



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MEXICO

MAESTRÍA EN DOCENCIA PARA LA EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR

EL PIZARRÓN INTERACTIVO EN LA ENSEÑANZA Y EL APRENDIZAJE DE
ALGUNOS CONCEPTOS FUNDAMENTALES DE TERMODINÁMICA PARA
NIVEL MEDIO SUPERIOR

TESIS
QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:
MAESTRO EN DOCENCIA PARA LA EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR, QUÍMICA

PRESENTA:
MARTHA PATRICIA HERNÁNDEZ BRAVO

TUTOR
DR. ADOLFO EDUARDO OBAYA VALDIVIA
MAESTRÍA EN DOCENCIA PARA LA EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR

MIEMBROS DEL COMITÉ TUTOR
DRA. YOLANDA MARINA VARGAS RODRÍGUEZ
M. EN C. ELVA MARTÍNEZ HOLGUÍN

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

JURADO

DR. ADOLFO EDUARDO OBAYA VALDIVIA

DRA. YOLANDA MARINA VARGAS RODRÍGUEZ

M. EN C. ELVA MARTÍNEZ HOLGUÍN

DR. LUIS MIGUEL TREJO CANDELAS

DRA. ESTHER AGACINO VALDÉS

Dedicatoria...

A mis padres, Enrique y Lilia,
Porque siguen presentes y sigo aprendiendo de su ejemplo...

A mi incondicional compañero, José María,
Porque me enseñas a ser una mejor persona y no podría ser más feliz...

Mi hermosa y dedicada Emilia,
Porque me enseñas a ser mamá....

Mi callado y feliz Nacho,
Porque me enseñas cómo aprender...

Mi hermosa y alegre Elemí,
Porque me enseñas cómo ser feliz...

Los amo profundamente.

Agradecimiento...

Al Dr. Adolfo E. Obaya Valdivia, por su valioso ejemplo, apoyo y guía durante la elaboración de este trabajo,

A la Dra. Yolanda Marina Vargas Rodríguez, al Dr. Luis Miguel Trejo Candelas, a la Maestra Elva Martínez Holguín y a la Dra. Esther Agacino Valdés, por el tiempo dedicado y las atinadas observaciones que enriquecieron este trabajo,

Al Maestro Rubén Mendoza Nieto, por todo el apoyo para terminar este trabajo.

A mis maestras, Dra. Sandy Pacheco y Maestra Ileana Prado, por ser ejemplo de docencia *MADEMS*.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	10
INTRODUCCIÓN	11
OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	13
Objetivo general:.....	13
Objetivos específicos:	13
Hipótesis	14
ANTECEDENTES	15
DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	18
Justificación:	18
CAPÍTULO I	20
1. MARCO CURRICULAR	20
1.1 Contexto de la Educación Media Superior (EMS) y la Escuela Nacional Preparatoria (ENP).....	20
1.2 Planes de Estudio de la ENP del sistema incorporado y el tema Termodinámica.....	22
1.3 Estudiantes del Sistema Incorporado de la ENP	24
CAPÍTULO II	25
2. MARCO PEDAGÓGICO	25
2.1 El constructivismo: la enseñanza y el aprendizaje	25
2.2 Concepciones alternativas en algunos conceptos básicos de termodinámica. .	31
2.3 Secuencias Didácticas para la enseñanza.....	34
2.4 Las TIC´s y el pizarrón digital interactivo.....	36
2.5 Smart Notebook Software®.....	42
2.5.1 Senteo.	44
2.6 La química a micro escala.....	45
CAPÍTULO III	48
3. MARCO DISCIPLINAR	48
3.1 Algunos conceptos fundamentales de termodinámica para educación media superior.....	48
3.2 Energía, Calor y Temperatura en Educación Media Superior.	53

3.2.1	Energía	53
3.2.2	Calor	56
3.2.3	Temperatura	57
3.3	Capacidad calorífica a presión constante y capacidad calorífica a volumen constante.....	58
3.4	Cambio de Entalpía de reacción	61
3.4.1	Cambio de Entalpía de disolución	62
CAPÍTULO IV	64
4. METODOLOGÍA	64
4.1	Descripción de la población del estudio	64
4.2	Diseño de las secuencias didácticas.....	65
4.3	Diseño de los instrumentos de evaluación	66
CAPÍTULO V	67
5. INTERPRETACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS.....		67
5.1	Resultados de la Secuencia Didáctica para Capacidad Calorífica.....	67
5.2	Resultados de la Secuencia Didáctica para Entalpía de reacción	73
CAPÍTULO VI	83
6. CONCLUSIÓN		83
6.1	Ventajas y desventajas	84
6.2	Prospectiva	85
7. BIBLIOGRAFÍA:		87
8. ANEXOS		94
8.1	Anexo 1. Cuestionario previo capacidad calorífica.....	94
8.2	Anexo 2. Cuestionario previo entalpía de reacción.....	96
8.3	Anexo 3. Cuestionario posterior capacidad calorífica.....	98
8.4	Anexo 4. Cuestionario posterior entalpía de reacción.....	100
8.5	Anexo 5. Secuencia didáctica para Capacidad Calorífica	100
8.6	Anexo 6. Secuencia didáctica para Entalpía de reacción.....	105
8.7	Anexo 7. Datos para justificar el análisis de varianza de un solo factor.....	108
8.8	Anexo 8. Evidencia fotográfica del uso del PDI y experimentos a micro escala.....	109
8.9	Anexo 9. Evidencia fotográfica de los cuestionarios escritos.....	110

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Métodos de mejora en la enseñanza y aprendizaje de Termodinámica. (Mullop et al, 2012).....	16
Tabla 2 Descripción de algunos procesos termodinámicos en lenguaje cotidiano, científico y simbólico.....	28
Tabla 3 Características de un proceso constructivista de enseñanza y aprendizaje, modificado de Tuncela y Bahtiyar, 2015.....	29
Tabla 4 Inteligencias múltiples, descripción y características. (Gardner, 1995)	30
Tabla 5 Actividades de enseñanza para los distintos canales de aprendizaje según (Dunn y Dunn, 1978).	31
Tabla 6 Concepciones alternativas en termodinámica de estudiantes de bachillerato...32	
Tabla 7 Comparación del concepto de energía.....	49
Tabla 8 Comparación del concepto de calor.	50
Tabla 9 Comparación del concepto de temperatura.....	51
Tabla 10 Comparación del concepto de entalpía.	52
Tabla 11 Comparación del concepto de capacidad calorífica.	53
Tabla 12 Características de grupos de estudio.	64
Tabla 13 Comparación entre el promedio por grupo de la evaluación diagnóstica y final sobre capacidad calorífica.	67
Tabla 14 Resultados del Análisis de Varianza de un factor (ANOVA) para la secuencia didáctica de capacidad calorífica (Con pizarrón y sin pizarrón).	68
Tabla 15 Comparación entre el promedio por grupo de la evaluación diagnóstica y final sobre entalpía de reacción.....	74
Tabla 16 Resultados del Análisis de Varianza de un factor (ANOVA) para la secuencia didáctica de entalpía de reacción (Con pizarrón y sin pizarrón).	74

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Seriación de las asignaturas de Química en la ENP.....	23
Figura 2 El triángulo de evaluación según Pellegrino, 2014.....	28
Figura 3 La integración de los dos ejes señalados: (1) Desarrollo psico-social-lógico de la persona y (2) Método inductivo y deductivo para el aprendizaje se conforma en cuatro cuadrantes que permiten evaluar el espacio en el cuál debe de desarrollarse la secuencia didáctica, modificado de (Campos Hernández Ded, 2014).	35
Figura 4 Consideraciones e instrumentos indispensables en el diseño, desarrollo y evaluación de secuencias didácticas, modificado de (Obaya Valdivia y Ponce Pérez, 2007).	35
Figura 5 Partes que componen el sistema del pizarrón digital interactivo.	39
Figura 6 Clases didácticas de química utilizando el pizarrón digital interactivo.	41
Figura 7 Las percepciones de los profesores hacia los beneficios del PDI.	42
Figura 8 Interfaz del software Smart Notebook 2016 ®.....	43
Figura 9 Herramientas de galería y actividades del SMART Notebook®.	43
Figura 10 Complementos de Evaluación de SMART Notebook®	44
Figura 11 Medición de la capacidad calorífica molar de un gas ideal a) a volumen constante y b) a presión constante (Modificado de Sears et al, 2004).	59
Figura 12 Comparativo entre las actividades e instrumentos empleados con el grupo control y el experimental.	64
Figura 13 Gráfico comparativo entre promedio diagnóstico y final por grupo sobre capacidad calorífica.	68
Figura 14 Comparación del % aciertos entre grupo control y experimental en reactivo 1 (Capacidad Calorífica).	69
Figura 15 Comparación del % aciertos entre grupo control y experimental en reactivo 2 (Capacidad Calorífica).	69
Figura 16 Comparación del % aciertos entre grupo control y experimental en reactivo 3 (Capacidad Calorífica).	70
Figura 17 Comparación del % aciertos entre grupo control y experimental en reactivo 4 (Capacidad Calorífica).	71

