% (cuadro 4.13) así que, se debe cuidar la actividad para no pasar de una CA a otra.

Las cinco actividades propuestas se hicieron para una unidad de la materia de fisicoquímica, sin embargo, se sugiere que se reelaboren las actividades y se puedan trabajar los temas básicos (calor, temperatura y equilibrio térmico) como Secuencias de Enseñanza Aprendizaje

Otra área que consideraríamos pertinente mejorar, es la actividad para reacciones exo y endotérmicas. Aun cuando la experiencia de cátedra resulta novedosa para los alumnos y pueden decir con facilidad que las reacciones se “calientan” o “enfrian”, los estudiantes no tienen claro los conceptos termodinámicos asociados a este fenómeno. Se considera que el uso del lenguaje científico apropiado por parte del profesor desde el inicio del curso es importante para poder mejorar la comprensión y construcción de los conceptos en los alumnos.

En cuanto a los documentos para el profesor, aun cuando se dan pautas y consejos educativos para bien llevar las didácticas, se considera importante mencionar que la implementación de nuevas formas de trabajo en el aula, generalmente no son bien recibidas por los laboratoristas y personal administrativo del cual dependemos como docentes, pues se piensa que les generará inconvenientes. Parece pertinente señalar que el trabajo colegiado no sólo debe hacerse con los departamentos de área, sino también incluir a los laboratoristas para poder mostrar cómo se puede trabajar, y señalar que son importantes en la ejecución las nuevas dinámicas y estrategias de clase.

Para finalizar, sabemos que este tipo de trabajos no son frecuentes en la ENP (sólo hay dos trabajos reportados de temas de termodinámica en MADEMS), pensamos que vale la pena trabajar en la construcción de nuevas didácticas que permitan cambiar la manera y motivar la mejora en la “impartición” de clase dentro del sistema de educación media superior. Aun cuando ya se han manifestado las áreas de oportunidad de esta investigación, es importante decir que este tipo de trabajo puede incidir de forma positiva en la construcción de pensamiento y habilidades de tipo científico.

# BIBLIOGRAFIA

---

- AUSUBEL, D.P., NOVAK, J.D. y HANESIAN, H., *Psicología Educativa*, Trillas, México, 1983
- BROWN, THEODORE L. Y LEMAY, H. EUGENE. (2004) *Química, La Ciencia Central*, 9a edición. Prentice Hall Hisp, México.
- CAMPANARIO, J. M. y MOYA, A. (1999). *¿Cómo enseñar ciencias? Principales tendencias y propuestas*. Enseñanza de las Ciencias **17**(2), 179-192.
- CARAVITA, S y HALLDEN, O (1994). *Re-framing the problema of conceptual change*. Learning and Instruction, 4 (1), 89-111
- CCADET, *Ideas previas*. Última visita mayo 2016. Disponible en <http://www.ideasprevias.ccadet.unam.mx:8080/ideasprevias/preconceptos.htm#cambio> .
- CARRASCOSA, J. (1987). *Tratamiento didáctico, en la enseñanza de las ciencias, de los errores conceptuales*. Tesis doctoral. Valencia: Server de Publicacions de la Universitat de València.
- CHANG, RAYMOND. (2003) *Química*, Mc Graw Hill, 7a edición, Colombia.
- DE CUDMANI, L. C., PESA, M. y SALINAS, J. (2000) *Hacia un modelo integrador para el aprendizaje de las ciencias*. Enseñanza de las ciencias; 18 (1), 3-13.
- DISESSA, A. (1993) *Towards an epistemology of physics*. Cognition and instruction, 10(2-3), 105-225.
- DRIVER, R y SCOTT, P. H. (1986). *Curriculum development as research: a constructivist approach to science curriculum development and teaching*. En D. Treagust, R. Duit y B. Fraser (editores), *Improving Teaching and Learning in Science and Mathematics*. Nueva York: Teachers College Press. Pp. 94–108.
- EDWARDS, M., GIL, D.; VILCHES, A. y PRAIA, J. (2004), *La atención a la situación del mundo en la educación científica*, Enseñanza de las Ciencias **22**(1), 47-64.

ENGEL CLOUGH, E. & DRIVER, R. (1985). *Secondary students' conceptions of the conduction of heat: bringing together scientific and personal views*. *Physics Educations*, 20 (4),176-182.

ESCUELA NACIONAL PREPARATORIA (1996), *Planes y programas de estudios*. Disponible en: [dgenp.unam.mx/planesdeestudio/](http://dgenp.unam.mx/planesdeestudio/)

FERNÁNDEZ, I., GIL, D., VILCHES, A., VALDÉS, P., CACHAPUZ, A., PRAIA, J. y SALINAS, J. (2003). *El olvido de la tecnología como refuerzo de las visiones deformadas de la ciencia*, Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias 2 (Nº Especial).

FURIÓ, C. (1996); *Las concepciones alternativas del alumnado en ciencias: dos décadas de investigación. Resultados y tendencias*. Alambique, didáctica de las ciencias experimentales. (7), 7-17.

FURIÓ-GÓMEZ, C.; SOLBES, J., FURIÓ-MAS, C.. (2007). *La historia del primer principio de la termodinámica y sus implicaciones didácticas*. Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, vol. 4, núm. 3.

GIL, D., MARTÍNEZ-TORREGROSA, J., RAMÍREZ L., DUMAS-CARRÉ, A., GOFFARD, M. Y PESSOA, A. M. (1994) *Un niño subido a un monopatín se desliza por una pendiente y continua después por un tramo horizontal que termina en un obstáculo: ¿De cuánto tiempo dispone el niño para saltar del monopatín si no quiere golpearse contra el obstáculo? : un ejemplo de tratamiento de situaciones problemáticas abiertas*. Didáctica de las ciencias experimentales y sociales Valencia 1994, 8; 97-108

GIL, D., FURIÓ, C., VALDÉS, P., SALINAS, J., MARTÍNEZ-TORREGROSA, J., GUIASOLA, G., GONZÁLEZ, E., DUMAS-CARRÉ, A., GOFFARD, M. Y PESSOA, A. M. (1999). *¿Tiene sentido seguir distinguiendo entre aprendizaje de conceptos, resolución de problemas de lápiz y papel y realización de prácticas de laboratorio?* Enseñanza de las Ciencias 17(2), 311-320.