Figura 18 Comparación del % aciertos entre grupo control y experimental en reactivo 5 (Capacidad Calorífica).....	72
Figura 19 Comparación del % aciertos entre grupo control y experimental en reactivo 6 (Capacidad Calorífica).....	72
Figura 20 Comparación del % aciertos entre grupo control y experimental en reactivo 7(Capacidad Calorífica).....	73
Figura 21 Gráfico comparativo entre promedio diagnóstico y final por grupo sobre entalpía de reacción.	75
Figura 22 Comparación de % aciertos entre grupo control y experimental en reactivo 1 (Entalpía de reacción).....	76
Figura 23 Comparación del % aciertos entre grupo control y experimental en reactivo 2 (Entalpía de reacción).....	76
Figura 24 Comparación del % aciertos entre grupo control y experimental en reactivo 3 (Entalpía de reacción).....	77
Figura 25 Comparación del % aciertos entre grupo control y experimental en reactivo 4 (Entalpía de reacción).....	78
Figura 26 Comparación del % aciertos entre grupo control y experimental en reactivo 5 (Entalpía de reacción).....	78
Figura 27 Comparación del % aciertos entre grupo control y experimental en reactivo 6 (Entalpía de reacción).....	79
Figura 28 Comparación del % aciertos entre grupo control y experimental en reactivo 7 (Entalpía de reacción).....	80
Figura 29 Comparación del % aciertos entre grupo control y experimental en reactivo 8 (Entalpía de reacción).....	81
Figura 30 Comparación del % aciertos entre grupo control y experimental en reactivo 9 (Entalpía de reacción).....	81

RESUMEN

El pizarrón digital interactivo es una herramienta didáctica que permite desarrollar la creatividad e innovación en el desempeño docente. En este trabajo se han desarrollado dos secuencias didácticas de participación activa y dinámica referentes a los temas de capacidad térmica y entalpía de reacción. Para lo anterior se utilizó el pizarrón digital interactivo en experiencias de aprendizaje y de evaluación basadas en un sistema interactivo (senteo). Los resultados obtenidos mostraron que esta herramienta mejora algunos aspectos del aprovechamiento y comunicación con los estudiantes, así como la posibilidad de diversificar el proceso de enseñanza y aprendizaje dirigido a alumnos con distintas características.

Palabras Clave: Pizarrón Digital Interactivo, actividades prácticas, senteo.

Abstract

The digital interactive whiteboard is a didactic tool that allows to develop the creativity and innovation in teaching performance. In this work two didactic sequences of active and dynamic participation have been developed concerning the topics of thermal capacity and enthalpy of reaction. For this, interactive digital whiteboard (IDW) was used in learning and evaluation experiences based on an interactive system (senteo). The results showed that this tool improves some aspects of the academic achievement and communication with students, as well as the possibility of diversifying the teaching and learning process addressed to students with different characteristics.

Keywords: Digital Interactive Whiteboard, practical activities, Senteo.

INTRODUCCIÓN

En el contexto de una sociedad globalizada y tecnológica en constante evolución y comunicación, el docente se encuentra comprometido a involucrarse y relacionarse con sus estudiantes utilizando los medios que le permitan desarrollar las máximas capacidades de éstos.

Algunos intentos se han hecho por incorporar la tecnología en la enseñanza, aunque con poco o ningún sustento pedagógico y tecnológico. En México los orígenes de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC's) están ligados a la educación a distancia y los sistemas abiertos no escolarizados, orientados a ampliar las oportunidades de educación a zonas geográficas y sectores poblacionales sin acceso a la educación como medio de superación individual y social. El esfuerzo más importante en México para integrar pizarras interactivas, dando prioridad a la educación básica, fue a partir del 2004 con el proyecto "Enciclomedia" (Patiño Alonso, 2010).

Dentro de la Educación Media Superior para las Instituciones del Sistema Incorporado a la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), el currículo incluye asignaturas como la química con el propósito de preparar científica y tecnológicamente a los ciudadanos que la sociedad requiere, capaces de tomar decisiones acertadas que les permitan mejorar la calidad de vida. Para lograr esto es necesario contextualizar el aprendizaje de la Química desde el punto de vista ecológico, social y económico; con el fin de cultivar en el alumno una ética de responsabilidad individual y social que lo llevará a colaborar en la construcción de una relación armónica entre la sociedad y el ambiente. De igual forma, las asignaturas de química avanzada en educación media superior, tienen como objetivo desarrollar en el alumno el rigor experimental y las competencias químicas necesarias para desempeñarse en Licenciaturas del área químico-biológica. Específicamente, los temas relacionados a la termodinámica tienen como objetivos específicos dentro del currículo que el estudiante conozca en forma teórica y experimental algunos aspectos que rigen el comportamiento de la energía mediante la observación en actividades científicas sencillas de algunas de las propiedades, cambios y leyes que se manifiestan en la naturaleza.

En los casos de las asignaturas de Química a nivel medio superior, los estudiantes suelen tener un bajo rendimiento en cuanto al aprovechamiento académico, ya sea por falta de

motivación o bien por falta de preparación en cursos anteriores. Para mejorar no sólo el rendimiento académico de los estudiantes en algunos temas de termodinámica, sino también la calidad de la enseñanza, este trabajo propone el uso de algunas herramientas tecnológicas y prácticas combinadas con una metodología constructivista para la enseñanza y el aprendizaje de los temas de capacidad calorífica y entalpía de reacción. Este trabajo propone el diseño de dos secuencias didácticas que incluyan el uso del pizarrón digital interactivo para identificar las concepciones alternativas de los estudiantes además de estimular las habilidades de éstos y facilitar el proceso de aprendizaje.

OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

La presente investigación será de carácter exploratorio y descriptivo, debido a que, a partir de los conocimientos previos de los alumnos de química de educación media superior, así como sus concepciones alternativas se pretende diseñar una estrategia didáctica usando pizarrón digital interactivo que pueda mejorar su rendimiento académico en algunos conceptos termodinámicos básicos requeridos para su formación. También se analizarán las ventajas y desventajas del uso de ésta tecnología en el aula ya que se persigue efectuar un análisis reflexivo que permita contrastar los hallazgos de este estudio con los investigados en el marco teórico.

Objetivo general:

Diseñar una secuencia didáctica utilizando el pizarrón digital interactivo sobre los conceptos de capacidad calorífica a volumen constante y capacidad calorífica a presión constante, así como el concepto de entalpía de reacción para facilitar el proceso de enseñanza y aprendizaje en estudiantes de química de nivel medio superior.

Objetivos específicos:

- 1) Diseñar un cuestionario sobre capacidad calorífica y otro sobre calor específico con la finalidad de identificar conocimientos previos, concepciones alternativas y aprendizaje de los estudiantes.
- 2) Identificar algunos conocimientos previos de los estudiantes a nivel medio superior referentes a capacidad calorífica y entalpía de reacción, así como algunas concepciones alternativas que pudieran ser impedimento para la enseñanza y el aprendizaje del tema.
- 3) Elaborar dos secuencias didácticas que faciliten a los estudiantes de química de nivel medio superior el aprendizaje de los conceptos de capacidad calorífica a volumen constante y capacidad calorífica a presión constante, así como para entalpía de reacción utilizando el pizarrón digital interactivo.
- 4) Diseñar las secuencias didácticas respectivas que no contengan pizarrón digital interactivo.

- 5) Comparar los resultados obtenidos del aprendizaje utilizando la secuencia con pizarrón digital interactivo y sin él.
- 6) Aplicar y evaluar la secuencia didáctica con pizarrón digital interactivo para potenciar el uso de la tecnología en el aula y proponer algunas aplicaciones adicionales.