HODSON DERECK, (1994), *Hacia un enfoque más crítico del trabajo del laboratorio*, Enseñanza de las ciencias; 12 (13), 299-313

INEGI (2011) *Perspectiva estadística México*.

JIMÉNEZ-ALEIXANDRE M.P., SANMARTÍ N., (1997), ¿Qué ciencia enseñar?: Objetivos y contenidos de la educación secundaria. En L. del Carmen (ed) *Cuadernos de Formación del Profesorado de Educación Secundaria: Ciencias de la Naturaleza*. Barcelona: Horsori

KUHN, T.S. (1971). *The Structure of Scientific Revolutions*, Chicago, University of Chicago Press, 1970. En español, *La Estructura de las Revoluciones Científicas*, Fondo de Cultura Económica, México.

LIJNSE, P. (1995). *Developmental Research as a way to an empirically based 'Didactical Structure' of science*. *Science Education*, 79, 2, 189-199.

MARTÍNEZ, G. P. (2007), *Estilos de aprendizaje*. En *Aprender y enseñar: Los Mensajeros*, España

MEDINA, S. R. (2001), *La ciencia y la tecnología y su relación con la educación media*. *Educación Química*. Vol. 12 No. 4, octubre-diciembre de pp. 2040-247.

MÉHEUT, M. AND PSILLOS, D. (2000). *Designing and validating Teaching-learning sequences: in a research perspective*. Peper presented at the International Symposium. Paris.

MÉHEUT, M. AND PSILLOS, D. (2004). *Teaching-learning sequences: aims and tools for science education research*. *International Journal of Science Education*, 16, 515-535.

NOVAK, J. (1977). *A Theory of education*. Cornell: University Press. (Trad. cast. De C. del Barrio y C. González: *Teoría y práctica de la educación*. Ed. Alianza, Madrid, 1982.

PADILLA-MARTINEZ K. *Evolución Histórica del Concepto de Entropía y sus implicaciones en la enseñanza*. En *Historia y filosofía de la química, aportes para la enseñanza*, coordinador, José Antonio Chamizo. Siglo XXI editoes, 2010.

PEDREROS-MARTÍNEZ R. I., (2014), *Modos de pensar y hablar sobre el equilibrio térmico: significados y contextos de uso en las ciencias de la naturaleza*, *Tecné, episteme y didaxis*: revista de la Facultad de Ciencia y Tecnología, ISSN 0121-3814, Nº. 35, 2014, págs. 113-132

PFUNDT, H and DUIT, R (1993). Bibliography: Students' alternative frameworks and science education. Kiel Alemania: INP at the University of Kiel.

PINTÓ, R. (1991) *Algunos aspectos implícitos en la primera y segunda ley de la termodinámica: una aportación al estudio de las dificultades de su aprendizaje*. Tesis (Doctoral) - Universitat Autònoma de Barcelona, Barcelona, España.

POSNER, G. J., STRIKE, K. A., HEWSON, P. W. and GERTZOG, W. A. (1982). Accomodation of a Scientific Conception: Toward a Theory of Conceptual Change, *Science Education* **66**(2), 211-227.

POZO; J.I. (1999), *Sobre las relaciones entre el conocimiento cotidiano de los alumnos y el conocimiento científico: del cambio conceptual a la integración jerárquica*. Enseñanza de la ciencias n° extra, 15-29.

POZO; J.I., GÓMEZ-CRESPO M.A., (2004), *Aprender y enseñar ciencia*. Ediciones Morata. Madrid.

RODRÍGUEZ M. (1999); *Conocimiento previo y cambio conceptual*; Aique, Buenos Aires.

ROGOFF, B., GARDNER, W., (1984), *Adult Guidance of Cognitive Development* en B. Rogoff y J. Lave (Eds), *Everyday Cognition: Its Development in Social Context*. Cambridge, M.: Harvard University Press.

SANMARTÍ, V. Y ALIMENTI, G., (2004) *La evaluación refleja el modelo didáctico: análisis de actividades de evaluación planteadas en clases de química*. *Revista de Educación química*. Vol (14) 2. pp 120- 128.

SÖZBILIR, M. y BENNETT, J. M., (2007), *A study of turkish Chemistry undergraduates' understandings of entropy*. *Journal of Chemical Education*, 84(7), 1204–1208.

THOMAS, P.L., (1997), *Student conceptions of equilibrium and fundamental thermodynamic concepts in college physical chemistry*. PhD Dissertation, University of Northern Colorado, Greeley, Colorado, USA. UMI # 9729078 (Ann Arbor, MI: UMI).

THORNBURG, D.D., (1991), *Edutrends 2010 Restructuring, technology, and the future of education*; Thornburg and Starsong Publications; USA

TOULMIN, S., R. RIEKE Y A. JANIK, (1984), *An Introduction to Reasoning* Macmillan Publishing Co, Nueva York.

YAGER, R. E. Y PCNICK, J. E. (1983) *Analysis of the current problems with school science in the USA*. European Journal of Science Education, vol. 5, págs. 463-459.

VÁZQUEZ-ALONSO, A, ACEVEDO-DÍAZ, J. A., y MANASSERO MAS M. A (2005) Más allá de la enseñanza de las ciencias para científicos: hacia una educación científica humanística *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*., Vol. 4 N° 2

VILCHES, A y FURIÓ C. (1999) *Ciencia tecnología y sociedad: Sus implicaciones en la educación científica de siglo XXI*. La Habana: Academia

WANDERSEE, J. H., MINTZES, J. J. and NOVAK, J. D., (1994) *Research on Alternative Conceptions in Science*. In D. GABEL (Ed.), *Handbook of Research on Science Teaching and Learning*, New York, Macmillan, pp. 177-210

ZÁRRAGA SARMIENTO JUÁN C. Y VELÁZQUEZ VILLA IDALIA, (2004), *Química Bachillerato*, Mc Graw Hill, 1ª edición México.

ZUMDAHL, STEVAN, (2007) *Fundamentos de Química* Mc Graw Hill Interamericana, 5ª edición, México.

# ANEXO 1

---

## MATERIALES PARA EL ALUMNO

Los materiales aquí presentados son las hojas de trabajo que los alumnos deben trabajar en el aula o a consideración del profesor para trabajo en casa. A continuación presentamos una tabla general de ubicación de actividad para cada tema.

<b>Número de la actividad</b>	<b>Nombre de la actividad</b>	<b>Tema</b>	<b>Código de la actividad</b>
<b>1</b>	<b>Actividad diagnóstica</b>		E-1
<b>2</b>	<b>La lengua que todos hablamos</b>	Leguaje termodinámicos	HT 1.1 HT 1.2
<b>3</b>	<b>El camino sí importa</b>	Función de estado y trayectoria	HT 2.1
<b>4</b>	<b>Hace calor aquí</b>	Calor y temperatura	HT 3.1 HT 3.2 HT 3.3
<b>5</b>	<b>No se crea ni se destruye...</b>	Primera ley de la termodinámica	HT 4.1 HT 4.2
<b>6</b>	<b>Huy. ¡Está caliente!</b>	Reacciones exotérmicas y endotérmicas	HT 5.1 HT 5.2
<b>7</b>	<b>Actividad de cierre</b>		E-1

## HT 1.1 La lengua que todos hablamos

Fecha \_\_\_\_\_

Nombres de los integrantes del equipo: \_\_\_\_\_

Con base en el experimento elaborado por el profesor llenen la siguiente tabla:

<b>Material del vaso</b>					
<b>Predicción a cerca de la temperatura del agua después del tiempo de espera (20 min.)</b>					
<b>¿Por qué piensan esto?</b>					
<b>Temperatura del agua después del tiempo de espera (20 min.)</b>					
<b>Concuerdas con lo esperado. Si/No. ¿Por qué?</b>					
<b>¿Qué tipo de frontera tiene el sistema?</b>					
<b>¿Qué tipo de interacción puede tener este sistema con los alrededores?</b>					
<b>¿Qué tipo de sistema es?</b>					

## HT 1.2 La lengua que todos hablamos

Fecha\_\_\_\_\_

Nombres de los integrantes del equipo: \_\_\_\_\_

Instrucciones: Llenen la siguiente tabla con la información necesaria. Además de dar la respuesta a la pregunta de cada columna, contesten ¿Por qué piensan que es la respuesta correcta?

Descripción del sistema	¿Qué tipo de fronteras tiene?	Qué tipo de interacción puede tener este sistema con los alrededores?	¿Qué tipo de sistema es?
<b>Una olla “express” en calentamiento.</b>			
<b>Un foco encendido</b>			
<b>Un pistón en un motor</b>			
<b>Una Célula</b>			

<b>Un termo con café caliente</b>			
<b>Un cerillo encendido</b>			
<b>Un termómetro en uso</b>			
<b>Un refrigerador</b>			
<b>Una lámpara de luz blanca</b>			
<b>Un motor eléctrico en funcionamiento.</b>			

Nombres de los integrantes del equipo:

---

---

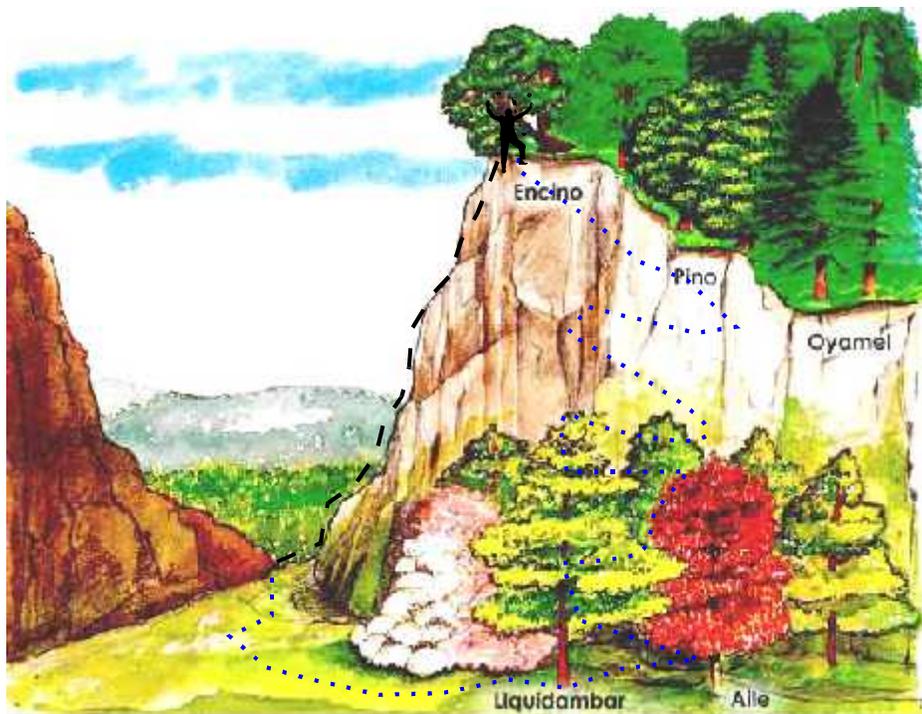
Se trabajará con equipos de 2 o 3 alumnos. Lean la información que se les da en este documento, después observen y analicen los dibujos y finalmente contesten las preguntas.