Hipótesis

Al diseñar una secuencia didáctica con el uso del pizarrón digital interactivo, se propiciará la obtención de mejores resultados en el aprendizaje del estudiante, así como en la labor del docente.

H₀: El diseño de una secuencia didáctica utilizando pizarrón digital interactivo no propicia diferencia significativa en la enseñanza aprendizaje de los estudiantes con respecto a una secuencia didáctica tradicional (sin uso de pizarrón).

ANTECEDENTES

Uno de los principales retos de la sociedad actual tiene que ver con la energía y los procedimientos empleados para obtenerla y transformarla para el uso requerido por el hombre. De la misma forma, la enseñanza del concepto de energía, surge como un reto en el aula dadas las características abstractas del concepto (Cohelo, 2009).

El estudio de la energía y sus transformaciones es el campo de estudio de la termodinámica que ya desde la Revolución Industrial buscaba obtener el máximo rendimiento de las máquinas de vapor a partir de las relaciones entre calor, trabajo y contenido energético de los combustibles (Brown, 2015).

El estudio de la termodinámica tiene una gran importancia en relación con la energía, ya que es una de las herramientas más avanzadas para entender los fenómenos físicos del universo (Mullop, Yusof, y Tasir, 2012), a partir de estos conocimientos, los estudiantes van comprendiendo su entorno y dando explicaciones y predicciones a los eventos cotidianos de su vida para lograr un conocimiento significativo del medio que los rodea. Específicamente, en este trabajo se revisarán los conceptos de capacidad calorífica a presión constante (C_p), capacidad calorífica a volumen constante (C_v) así como entalpía de reacción que son fundamentales en el estudio de la termodinámica.

Dado que los objetos pueden emitir o absorber calor, éstos cambian de temperatura. El cambio de temperatura que un objeto experimenta cuando absorbe cierta cantidad de energía está determinado por su capacidad calorífica. La capacidad calorífica de un objeto es la cantidad de calor necesaria para elevar su temperatura en 1K (o en 1°C). Cuanto mayor es la capacidad calorífica de un cuerpo, más calor se necesita para producir una elevación de temperatura dada.

Desde la perspectiva de la termoquímica podemos decir que la entalpía de una reacción química representa el calor absorbido o liberado a presión constante y es la medida del calor asociado a la reacción (Carmona Téllez, 2013).

La enseñanza de la termodinámica suele ser difícil debido a que los temas son abstractos y no fáciles de visualizar, de 1993 a 2009 se han utilizado distintos métodos para potenciar la enseñanza y aprendizaje de la termodinámica (Tabla 1). (Mulop et al 2012)

Tabla 1 Métodos de mejora en la enseñanza y aprendizaje de Termodinámica. (Mullop et al, 2012)

Investigador	Métodos de mejora para enseñanza y aprendizaje de termodinámica
Liu	Curso instruccional en la educación de termodinámica. (2009)
Bullen y Russel	Un enfoque de aprendizaje combinado. (2007)
Chaturvedi et al	Herramienta de aprendizaje para el estudiante basado en el montaje virtual en la web para multi-funcionamiento de compresores y turbinas. (2007)
Junglas	Programas de simulación para realizar experimentos virtuales (2006)
Hassan y Mat	Ambiente de aprendizaje activo. (2005)
Abu-Mulaweh	Instrumento experimental portátil. (2004)
Huang y Gramoll	Ingeniería termodinámica multimedia (2004)
Cox et al	Aprender por Physlets. (2003)
Ngo y Lai	Curso termodinámico en línea. (2003)
Kelly	Sitio web virtual de una planta de energía. (2002)
Anderson et al	Materiales de aprendizaje activo basado en Informática. (2002)
Kumpathy	TEST™ software. (2002)
Baher et al	Laboratorio Virtual cyclepad. (1999)
Weston	Ciclos interactivos en Termodinámica. (1998)
Lewis et al	Simulación por computadora para expertos. (1993)

Ninguno de los desarrolladores de estos métodos se basó en teorías del aprendizaje. De los 15 métodos listados en la tabla 1, sólo dos métodos no utilizan computadora o multimedia, usan ambiente de aprendizaje activo y aparatos experimentales portátiles. El uso de tecnología y multimedia favorece la interactividad y la visualización, estos métodos mejoraron el rendimiento y las habilidades en los estudiantes.

Los ambientes de aprendizaje constructivista proveen lo necesario para estimular el aprendizaje: actividades constructivas, complejas, activas, colaborativas y reflexivas; donde los componentes principales son un problema, proyecto o pregunta, casos relacionados, fuentes de información y herramientas cognitivas, como las computadoras, ya que ayudan a visualizar (representar), organizar, automatizar y potencializar las habilidades del pensamiento. El entendimiento del problema, pregunta o proyecto, constituye el objetivo de que conducirá al aprendizaje. Para el diseño del problema se

deben tomar en cuenta tres importantes aspectos: el contexto del problema, la representación o simulación del problema y el espacio de experimentación.

En la actualidad, se han abierto nuevos horizontes en el uso de pizarrones digitales interactivos, recursos en línea y uso de i-pads (El Miniawi y Brenjekjy, 2015), incluso se ha definido una nueva teoría del aprendizaje moderno como “Conectivismo” al entorno de aprendizaje colaborativo que surge a partir del uso de internet ya sea en aulas en línea, redes sociales y realidades virtuales o comunidades simuladas como medios para compartir información de forma dinámica entre educadores y estudiantes (Kropf, 2016). El pizarrón digital interactivo visto como una herramienta versátil, en la actualidad no solo se han reportado usos en el ámbito educativo escolarizado como en física (Pérez Santos, 2011), en geometría (Sierra Vázquez, 2011), en ingeniería (Martínez Alonso, 2006), también se han reportado su uso en senteos (Hervás Gómez C. , 2010), en el aprendizaje de música (Segovia Cano, 2010) así como en educación especial para la enseñanza de personas con deficiencia auditiva (Hidalgo García, 2010) y con parálisis cerebral (Rosas, 2010) así como en el ámbito médico para el manejo de pacientes hospitalizados (Bertha, 2013).

DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Debido a las dificultades que se presentan en la enseñanza y el aprendizaje de algunos conceptos básicos de termodinámica a nivel medio superior (Cohelo, 2009) (Barrera Guerrero, 2009) (Ali Alwan, 2011) (Herrington, 2011) (Sokrat, 2014), adicionales a las nuevas posturas educativas que nos instruyen sobre las necesidades de los estudiantes (Kropf, 2016) (Daza Pérez, 2009) (Dorado Perea, 2011), este trabajo propone el diseño de dos secuencias didácticas que incluyan el uso del pizarrón digital interactivo para identificar las concepciones alternativas de los estudiantes además de estimular las habilidades de éstos y facilitar el proceso de aprendizaje.

Justificación:

Durante el período de educación media superior, los estudiantes suelen tener su último contacto con las ciencias experimentales de acuerdo a los planes de estudios planteados por la UNAM (UNAM, 2016).

Las asignaturas como la química suelen tener un bajo rendimiento en cuanto al aprovechamiento académico de los estudiantes, ya sea por falta de motivación de éstos o bien por falta de preparación en cursos anteriores (Wan Yunus, 2012). Una alternativa de enseñanza aprendizaje que relaciona la tecnología de un software educativo haciendo uso de un pizarrón digital interactivo, facilita, desde el punto de vista del docente, la identificación de conocimientos previos de los estudiantes así como sus concepciones alternativas, la introducción de conceptos abstractos, así como la evaluación tomando en cuenta el trabajo colaborativo y la retroalimentación al estudiante, proporciona una forma de trabajo en el aula que aporta beneficios al estudiante y al docente (Beyza Karadeniz B., 2010).

Es un hecho que los avances en el desarrollo de la tecnología no van a la par que la aplicación de ésta en ámbitos escolares de enseñanza y aprendizaje, sin embargo, es de tomarse en cuenta que la introducción de software educativo previamente diseñado facilita la labor del docente quien puede aprovecharlo con conocimientos básicos de informática (El Hassan El Hassouny, 2014). Además, es un hecho que la aplicación de las TIC's se encuentran ampliamente referidas en todos los niveles, por las autoridades

académicas, como un objetivo a implementar dentro de las aulas en el mediano y corto plazo.

Esta metodología de trabajo, por supuesto, repercute en la calidad de las clases impartidas, en el tiempo para su preparación y en consecuencia el beneficio se hace extensivo al centro educativo en general, no solo desde el punto de vista social sino también económico.

Aun cuando no todos los centros educativos cuentan con la infraestructura necesaria para llevar a cabo la práctica docente asistida por la tecnología de la informática, ni todos los docentes tengan la preparación y la disposición para adoptar esta forma de trabajo (Talanquer V., 2009), este proyecto de investigación es significativamente trascendente dado que la ciencia y la tecnología deben aprovecharse en favor de la efectividad de la práctica docente que impulse el crecimiento y desarrollo de jóvenes (Daza Pérez, 2009) en su camino para desempeñarse como individuos competentes.

CAPÍTULO I

1. MARCO CURRICULAR

1.1 Contexto de la Educación Media Superior (EMS) y la Escuela Nacional Preparatoria (ENP)

Nuestro sistema educativo tiene diversos retos y problemas relacionados a obstáculos políticos, económicos, electorales que repercuten en enfrentamientos oportunistas de partidos políticos y también se encuentra expuesto a las influencias del mundo exterior, principalmente de países desarrollados.

Es importante recordar que según proyecciones del Consejo Nacional de Población (Conapo), México tendrá en el año 2025 alrededor de 135 millones de habitantes en su territorio, 35% de los cuales será menor de 20 años, lo cual implica que la presión irá en aumento para resolver los retos que enfrenta la educación media superior. Hasta el día de hoy se ha obtenido una cobertura del 67% que se espera vaya en aumento con todas las medidas adoptadas por las instituciones en la línea de los acuerdos y planes sectoriales vigentes (2012-2018) (Quiles y Loya, 2014).

Las luces de los reflectores empezaron a apuntar al Sistema de Educación Media Superior apenas a partir del 2005 cuando finalmente se crea la instancia administrativa federal para la atención de asuntos de la EMS, la Subsecretaría de Educación Media Superior, SEMS; y con ello comenzó una serie de esfuerzos y acciones para iniciar la ansiada reforma en sus distintos niveles.

Los diversos proyectos educativos que engloban la EMS (alrededor de 26 subsistemas) se regían aparentemente sin ningún procedimiento en común y la Reforma Integral para la Educación Media Superior (RIEMS) fue un mecanismo para lograr su unificación, sin embargo, toda la planeación propuesta en la reforma se veía aún desarticulada por la falta de mecanismos para implementarla y evaluarla, las leyes secundarias vienen a complementar los aspectos descuidados en estos últimos años en los que se ha trabajado básicamente en la implementación de los engranes para que la reforma funcione con integridad y calidad, es aún muy pronto para referir si los resultados de los aprendizajes de las generaciones que trabajan bajo este nuevo esquema se encuentren preparadas con lo que nuestro país requiere, y si en verdad la propuesta se ajusta a las necesidades

de la población mexicana que vive en un contexto totalmente diferente a los países altamente desarrollados. (Rodríguez, 2012)

Pareciera que la RIEMS no se planeó por y para los jóvenes de este país; más bien pareciera que es parte de la respuesta a orientaciones, tendencias y presiones externas, aunque podría considerarse integral por su amplitud a todas las áreas que involucra.

La reforma ha ido avanzando de forma parcial y fragmentada ya que existen desfases en la incorporación al Sistema Nacional de Bachillerato (SNB) de los subsistemas lo cual limita los alcances y efectos de la reforma y parte de esta resistencia sobre todo del subsistema perteneciente a las universidades autónomas y estatales es que la propuesta fue concebida, creada y desarrollada con una cerrada participación de expertos o asesores extranjeros, así como con la incorporación posterior de docentes de distintos subsistemas como estrategia de legitimación de la reforma; todo esto explica la celosa renuencia a incorporarse al SNB de forma voluntaria de parte del círculo de investigadores y científicos de la educación en México que provienen justamente de las Universidades Autónomas para quienes dicho enfoque despierta desconfianza, tanto por su origen como por las intenciones de organismos internacionales como la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), el Banco Mundial (BM) o el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), que promueven mundialmente su regreso a las políticas educativas regionales (Fonseca, 2010).

La calidad del profesorado es otra barrera a la reforma de la educación al nivel del bachillerato, lo mismo que la descentralización del sistema y las altas tasas de deserción estudiantil. Un hecho que tuvo gran impacto entre los observadores de la OCDE (1997) es que la mayoría de los bachilleratos (46.6% en 1993) están anexados a instituciones universitarias, por razones históricas (la Universidad Nacional de México se fundó en 1910 absorbiendo la Escuela Nacional Preparatoria, creada en 1867) lo cual resulta una atractiva influencia para los padres de familia que insisten en que sus hijos en edad de cursar la educación media superior escojan en primer lugar esta opción educativa.

De manera muy general en este nivel se tiene una concepción generalizada de la ciencia cerrada a temáticas disciplinares con poco trabajo experimental y con una incipiente y desordenada incorporación de las TIC. A pesar de diversos esfuerzos la formación de profesores sigue siendo una preocupación (Garritz y Chamizo, 2008).

El caso de la Escuela Nacional Preparatoria se clasifica dentro del Bachillerato general o propedéutico; en el cual el alumno accede al estudio de las diferentes disciplinas humanísticas, científicas y tecnológicas a fin de contar con una información y experiencia académicas que lo auxilien en la identificación de su campo de estudios profesionales. Además, algunas escuelas suelen ofrecer posibilidades limitadas de explorar su desarrollo personal en las materias extracurriculares y en algunas actividades artísticas y deportivas que generalmente están desvinculadas de las orientaciones académicas. Dado que la mayor parte de los programas de bachillerato son de carácter propedéutico, su función principal es la preparación para cursar estudios profesionales (Alcántara y Zorrilla, 2010).

Inmerso en este grupo de bachillerato propedéutico, la UNAM cuenta con instituciones particulares incorporadas (Instituciones del Sistema Incorporado, ISI) que ofrecen los planes de estudios que son validados mediante la Dirección General de Incorporación y Revalidación de Estudios (DGIRE), los cuales además de ofrecer los planes de estudio de la ENP o bien del Colegio de Ciencias y Humanidades (CCH), ambos sistemas de bachillerato de la UNAM, incluyen asignaturas extracurriculares.

1.2 Planes de Estudio de la ENP del sistema incorporado y el tema Termodinámica

La Escuela Nacional Preparatoria desde su origen es una Institución de carácter público y modelo educativo propedéutico de la enseñanza media superior, esto es, que fue diseñado para que los estudiantes continúen hacia sus estudios universitarios y es uno de los dos sistemas de bachillerato de la UNAM (UNAM, 2015).

Dentro de este sistema de bachillerato se encuentran las escuelas incorporadas a la ENP mediante DGIRE, institución que otorga validez académica a los estudios realizados en instituciones de educación, distintas a la UNAM, mediante la incorporación, la certificación, la revalidación y la equivalencia de planes y programas de estudios que cumplan con la normatividad universitaria. Las Instituciones del Sistema Incorporado (ISI) trabajan desde 1996 y hasta la fecha, con los planes de estudios aprobados por el Consejo Académico del Bachillerato. La duración del bachillerato es de 3 años, y está dividido, en su último año escolar, en 4 áreas, Físico-Matemáticas y de las Ingenierías,

Ciencias Biológicas y de la Salud, Ciencias Sociales y Artes y Humanidades. (UNAM, 2015)

El bachillerato general o propedéutico equivale al bachillerato general de otros países y cuenta con poco más del 60% del alumnado de la Educación Media Superior. El sistema educativo mexicano sufre en 1995 una profunda reforma, tanto en su organización administrativa como en la curricular. Aparece el currículum basado en competencias y se intenta que los estudios cursados en el bachillerato respondan directamente a las necesidades del mercado laboral. (Quiles y Loya, 2014)

Dentro de los planes de estudio de la ENP que aún tienen la orientación por objetivos. (Medina, 2012), en la asignatura de Química III (clave 1501, impartida en segundo año de bachillerato), se incluye en la primera Unidad: La energía, la materia y el cambio, los temas fundamentales de la termodinámica como son la capacidad calorífica y la entalpía de reacción, como un primer acercamiento.