### Introducción.

La termodinámica estudia el calor y la interconversión de éste en otras formas de energía como la mecánica. La termoquímica es una parte de la termodinámica y estudia la relación que existe entre la energía en forma de calor y las transformaciones químicas.

En la termodinámica se examinan, los cambios en los estados de un sistema, que se define por los valores de todas sus propiedades macroscópicas importantes, por ejemplo, la energía, la temperatura, la presión y el volumen. Se dice que la presión y la temperatura son **funciones de estado**, propiedades determinadas por el estado del sistema. independientemente de cómo esa condición se haya alcanzado. En otras palabras, cuando cambia el estado de un sistema, la magnitud del cambio de cualquier función de estado depende únicamente del estado inicial y final del sistema y no de cómo se efectuó el cambio. De forma contraria las funciones de trayectoria dependen de cómo el proceso se lleve a cabo.



### Contestar:

- ¿La distancia que recorre el campista depende de la ruta que tomo para llegar a la cima? \_\_\_\_\_.

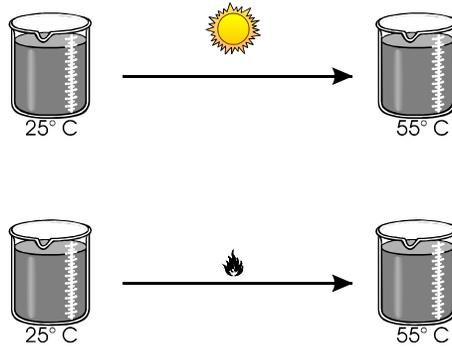
Esto nos indica que la distancia es una función de \_\_\_\_\_ por lo que depende de \_\_\_\_\_.

- ¿El calor que el campista genera en subir la montaña depende de la ruta que tomó al escalar? \_\_\_\_\_  
¿Porqué? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_, entonces se puede decir que la energía en forma de calor es una función de \_\_\_\_\_.

- ¿El trabajo que hace el campista depende de la ruta que tomo para llegar a la cima? \_\_\_\_\_.

Gastar diferente cantidad de trabajo según la ruta tomada nos indica que el trabajo es una función de \_\_\_\_\_.

Observa el siguiente esquema y contesta las preguntas



### Contestar:

- ¿Cuál es la temperatura final del agua en ambos vasos de precipitado?  
\_\_\_\_\_.
- ¿Tiene importancia el proceso por el cual llegamos a esta temperatura, o lo que es importante es que el agua alcance la temperatura requerida? \_\_\_\_\_.
- ¿Por qué? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_, se puede decir entonces, que la temperatura de un sistema es una función de \_\_\_\_\_, que no depende de \_\_\_\_\_.



### Concluir:

- ¿Cuáles de las variables que se han mencionado dependen de la trayectoria del proceso?  
\_\_\_\_\_.
- La temperatura es función de \_\_\_\_\_ pues no dependen del camino o proceso por el cual adquieren la nueva condición
- En sus propias palabras proporcionen una definición de función de estado y una función de trayectoria.

Nombres de los integrantes del equipo:

---

Se trabajará con equipos de 3 o 4 alumnos. Es importante coordinarse para poder registrar los datos lo más rápido posible.

**Experimento:***Materiales y Reactivos:*

- ❖ 3 vasos de unicel
- ❖ Agua de la llave
- ❖ 2 termómetros (0-100°C)
- ❖ 1 probeta de 100 mL
- ❖ Parrilla de calentamiento.

1. Numerar los vasos de unicel.
2. Verter 150 mL de agua de la llave en el vaso 1.
3. Agregar al vaso 2 la mitad del agua del vaso 1 y medir la temperatura del agua de cada uno de los vasos.
4. Ahora verter la mitad del agua del vaso 2 en el vaso 3 y medir la temperatura del agua en ambos vasos.
5. Regresar toda el agua al vaso 1 y medir la temperatura.
6. Tirar toda el agua de los vasos.
7. Verter nuevamente 150 mL de agua de la llave al vaso 1 y agregar 75 mL de agua hirviendo. Medir la temperatura de la mezcla.
8. Poner en el vaso dos 75 mL de agua de la llave y agregar 75 mL de agua de agua hirviendo. Medir la temperatura de la mezcla.



**Contestar:**

- ¿Cuál es la temperatura en cada uno de los vasos?  
Vaso 1 \_\_\_\_\_ Vaso 2 \_\_\_\_\_ Vaso 3 \_\_\_\_\_
- Cuando separamos una muestra de agua del vaso 1 ¿La muestra cambia de temperatura? \_\_\_\_\_ ¿Se mantiene igual? \_\_\_\_\_.
- Explica tu respuesta \_\_\_\_\_.
- ¿Cuál es la temperatura del agua, si mezclan el agua de los vasos 1 y 2 y las ponen en el vaso 3? \_\_\_\_\_.
- Realizada la mezcla de agua de los vasos 1 y 2 ¿Cómo es la temperatura del agua en el vaso 3, comparada con los vasos 1 y 2?  
\_\_\_\_\_.
- Explica la respuesta anterior. \_\_\_\_\_

### HT 3.2 Hace calor aquí

Fecha \_\_\_\_\_

Nombres de los integrantes del equipo:

---

---

Se trabajará con equipos de 3 o 4 alumnos. Analicen y completen la siguiente tabla de datos, Son datos de mezclas de agua a temperatura ambiente y agua caliente (no más de 60°)

Agua caliente				Agua Fria			
Masa (g)	Temp. Inicial (C°)	Temp. Final (C°)	Cambio en la Temp. ( T)	Masa (g)	Temp. Inicial (C°)	Temp. Final (C°)	Cambio en la Temp. ( T)
40	52	52		0	0	0	0
40	52	38.5		40	22.5	38.5	
40	52	32		80	22.5	32	
40	52	29		120	22.5	29	
80	52	42		40	22.5	42	
120	52	46		40	22.5	46	
0	0	0	0	40	22.5	22.5	0



#### Contestar:

- ¿Qué puedes decir de los resultados en el cambio de temperatura? ¿Siguen un orden? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_.
- ¿Es posible predecir cual muestra de agua tendrá mayor cambio en la temperatura?  
\_\_\_\_\_.
- Explique la respuesta \_\_\_\_\_.