Estos conceptos de termodinámica se abordan de una forma más completa en la asignatura de Química IV (clave 1612), impartida en tercer año de bachillerato en el área I: físico matemáticas y de ingenierías, en la primera Unidad temática 1: La energía y las reacciones químicas; y en Química IV (clave 1622), impartida en tercer año de bachillerato, área II: ciencias biológicas y de la salud, en la Unidad temática 3: la energía y los seres vivos. (UNAM, 2016). La Figura 1 explica la seriación entre las asignaturas de química en la ENP.

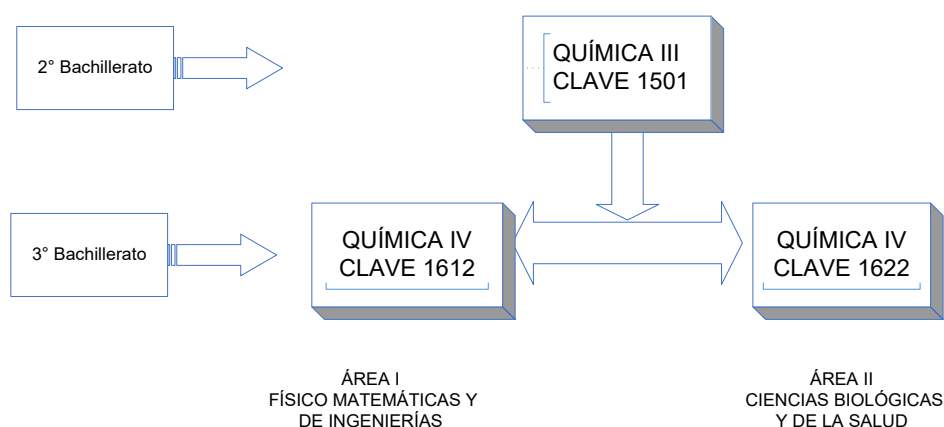


Figura 1 Seriación de las asignaturas de Química en la ENP.

1.3 Estudiantes del Sistema Incorporado de la ENP

Debido a que los programas de estudio de la ENP se fundamentan en un enfoque propedéutico, los estudiantes que cursan esta modalidad tienen un perfil de egreso que les provee de formación en las diferentes disciplinas humanísticas, científicas y tecnológicas que los capacita para continuar con estudios profesionales.

La población de estudiantes que llevaron a cabo estas experiencias, tienen un nivel socioeconómico medio-alto, cursando el segundo y tercer año de bachillerato en el Instituto Tepeyac Campus Cuautitlán, institución Incorporada a la UNAM, (clave de incorporación 6851), que cuenta con aulas equipadas con Pizarrones Digitales Interactivos y un aula de cómputo.

Se realizó una investigación en la institución antes mencionada para encontrar el promedio de los estudiantes que cursaron las asignaturas de química desde el ciclo escolar 2006 hasta el 2016, encontrando que para el caso de 5° grado (Química III) el promedio fue de 7.4 y para el caso de 6° grado (Química IV) el promedio fue de 7.8, según consta en las actas reflejo del departamento de control escolar de la DGIRE.

En contraste, el promedio nacional obtenido por los estudiantes de educación media superior en México en la evaluación de ciencias aplicada en 2012 por el Programa para la Evaluación Internacional de Estudiantes (PISA, por sus siglas en inglés), fue de 5.8, (415 aciertos de 708) (INEE, 2013). Manteniéndose el mismo promedio en ciencias para el año de 2015 (416 aciertos de 708) (INEE, 2016).

CAPÍTULO II

2. MARCO PEDAGÓGICO

2.1 El constructivismo: la enseñanza y el aprendizaje

El Constructivismo en la educación científica en la época actual, está marcado por una preocupación por el *aprendizaje significativo*, reestructuración del conocimiento y el *cambio conceptual* (Mintzes, Wandersee, y Novak, 2005). El *aprendizaje significativo* es el resultado de las interacciones de los conocimientos previos y los conocimientos nuevos y de su adaptación al contexto, y que además va a ser funcional en determinado momento de la vida del individuo. A la transformación de las ideas previas de los estudiantes hacia concepciones científicas o, al menos, hacia conceptos más cercanos a ellas, se le ha denominado *cambio conceptual* (Bello, 2004).

Los esfuerzos han sido dirigidos hacia formas de fomentar la comprensión y ayudar a los estudiantes a construir estructuras bien diferenciadas y altamente integradas de conocimiento específico de dominio en las ciencias naturales. Según la teoría constructivista del aprendizaje, éste es un proceso activo en que los estudiantes construyen nuevas ideas o conceptos basados en sus conocimientos actuales y pasados. El alumno selecciona y transforma la información, construye hipótesis y toma decisiones apoyándose, para hacerlo, en una determinada estructura cognitiva. La estructura — esquema, modelo mental— proporciona significado y organización a las experiencias y permite al individuo “ir más allá” de la información recibida.

En el aprendizaje de las ciencias, el constructivismo adquiere una importancia ya afirmada por varios autores (Barke, 2012) (Pimienta Prieto, 2008) e implica que las bases del aprendizaje en cada estudiante inician a partir de las experiencias propias y todas las experiencias nuevas adquiridas a través de la clase se organizarán en función de los conocimientos pre-existentes. Los individuos construyen su estructura cognitiva sobre las bases de la experiencia previa y el conocimiento existente.

Hace algunas décadas se pensaba que los estudiantes no tenían ideas preconcebidas respecto a algunos conocimientos de química, y en consecuencia se planeaban las clases en función únicamente de los nuevos conceptos a adquirir, sin embargo, hoy sabemos de acuerdo a la experiencia que los estudiantes poseen variadas y bastantes

preconcepciones que no necesariamente coinciden con los conocimientos científicos debido a que son explicaciones basadas en modelos mentales individuales producto de la observación de la realidad, por lo que es incorrecto nombrarlas “errores”, sería más conveniente nombrarlas como “concepciones de la vida cotidiana”, “concepciones primarias o pre científicas”, “preconcepciones del estudiante” o bien “concepciones alternativas” (Barke, 2012). Las concepciones alternativas son producto de un conjunto diverso de experiencias personales, incluyendo la observación directa de objetos y eventos naturales, la cultura de pares, el lenguaje cotidiano y los medios de comunicación de masas, así como la intervención de instrucción formal. A menudo, estas nociones están en conflicto con las explicaciones científicas aceptadas a pesar de que desempeñan una función útil en la vida cotidiana, tienden a resistir los esfuerzos incluso de nuestros mejores maestros y autores de libros de texto más pensados. Desafortunadamente las ideas de los estudiantes interactúan a menudo con el conocimiento presentado en lecciones formales de la ciencia que resulta en un diverso conjunto de resultados de aprendizaje no deseados. El entendimiento y el cambio conceptual son resultados del intento consciente de los estudiantes de integrar significados; los estudiantes exitosos de ciencias construyen significados reestructurando su conocimiento previo a través de un conjunto ordenado de eventos cognitivos (es decir, deducción, inducción, superordenación, integración y diferenciación). Los estudiantes que sobresalen en las ciencias naturales usan habitualmente un conjunto de estrategias metacognitivas que les permitan planificar, controlar, regular y controlar su propio aprendizaje.

Para ser congruente con esta postura constructivista, las principales responsabilidades del profesor de ciencias son centrarse en cualquier nueva propuesta que mejore la comprensión y el cambio conceptual en el aula de ciencias. Fracasar en estas responsabilidades es abandonar el control de nuestra profesión a los demás. (Mintzes et al, 2005).

Es por lo anterior, que resulta un objetivo importante en las metodologías constructivistas de enseñanza, permitir que los estudiantes expresen sus propias concepciones sobre cada lección para hacerles conscientes de las inconsistencias entre sus concepciones alternativas y las explicaciones científicas, de esta forma, al sentirse incómodos con sus

ideas es posible que se motiven a aceptar la nueva información proporcionada por el maestro.

Según Barke (2012), hay que tener en cuenta que únicamente cambiarán estas preconcepciones a conocimientos científicos si a los estudiantes se les da la oportunidad de construir sus propias estructuras de aprendizaje, si cada estudiante aprende de forma activa por sí mismo, y si el cambio conceptual se lleva a cabo de acuerdo al principio de alojamiento de Piaget o bien si el crecimiento conceptual se lleva a cabo de acuerdo al principio de asimilación de Piaget; y la única manera de conseguir esto es mediante la interpretación de experimentos y modelos estructurales convincentes.

Al desequilibrio de las estructuras mentales que se produce cuando se enfrenta al estudiante con algo que no puede comprender o explicar con sus conocimientos previos, se le conoce como conflicto cognitivo. Puede tener diversas intensidades, llevar al estudiante a un conflicto cognitivo puede ser una manera de hacerle ver que los conceptos o métodos que maneja no son los adecuados para llegar a una conclusión satisfactoria en la resolución de un problema .

Desde el punto de vista lingüístico, cambiar una preconcepción por un conocimiento científico, sería como describir algún hecho cotidiano conocido por los estudiantes del lenguaje cotidiano al lenguaje científico y en una segunda fase al lenguaje simbólico, como se describe en la tabla 2. El lenguaje químico facilita la descripción de los fenómenos y es necesario dado que es una simbología internacional que permite a los individuos comunicarse a partir de convenciones a través de las fronteras; el lenguaje simbólico es una herramienta de comunicación para la enseñanza de la química. Mientras que las investigaciones de Treagust, Chittleborough, y Thapelo (2003), indican que existe un aprendizaje efectivo al relacionar las representaciones nanoscópicas con el lenguaje simbólico en las explicaciones químicas.

Algunos estudios (Tuncela y Bahtiyar, 2015) refieren que un entorno de aprendizaje que incluya "aprendizaje activo" crea un proceso constructivista de enseñanza (Tabla 3).

Para realizar la evaluación de la enseñanza, Pellegrino (2014) sugiere tomar en cuenta lo que denomina el Triángulo de la Evaluación (Figura 2) en el cual explica la relación entre la cognición que se refiere a la teoría, los datos y las hipótesis sobre cómo los estudiantes representan el conocimiento y desarrollan la competencia en el dominio de un conocimiento; la observación, que consiste en identificar el conjunto de conocimientos

Tabla 2 Descripción de algunos procesos termodinámicos en lenguaje cotidiano, científico y simbólico.

LENGUAJE COTIDIANO	LENGUAJE CIENTÍFICO	LENGUAJE SIMBÓLICO
Al agregar sosa al agua, ésta se calienta.	La disolución de hidróxido de sodio en agua es una reacción exotérmica.	$NaOH(s) \xrightarrow{H_2O} Na^+(ac) + OH^-(ac)$ $\Delta H^\circ = -44 \text{ KJ/mol}$
REPRESENTACIÓN NANOSCÓPICA		

y habilidades que es importante medir en un determinado contexto, ya sea para caracterizar si los estudiantes han adquirido competencias o para hacer un juicio sumativo, o para hacer juicios formativos para guiar instrucciones posteriores con el fin de maximizar el aprendizaje y la interpretación, que es el proceso por cual se le da sentido a la evidencia del propósito de la evaluación y la comprensión del estudiante. Se sugiere que la evaluación debe contener indicadores de calidad como la evaluación de las habilidades cognitivas de orden superior en la taxonomía de Webb, el uso de tareas que utilicen habilidades en aplicaciones auténticas, evaluaciones que estén rereniciados a nivel internacional, que sean sensibles instruccionalmente y valiosas desde el punto de vista educativo y que sean válidas, confiables, y justas (Pellegrino, 2014).

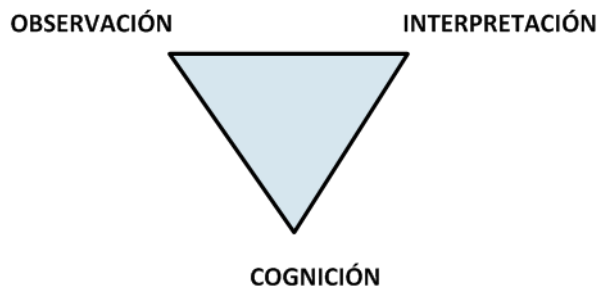


Figura 2 El triángulo de evaluación según Pellegrino, 2014.

Tabla 3 Características de un proceso constructivista de enseñanza y aprendizaje, modificado de Tuncela y Bahtiyar, 2015.

Ambiente de aprendizaje activo
Asistencia del estudiante a la clase.
Validar las ideas de los estudiantes.
Libertad de elegir un tema.
Tomar sus propias decisiones de aprendizaje.
Proporcionar oportunidades para compartir las ideas.
Trabajo en equipo.
Proporcionar la oportunidad de interacción estudiante-estudiante.

La sola existencia de la evaluación en el aula no garantiza un aprendizaje efectivo, es necesaria la claridad y adecuación de los objetivos del plan de estudios, la validez de las evaluaciones en relación a estos objetivos, la interpretación de las pruebas de evaluación, y la pertinencia y calidad de la instrucción que le sigue.

Según este punto de vista las evaluaciones deben diseñarse cuidadosamente para proporcionar evidencia de que está relacionado el modelo cognitivo de aprendizaje y para apoyar la clase de inferencias y decisiones que se hará sobre la base de los resultados de la evaluación.

Además de todas las estrategias didácticas y pedagógicas necesarias para una exitosa práctica docente constructivista, es importante tomar en cuenta las recomendaciones de Espinosa Jiménez:

“... Los docentes que, a través de su enseñanza, se preocupan por sus estudiantes, son cercanos a ellos, los apoyan para conformar significados, se entusiasman al impartir sus clases e influyen en el aprender y estudiar para conocer, son quienes enseñan el valor de la reflexión, de conocer más allá de una calificación, sólo por el gusto de saber, muestran un mundo nuevo, dan cauce y conforman estructuras de conocimiento que permiten mejorar a sus estudiantes. Ellos representan lo que puede concebirse como una buena práctica docente que promueve el aprendizaje y que no genera la obstrucción del mismo...” (Espinosa Jiménez, 2014).

Los maestros tienen el reto de crear un ambiente de aprendizaje productivo que ayude a hacer que la química sea comprensible y relevante, independientemente de las intenciones, los niveles de interés, y / o habilidades de los estudiantes. (Basu-Dutt, 2010) Con esta finalidad, es indispensable que el maestro esté consciente de sus propias características de aprendizaje y realizar el diagnóstico de sus alumnos. El contenido, diseño y presentación de cada tema se llevará a cabo tomando en cuenta los distintos estilos de pensamiento y aprendizaje de los estudiantes.

Gardner (1995), resalta las capacidades humanas en siete principales categorías conocidas como “inteligencias múltiples”, que se describen en la tabla 4.

Tabla 4 Inteligencias múltiples, descripción y características. (Gardner, 1995)

Inteligencias Múltiples	Descripción y Características
Verbal / Lingüística	Dominio del lenguaje oral y escrito. <ul style="list-style-type: none"> ○ Ordena palabras. ○ Da sentido a mensajes. ○ Establece relaciones a través de comunicación oral o escrita.
Espacial	Observación aguda. <ul style="list-style-type: none"> ○ Distinguir formas y objetos. ○ Manejo de distancias y volúmenes. ○ Habilidad para el dibujo y la pintura.
Lógico / Matemática	Sensibilidad a símbolos, relaciones y números. <ul style="list-style-type: none"> ○ Razonamiento lógico / deductivo. ○ Solución de problemas.
Corporal Kinestésica	Agudo dominio del cuerpo. <ul style="list-style-type: none"> ○ Manejo fino de objetos.
Musical	Percepción de tono, timbre y ritmo. <ul style="list-style-type: none"> ○ Facilidad para identificar sonidos. ○ Distingue notas musicales.
Intrapersonal	Capacidad de autoconocimiento (Ideas, habilidades, necesidades y áreas de oportunidad. <ul style="list-style-type: none"> ○ Autorreflexión.
Interpersonal	Capacidad de relacionarse con otras personas y relacionarse con ellas.

Otro aspecto importante es la forma en la que ingresa la información en el cerebro (percepciones) lo que da una preferencia del sujeto hacia una forma perceptual. El ser humano tiene tres grandes sistemas para percibir la información: visual, auditivo y kinestésico, utilizando en mayor medida uno de los tres (Romo, López, y López , 2006).