**Resuelvan:**

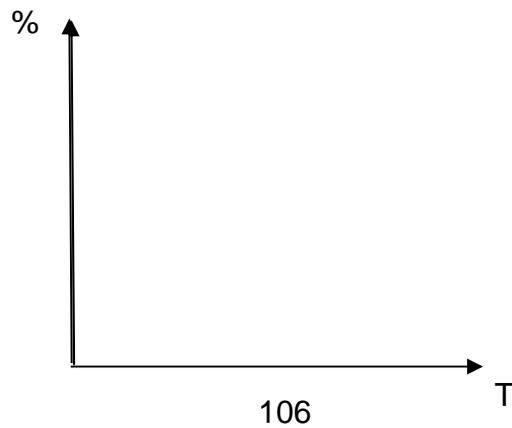
Para cada porcentaje de agua fría respecto al agua caliente con base en la tabla anterior, calcula el cambio en la temperatura ( T )

Porcentaje de agua fría respecto al agua caliente (%)	0	25	33	50	66	75	100
Cambio en la temperatura de la mezcla ( T ) del agua fría							

Ahora, repite el procedimiento anterior para agua caliente.

Porcentaje de agua caliente respecto al agua fría (%)	100	75	66	50	33	25	100
Cambio en la temperatura de la mezcla ( T ) del agua caliente							

Genera dos gráficas de los porcentajes de agua fría y caliente, contra el cambio en la temperatura poner el valor absoluto de ( T ).





### Contestar:

- ¿Es posible predecir con base en las gráficas que se construyeron, cuál será el cambio en la temperatura de la mezcla? Sustenta la respuesta explicando cómo utilizarías las gráficas.
- Se tienen diez litros de agua a temperatura ambiente  $25^{\circ}\text{C}$  y le agrego 3.3 litros de agua hirviendo ¿Cuál es la temperatura de la mezcla?
- Rosy después de bailar por horas y horas, llegó muy cansada a su casa y decidió darse un baño de pies, así que puso a calentar agua, después de muchos intentos para mezclar el agua hirviendo y el agua fría y obtener una temperatura agradable a sus pies, se dio cuenta de que sólo necesitaba cuatro litros de agua en su tina y que la temperatura ideal para sus pies eran  $38^{\circ}\text{C}$  ¿Cuánto agregó de agua hirviendo y cuanto de agua a  $25^{\circ}\text{C}$ ?

Nombres de los integrantes del equipo:

---

---

Trabajen en equipo de 2 o 3 personas y discutan sobre los siguientes diálogos, en caso de no ponerse de acuerdo escriban las dos posturas y justifiquen cada una de ellas.



**Discutir:**

Caso 1

Un vaso de plástico con agua y con hielos se ha puesto enfrente de dos estudiantes, después de 10 minutos los estudiantes se ponen a discutir sobre la temperatura del agua en el vaso, dando los siguientes argumentos:

Pedro argumenta que: Es hielo está más frío que el agua, cuando pongo mi dedo en el agua está muy fría, pero si agarro un pedazo de hielo se siente mucho más frío, así que el hielo está mucho más frío que el agua ¿verdad?

Isabel contesta: ¡Estás mal!, sabemos que el agua y el hielo están a la misma temperatura. Cuando dos objetos están en contacto por un tiempo ellos tienen la misma temperatura.



**Contestar:**

¿Están de acuerdo con Pedro o con Isabel o con ninguno de los dos? Argumenten la respuesta:

---

---

---

## Caso 2

Considera y analiza el siguiente diálogo entre dos estudiantes:

- Hugo dice: Cuando agua caliente y agua fría se mezclan, algo de la temperatura del agua caliente, va hacia el agua fría, hasta que ambas se encuentran en la temperatura de equilibrio.
- Juan contesta: ¡No!, lo que sucede es que el agua fría eleva su temperatura porque hay intercambio de energía en forma de calor, hasta llegar a la temperatura de equilibrio. Los grados no van y vienen de ningún lado.



**Contestar:**

¿Qué pueden decir de la aseveración de Hugo? Si están de acuerdo justifiquen la respuesta. Si no están de acuerdo, ¿Cuál es la razón de que Juan esté correcto?

---

---

---

Nombres de los integrantes del equipo:



### Experimentar:

Se trabajará con equipos de 3 o 4 alumnos. Es importante coordinarse para poder registrar los datos lo más rápido posible.

#### Materiales y Reactivos:

- Viruta de cobre (fina)
- 2 vasos de unicel (pequeño)
- Cinta de contacto.
- Termómetro graduado (0-100°)

#### Procedimiento:

1. Llenen uno de los vasos con viruta de cobre, hasta aproximadamente tres cuartos del vaso.
2. Con el otro vaso, tapen el vaso que contiene la viruta, de tal forma que compongan una sonaja. Unan con cinta de contacto para que quede fijo y no se salga el cobre
3. Hagan una pequeña perforación en uno de los fondos del vaso para poder introducir el termómetro, métenlo en el cobre y esperen aproximadamente 10 minutos hasta que la temperatura se mantenga constante.
4. Después del tiempo de espera, saquen el termómetro y registren la temperatura del termómetro.



**Discutir:**

¿Cómo esperan que sea la temperatura del cobre con respecto a la temperatura ambiente?

---

---

¿Por qué?