Este modelo fue propuesto por Rita y Keneth Dunn (1978), describiendo la representación visual como el proceso de pensar en imágenes, lo que permite *absorber* más información en menos tiempo; la representación auditiva como el proceso de internalizar la información mediante la escucha, siendo secuencial y ordenada; la representación kinestésica como el proceso de adquirir información mediante la sensaciones y movimientos (Tabla 5).

Tabla 5 Actividades de enseñanza para los distintos canales de aprendizaje según (Dunn y Dunn, 1978).

Estilos de Aprendizaje	Descripción y Actividades que promueven el aprendizaje
Auditivo	<p>Poseen facilidad de palabra, aprenden lo que oyen; recuerdan lo que escuchan y piensan en sonidos.</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Variación en la voz. ○ Ademanos y palabras auditivos. ○ Explicar la clase a un compañero. ○ Exposiciones y resúmenes orales.
Visual	<p>Poseen una conducta organizada, ordenada, observadora y tranquila; se aprendizaje se basa en lo ven, piensan en imágenes.</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Letreros de colores. ○ Mapas mentales. ○ Utilizar símbolos o dibujos. ○ Uso de proyecciones y visualizaciones. ○ Videos y simuladores.
Kinestésico	<p>Aprenden con lo que hacen, con lo que tocan y con sus sensaciones; sus recuerdos son generales, almacenan información mediante la memoria muscular.</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Dramatización. ○ Gimnasia Cerebral. ○ Trabajo en equipo. ○ Experiencias de laboratorio.

2.2 Concepciones alternativas en algunos conceptos básicos de termodinámica.

Dentro de las concepciones alternativas y los conocimientos previos que requiere el aprendizaje y la enseñanza de la termodinámica, algunos autores refieren los siguientes puntos de especial atención:

Tabla 6 Concepciones alternativas en termodinámica de estudiantes de bachillerato.

<p>Energía (Cohelo, 2009)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • La energía se entiende como un concepto material. • La energía se libera cuando se rompen los enlaces químicos.
<p>Calor (Sokrat, 2014) (Barrera Guerrero, 2009) (Ali Alwan, 2011) (Zamora Rosete, 2016) (Yeo y Marjan, 2001)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • El calor y la temperatura son lo mismo. • Los objetos contienen calor. • Los cuerpos pueden enfriarse espontáneamente sin la presencia de otro cuerpo. • El calor transforma ciertas sustancias. • El calor se puede poseer en un cuerpo. • Los materiales son fríos o calientes dependiendo de su naturaleza. • El calor es una sustancia. • El calor no es energía. • Calor y frío son diferentes, en lugar de opuestos, extremos de un continuo. • El calor es proporcional a la temperatura. • El calor no es un concepto cuantificable y mensurable. • Cuando se calienta siempre hay un aumento de temperatura. • El calor siempre viaja hacia arriba. • El calor aumenta. • El calor y el frío fluyen como líquidos.
<p>Temperatura (Herrington, 2011) (Barrera Guerrero, 2009) (Zamora Rosete, 2016) (Yeo y Marjan, 2001)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • La temperatura es una cantidad de energía. • La temperatura es la "intensidad" de calor. • La sensación de temperatura depende de la rapidez de propagación del calor o del frío. • La piel o el tacto pueden determinar la temperatura. • La percepción de caliente o frío no está relacionada a la transferencia de energía. • Cuando la temperatura de ebullición permanece constante, algo "está mal". • La temperatura de ebullición de una sustancia es la máxima temperatura que puede alcanzar. • Un cuerpo frío no contiene calor. • La temperatura de un objeto depende de su tamaño. • No hay límite en la temperatura más baja. • La temperatura puede transferirse. • Objetos de diferente temperatura que están en contacto uno con otro o en contacto con el aire a diferentes temperaturas, no necesariamente llegan a la misma temperatura (el equilibrio térmico no es un concepto). • Los objetos calientes naturalmente se enfrían, los objetos fríos se calientan naturalmente. • El calor fluye más lentamente a través de los conductores haciéndolos sentir calientes. • La teoría cinética no explica realmente la transferencia de calor (las explicaciones son recitadas, pero no creídas).

<p>Calor específico y propiedades térmicas (Herrington, 2011) (Yeo y Marjan, 2001)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • El calentamiento siempre produce un aumento de temperatura. • La temperatura es una propiedad particular de un material u objeto. • El metal tiene la habilidad de atraer, sostener, intensificar o absorber tanto el calor como el frío. • Los objetos que se fácilmente calientan no se enfrían con facilidad. • Diferentes materiales mantienen la misma cantidad de calor. • Los materiales como la lana tienen la capacidad de calentar las cosas. • Algunos materiales son difíciles de calentar: son más resistentes al calor.
<p>Entalpía de reacción (Trejo, Delgado, y Flores, 2009)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • La energía asociada a la reacción química se considera más un efecto secundario o causa que parte importante de ella como la transformación de sustancias y la conservación de masas y elementos. • Los alumnos confunden conceptos relacionados a partículas y sus interacciones (átomos, moléculas, iones, enlaces, etc.). • Muchos estudiantes piensan que romper un enlace libera energía, sea porque cotidianamente se necesita energía para construir algo, porque se dice que combustibles y alimentos almacenan energía, porque enlace significa comúnmente una unión que necesita energía para ocurrir, etc., • Los alumnos confunden energía de activación con los efectos térmicos de una reacción.

De acuerdo a los fundamentos del constructivismo, es muy importante conocer los conocimientos previos de los estudiantes, para lo cual resulta fundamental realizar una evaluación diagnóstica con características reflexivas donde los estudiantes puedan explicar sus ideas, por lo que es común encontrar reactivos de respuesta abierta. (Fonseca Madrigal, 2015) (Herrington, 2011) (Barrera Guerrero, 2009)

Algunos autores refieren que los estudiantes pueden presentar problemas en identificar las relaciones entre el cambio de temperatura de los materiales y el calor asociado; para ayudar a los estudiantes a corregir sus concepciones alternativas, sugieren que los estudiantes sean quienes diseñen las actividades prácticas. (Herrington, 2011), entre los que encontramos la diferencia entre temperatura y calor, la concepción de que el calor es una sustancia y que todos los objetos que se calientan aumentan su temperatura (Ali Alwan, 2011).

Se han realizado estudios en los que se ha involucrado a los estudiantes para valorar sus entornos más efectivos de aprendizaje, al comparar aquellos en donde existen materiales animados e interactivos con respecto a los materiales estáticos, notándose una preferencia muy evidente sobre los primeros. (Gupta-Bhowon, 2009)

2.3 Secuencias didácticas para la enseñanza.

De acuerdo con Campos (2014) la enseñanza es una actividad en la que se trasciende en el momento en el que un educador con su testimonio de vida comunica un conocimiento y fomenta el desarrollo de una destreza en sus educandos; y la única forma de romper con la monotonía y de la terrible cotidianeidad al educar es mediante la didáctica (griego: *didaskhein*) en la que se busca explicar, instruir, enseñar generando procesos que utilizan técnicas y métodos destinados a realizar una práctica efectiva.

Una secuencia didáctica es: *un conjunto de actividades de enseñanza que encadenadas lógicamente se enfocan en el logro de un objetivo de aprendizaje.*

En forma sintética se pueden señalar 5 elementos esenciales de una secuencia didáctica: (1) Situación humana, (2) Habilidades a Desarrollar, (3) Actividad de Aprendizaje, (4) Evaluación de procesos y productos, (5) Toma de conciencia del proceso de aprendizaje. Cada una de las secuencias didácticas se estructura en dos ejes principales de desarrollo (Figura 3). El primer eje es el desarrollo psico-social del adolescente en un extremo y el desarrollo del pensamiento lógico en el otro.

La etapa de desarrollo psicosocial por la que atraviesan los adolescentes entre 12-20 años, es la preocupación por la impresión que los demás tienen de él. Busca personas con las cuales se identifica de manera positiva o negativa. Necesita asociarse con grupos para afirmar su personalidad. La identidad psicológica y biológica se une en torno a una opción vocacional (Identidad vs. Confusión de identidad) (Erickson, 1972).