---

Continuación del procedimiento:

5. Tapan la perforación con cinta de contacto, agiten fuertemente el vaso durante 10 minutos.
6. Mientras agitan el vaso contesten las siguientes preguntas.



**Discutir:**

¿Qué esperan que suceda con el cobre dentro del vaso? \_\_\_\_\_

---

---

¿En qué basan su predicción? \_\_\_\_\_

---

Continuación del procedimiento:

7. Después de la agitación midan la temperatura del cobre dentro del vaso y registren sus datos.



**Contestear:**

¿Cómo fue la temperatura del cobre después de la agitación?

---

¿A qué se debe el cambio en la temperatura del sistema?

---

Si los vasos no fueran de unicel, fueran de metal o plástico delgado ¿Cómo sería la temperatura final del sistema?

---

¿Por qué?

---

Cuando se está agitando el vaso se está proporcionando \_\_\_\_\_ al sistema, esto provoca que las virutas de cobre tengan interacción mecánica entre si, y provoquen un aumento en la \_\_\_\_\_ y en la \_\_\_\_\_.

Nombres de los integrantes del equipo:

---

---

Trabajen en equipo de 3 o 4 personas y discutan sobre el siguiente diálogo, en caso de no ponerse de acuerdo escriban las diferentes posturas y justifiquen cada una de ellas.

Consideren y analicen el siguiente dialogo entre dos estudiantes:

*Juan:* Cuando un motor está en funcionamiento, éste aumenta su temperatura porque el trabajo mecánico que hace produce fricción entre los componente del motor, así que hay trasferencia de calor hacia los alrededores.

*Toño:* ¡De ninguna manera! Todos los cuerpos poseen calor, así cuando el motor está en funcionamiento sólo hay más energía en el sistema, por lo tanto más calor.



**Discutir:**

¿Están de acuerdo con Toño, con Juan o con ninguno de los dos? Argumenten la respuesta.

## HT 5.1 Huy. ¡Está caliente

Fecha \_\_\_\_\_

Nombres de los integrantes del equipo:

---

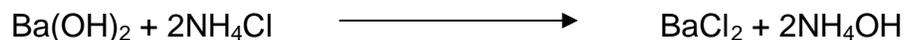
---



### Experimentar:

Esta actividad se trabaja con tres o cuatro alumnos. Por los peligrosos de los reactivos el profesor hará una experiencia de cátedra.

Las reacciones que se llevan a cabo están descritas abajo, completa las frases poniendo las palabras correctas en la línea indicada.



### Predecir:

La reacción de hidróxido de bario con cloruro de amonio es una reacción con entalpía \_\_\_\_\_ por lo tanto es una reacción \_\_\_\_\_.

Lo anterior no lo puedo saber con sólo ver la ecuación química

Cuando se combinan el sodio metálico con el agua se produce una reacción \_\_\_\_\_, pues la entalpía de la reacción es \_\_\_\_\_.



**Discutir:**

Elaboren una definición de reacción endotérmica y exotérmica en la que se incluya el concepto \_\_\_\_\_ entalpía

---

## HT 5.2 Huy. ¡Está caliente

Fecha \_\_\_\_\_

Nombres de los integrantes del equipo:

---

---

Trabajen en equipo de 3 o 4 personas y discutan y resuelvan los siguientes problemas. Calculen la entalpía de reacción a partir de las entalpías de formación de los productos y de los reactivos de ambas reacciones mediante la ecuación:

$$H_r = H_{\text{prod}} - H_{\text{reac}}$$

Y de los valores de entalpías de formación<sup>3</sup> que se proporcionan en la siguiente lista

Compuesto	Entalpías de formación en kJ/mol
Ba(OH) <sub>2</sub>	-994.28
NH <sub>4</sub> Cl	-315.39
BaCl <sub>2</sub>	-860.1
NH <sub>4</sub> OH	-362.74
Na <sup>+</sup>	0
H <sub>2</sub> O	-25.8
H <sub>2</sub>	0
NaOH	-469.6



**Resuelvan:**

Reacción endotérmica:

Resultados:  $H_r$  \_\_\_\_\_ kJ/mol

<sup>3</sup> Tomados de CHANG, R. *Química*, Ed. Mc Graw Hill, séptima edición, Colombia 2003.



**Resuelvan:**

Reacción exotérmica

Resultados:  $H_r$  \_\_\_\_\_ kJ/mol

Ya se han hecho cálculos para una mol de compuesto, ahora hagan los cálculos para las cantidades de compuesto que utilizamos en los experimento, recuerda que sólo tienen que convertir los gramos de los reactivos en moles y hacer una proporción con el resultado anterior.

Las cantidades que utilizamos en el experimento son:

- ✓ 16 g de hidróxido de bario octahidratado  $Ba(OH)_2 \cdot 8H_2O$
- ✓ 5.5 g de cloruro de amonio  $NH_4Cl$
- ✓ 1 g sodio metálico
- ✓ 20 g de agua.



**Resuelvan:**

Reacción exotérmica

¿Cuántas moles de  $Na^\circ$  se tienen en 1 g?

¿Cuántas moles de agua se tienen en 20 g?

Cuánta energía en forma de calor nos produjeron los gramos de  $Na^\circ$  y agua que utilizamos en nuestro experimento:  $H_r$  \_\_\_\_\_ kJ/mol



**Resuelvan:**

Reacción endotérmica

¿Cuántas moles de  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  se tienen en 16 g?

¿Cuántas moles de  $\text{NH}_4\text{Cl}$  se tienen (o hay) en 5.5 g?

Cuanta energía en forma de calor nos produjeron los gramos de  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  y de  $\text{NH}_4\text{Cl}$  (puedes hacer la pregunta sólo con base en uno de ellos) que utilizamos en nuestro experimento:  $H_r$  \_\_\_\_\_ kJ/mol

## EVALUACIÓN E-1

### QUÍMICA IV ÁREA I EVALUACIÓN PARA LA UNIDAD UNO

#### HOJA DE PREGUNTAS

**1. En un sistema termodinámico, que característica permite clasificarlos en abiertos cerrados o aislados:**

- I) El tipo de pared o frontera que posee.
- II) La energía que contiene el sistema.
- III) Los alrededores del sistema.
- IV) La forma y tamaño del sistema.
- V) No sé

**2. Asociamos la existencia de calor:**

- I) A cualquier cuerpo, pues todo cuerpo posee calor.
- II) Sólo a aquellos cuerpos que están “calientes”.
- III) A situaciones en las cuales ocurre, necesariamente, transferencia de energía.
- IV) A objetos que se encuentran a una temperatura mayor de 25°C.
- V) No sé

**3. En el interior de una habitación que no haya sido calentada o refrigerada durante varios días:**

- I) hay más calor en los objetos de metal que en los de otros materiales.
- II) la temperatura de los objetos de metal, de las mantas y de los demás objetos es la misma.
- III) ningún objeto presenta temperatura.
- IV) la temperatura de los objetos de metal es inferior a la temperatura de los objetos de madera.
- V) No sé

**4. Dos cubos metálicos A y B son colocados en contacto. A está más “caliente” que B. Ambos están más “calientes” que el ambiente. Al cabo de un cierto tiempo la temperatura final de A y B será:**

- I) igual a la temperatura ambiente,
- II) igual a la temperatura inicial de B,

III) igual a la temperatura de A

IV) un promedio entre las temperaturas iniciales de A y B

V) No sé

**5. Considere dos esferas idénticas, una en un horno caliente y la otra en un congelador. Básicamente, ¿qué diferencia hay entre ellas inmediatamente después de sacarlas del horno y de la heladera respectivamente?**

I) No hay diferencia, las dos tiene la misma cantidad de calor.

II) La temperatura de cada una de ellas.

III) Una de ellas contiene calor y la otra no.

IV) La cantidad de calor contenida en cada una de ellas.

V) No sé

**6. ¿Qué cambia cuando una cantidad de agua que ya está hirviendo pasa, por ebullición, a estado de vapor?**

I) Su energía interna.

II) El calor contenido en ella.

III) Su temperatura.

IV) Calor y temperatura del agua

V) No sé

**7. La energía interna de un sistema, como una propiedad de estado, está asociada con:**

I) Calor.

II) Energía cinética de átomos o moléculas.

III) Energías potenciales de átomo o moléculas.

IV) Temperatura de átomos o moléculas.

V) No sé

**8. Un sistema aislado que contiene arena adentro, se agita fuertemente, después de un determinado tiempo la arena en el interior:**

I) Posee más calor que antes de la agitación.

II) Disminuye la energía interna y aumenta la temperatura.

III) Se mantiene en las mismas condiciones que antes de la agitación.

IV) Aumenta la energía interna y la temperatura de las partículas de arena.

V) No sé

**9. Cuando el trabajo impuesto a un sistema genera interacción mecánica entre las partículas del interior, se genera un incremento en la energía interna y en la temperatura, es decir toda la energía del sistema se conserva. ¿La situación anterior sucede en un sistema de tipo?**

I) Abierto, porque así podemos intercambiar energía mecánica por energía en forma de calor.

II) Aislado, pues no permite interacciones energéticas y ni de masa con el universo.

III) Cerrado, solo así el trabajo se transforma en energía.

IV). En cualquier tipo de sistema puede ocurrir esta situación ya que no hay intercambio de energía

V) No sé

**10. Una reacción de combustión:**

I) Tiene  $\Delta H$  negativo, porque, la energía de enlace de los reactivos es menor que la energía de enlace de los productos.

II) Tiene  $\Delta H$  negativo, porque, la energía de enlace de los productos es menor que la energía de enlace de los reactivos.

III) Tiene  $\Delta H$  positivo porque, la energía de enlace de los reactivos es menor que la energía de enlace de los productos.

IV) Tiene  $\Delta H$  positivo, porque, la energía de enlace de los productos es menor que la energía de enlace de los reactivos.

V) No sé

**11. Para que las reacciones químicas se lleven a cabo, necesitan una cantidad de energía inicial llamada:**

I) Energía inicial y nos proporciona la energía necesaria para comenzar la reacción.

II) Energía de activación, proporciona la energía indispensable para comenzar la reacción.

III) Energía de activación, es necesario suministrarla antes, durante y al final de la reacción.

IV) Energía inicial, proporciona gran cantidad de energía al inicio de la reacción.

V) No sé

**12. La función entalpía se define como:**

I) Cambios en la temperatura de los productos y los reactivos.

II) Cambios en la energía interna de la reacción.

III) Energía en forma de calor que necesitan los productos para que la reacción se lleve a cabo.

IV) Energía en forma de calor que genera o necesita una reacción química.

V) No sé

**13. Cuando ponemos un clavo de hierro en el agua, éste se oxida con facilidad, ¿Qué función termodinámica nos indica que la reacción procede de forma espontánea?**

I) Entalpía

II) Entropía.

III) La energía libre de Gibbs.

IV) Energía Interna.

V) No sé

**14. Suponga un sistema aislado con paredes flexibles, el cual genera energía debido a que en su interior se producen reacciones exotérmicas, en estas condiciones es probable que el sistema:**

I) Produzca algún tipo de trabajo con los alrededores.

II) Se caliente hasta que las paredes se desintegren y explote.

III) Las reacciones se hagan reversibles y toda la energía generada se consuma en el interior del sistema.

IV) La energía Interna del sistema aumente infinitamente.

V) No sé

**15. La disolución de nitrato de sodio en agua es un proceso endotérmico, sin embargo ocurre de forma espontánea, esto quiere decir que:**

I)  $H$  es positivo y  $G$  es positivo.

II)  $H$  es negativo y  $G$  es positivo.

III)  $H$  es negativo y  $G$  es negativo.

IV)  $H$  es positivo y  $G$  es negativo.

V) No sé

**ESCUELA NACIONAL PREPARATORIA PLANTEL 5**  
**QUÍMICA IV ÁREA I EVALUACIÓN PARA LA UNIDAD UNO**

**Hoja de respuestas**

Nombre del alumno: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

Instrucciones: Señala en la tabla el cuadro correspondiente a la respuesta correcta de cada una de las preguntas del examen. No olvides no señalar respuestas en las hojas del examen.

Pregunta	Incisos				
	I	II	III	IV	V
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					

## CONCEPTOS ÚTILES EN TERMODINÁMICA

CONCEPTO	DEFINICIÓN
Calor	Es el mecanismo a través del cual dos sistemas que interactúan se encuentran a diferente temperatura y en contacto térmico, intercambian energía. La energía siempre va del sistema de mayor temperatura al de menor. Es una función trayectoria.
Temperatura	La temperatura es la variable termodinámica que nos indica cuando dos sistemas se encuentran en equilibrio térmico. Es una función de estado.
Función trayectoria	Es aquella que depende de la trayectoria por el proceso.
Función de estado	Cuando cambia el estado de un sistema, la magnitud del cambio de cualquier función de estado depende únicamente del estado inicial y final del sistema y no de cómo se efectuó el cambio.
Trabajo Trabajo	Es un mecanismo de intercambio de energía entre el sistema y los alrededores. Esta interacción entre el sistema y los alrededores es permitida por paredes flexibles y móviles. Al igual que el calor, el trabajo es una función trayectoria.
Reacción química	Es el proceso mediante el cual las sustancias iniciales, llamadas reactivos, se transforman en sustancias con características y propiedades distintas, que se conocen como productos. Para que esta transformación se produzca, es necesario proporcionar energía de activación, para que se rompan (romper enlaces consume energía) los enlaces que unen a los átomos de las moléculas de los reactivos, e inmediatamente se forman los nuevos enlaces que dan como resultado los productos y la formación de nuevos enlaces, los cuales liberan energía.

## Energía

El concepto de energía es uno de los conceptos centrales de la ciencia. Es importante aclarar a los alumnos que no existe una definición para este concepto, sino que lo conocemos por sus efectos y manifestaciones. Se ha aprendido a transformarla, en una y otra forma, aunque con poca eficiencia, es más, se invierten enormes cantidades de dinero para encontrar energías limpias y seguir transformándola con menos impacto ambiental. Es por ello, que sólo podemos definir a las energías “con apellido”, es decir: energía eléctrica, energía térmica, energía cinética, etc.

## ANEXO 2

---

### Datos para justificar las gráficas.

Para gráfica tres tenemos los siguientes datos:

No de pregunta	Porcentaje de incremento de respuestas correctas para grupo uno o control	Porcentaje de incremento de respuestas correctas para grupo dos o piloto
1	11.39	45.98
2	25.24	28.72
3	36.89	51.28
4	16.50	11.28
5	5.83	4.62
6	1.94	42.74
7	13.59	23.25
8	24.27	31.97
9	42.72	23.25
10	32.04	10.43
11	4.85	31.62
12	34.95	2.74
13	28.16	41.71
14	11.65	26.50
15	0.03	35.38
<b>Promedio del incremento de respuestas correctas</b>	<b>17.66</b>	<b>26.81</b>

Para la gráfica cuatro tenemos los siguientes datos:

Número de Alumno	Calificación del examen diagnóstico	Calificación del examen de evaluación	Porcentaje de actividades entregadas por los alumnos	Alza de Calificación en (%)
1	6.00	6.60	100.00	10.00%
2	1.00	8.00	83.30	700.00%
3	4.00	6.00	83.30	50.00%
4	4.00	5.30	50.00	32.50%
5	3.30	6.60	100.00	100.00%
6	2.00	6.50	50.00	225.00%
7	3.66	6.00	16.60	63.93%
8	3.30	7.30	66.60	121.21%
9	4.00	6.50	33.30	62.50%
10	3.30	7.30	100.00	121.21%
11	2.60	6.00	50.00	130.77%
12	3.30	6.60	50.00	100.00%
13	3.30	8.00	100.00	142.42%
14	3.66	4.00	66.60	9.29%
15	4.00	6.60	66.60	65.00%
16	2.60	8.00	100.00	207.69%
17	7.30	8.00	66.60	9.59%
18	4.00	5.30	33.30	32.50%
19	3.30	5.30	66.60	60.61%
20	6.00	9.30	100.00	55.00%
21	2.00	4.60	33.30	130.00%
22	3.30	6.00	16.60	81.82%
23	4.00	6.00	100.00	50.00%
24	5.60	6.00	66.60	7.14%
25	4.00	7.30	50.00	82.50%
26	2.00	6.50	50.00	225.00%
27	1.30	5.30	50.00	307.69%
28	4.00	6.00	16.60	50.00%
29	3.66	7.30	50.00	99.45%
30	3.30	8.00	100.00	142.42%
31	3.30	6.60	50.00	100.00%
32	3.30	8.00	100.00	142.42%
33	3.30	6.60	83.30	100.00%
34	3.30	6.00	50.00	81.82%
35	3.30	5.30	33.30	60.61%
36	4.00	6.00	66.60	50.00%

37	2.60	6.00	50.00	130.77%
38	3.66	5.00	50.00	36.61%
39	3.30	7.30	50.00	121.21%
40	6.60	8.60	83.30	30.30%
41	3.30	4.00	50.00	21.21%
42	3.66	6.50	33.30	77.60%
43	4.00	6.60	100.00	65.00%
44	6.00	7.30	100.00	21.67%
45	3.30	6.50	66.60	96.97%
<b>Promedio</b>	<b>3.66</b>	<b>6.50</b>	<b>64.05</b>	<b>77.60%</b>