Estas etapas del desarrollo psicosocial que presenta Erickson se dan de manera simultánea al desarrollo cognitivo del adolescente quien también refiere los estudios de Jean Piaget (1973), el cual describe a la conducta clave en la etapa de la adolescencia entre 14-20 años, como Operaciones Formales, y se refiere al uso de pensamiento abstracto. El adolescente inicia el proceso de integrar el método deductivo a sus herramientas de pensamiento. Es en este momento que el adolescente inicia a pensar en leyes, principios, establecimiento de hipótesis y posteriormente comprobarlas en los hechos. El estudio de las ciencias exactas favorece este momento de maduración de las personas. La resolución de problemas se transforma en una forma permanente de afrontar la realidad. Este tipo de pensamiento es clave para establecer metas y planes a mediano y largo plazo refiere Erickson (1972) de acuerdo a la Teoría Cognitiva de Piaget, (1973).

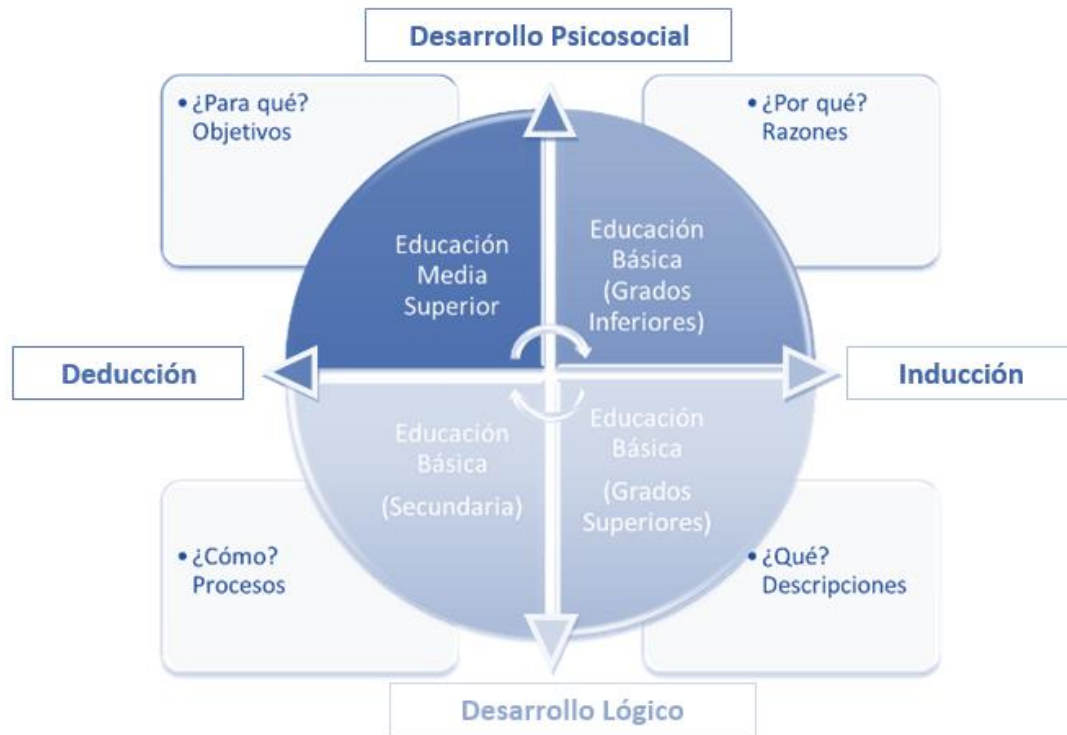


Figura 3 La integración de los dos ejes señalados: (1) Desarrollo psico-social-lógico de la persona y (2) Método inductivo y deductivo para el aprendizaje se conforma en cuatro cuadrantes que permiten evaluar el espacio en el cuál debe de desarrollarse la secuencia didáctica, modificado de (Campos Hernández Ded, 2014).

Para los estudiantes de bachillerato, es recomendable utilizar el método deductivo, que es el proceso básico de adquisición del conocimiento por el que una persona parte de una ley, principio o norma general para derivar una conclusión aplicable a un caso particular. Es el camino normal de un investigador que a partir de un conjunto de leyes y teorías de un campo de conocimiento inicia el proceso para validar si en todos los casos aplican los principios definidos. Entre las etapas básicas del método deductivo se tienen:

- Observación del hecho a estudiar.
- Creación de una hipótesis.
- Evaluación, verificación y comprobación de la hipótesis.
- Deducción de consecuencias y proposiciones por la comprobación de hipótesis (Campos Hernández Ded, 2014).

La secuencia didáctica orienta y facilita el desarrollo práctico del proceso de enseñanza aprendizaje con objeto de evitar la improvisación constante y la dispersión, mediante un proceso reflexivo en el que participan los estudiantes, los profesores, los contenidos de

la asignatura y el contexto, en la figura 4, se indican los elementos indispensables en una secuencia didáctica. Es además una buena herramienta que permite analizar e investigar la práctica educativa. (Obaya Valdivia y Ponce Pérez, 2007).

2.4 Las TIC's y el pizarrón digital interactivo

Las últimas tres décadas han aportado una profunda transformación económica y social donde se involucra el uso de las TIC's y las Tecnologías del Aprendizaje y el Conocimiento (TAC) que han trazado nuevas formas de relaciones humanas, de aprendizaje, de comunicación, de trabajo, donde el procesamiento y manejo de información se convierte en el centro de las actividades económicas y de la producción del conocimiento, implantándose de manera definitiva en las vidas de los individuos, consolidando y evolucionando la sociedad del conocimiento. Sin embargo, se plantea el grave problema de la brecha digital, puesto que el nivel de acceso y uso de TIC's es distinto según los países, sectores sociales, niveles de formación y capacidades tecnológicas, por la falta de infraestructura y conocimientos; lo que genera nuevos problemas de exclusión, desigualdad e injusticia social, que afecta el desarrollo del ser humano, la cultura y la sociedad. (Pérez Durán y Rocha Z, 2016)

Ante este contexto, el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo 2015 menciona “La globalización y las revoluciones tecnológicas, en particular la revolución digital, impulsan la transformación del trabajo. La globalización ha favorecido la interdependencia mundial y ha tenido importantes repercusiones en los patrones de comercio, la inversión, el crecimiento y la creación y destrucción de empleo, así como en las redes de trabajo creativo y voluntariado. Parece que estamos viviendo nuevas y aceleradas revoluciones tecnológicas.” (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, 2015)

En el Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018, se menciona textualmente en su documento acerca del tercer eje de acción referente a Educación:

“...La creación de verdaderos ambientes de aprendizaje, aptos para desplegar procesos continuos de innovación educativa, requiere de espacios educativos dignos y con acceso a las nuevas tecnologías de la información y comunicación. Una mejor educación necesita de un fortalecimiento de la infraestructura, los servicios básicos y el equipamiento de las escuelas...”
(Gobierno de la República, 2016) (Secretaría de Educación Pública, 2016).

Además, en el Plan de Desarrollo Institucional de la UNAM 2015-2019, se plantea como el séptimo programa estratégico “El acceso, uso, aplicación y desarrollo de las Tecnologías de Información y Comunicación para la mejora del ejercicio y cumplimiento óptimo de las funciones sustantivas de la Universidad, así como al uso de las Tecnologías del Aprendizaje y el Conocimiento para las actividades educativas.” (Graue Wiechers, 2016).

En el ciclo escolar 2008-2009 entró en vigor en México la Reforma Integral de la Educación Media Superior (RIEMS), con la cual el Estado pretende revertir algunos descuidos acumulados en la educación media superior (EMS) y, al mismo tiempo, crear las condiciones para que el país pueda incorporarse a un mundo globalizado y cada vez más competitivo (Subsecretaría de Educación Media Superior, 2008).

En la actualidad, los estudiantes cuyas edades se encuentran entre los 6-26 años de edad, tienen al alcance múltiples herramientas y dispositivos electrónicos que forman parte de su vida cotidiana y que han marcado sensiblemente su forma de pensar, actuar y concebir el mundo, dando origen a la “Generación NET”, como ahora se les denomina (Franco de la Rosa, 2000).

Esta nueva generación de “nativos digitales” (Presky, 2001), procesan muy distinto la información que sus predecesores (“inmigrantes digitales”), por lo que necesitan desarrollar competencias a partir del aprendizaje autónomo. Sin embargo, los docentes que trabajan con estas nuevas generaciones no se encuentran preparados para adaptar la enseñanza a las demandantes necesidades de los “nativos digitales”. Ante este nuevo panorama, se replantean las funciones del docente actualizado, y surge la necesidad de facilitar la inclusión de entornos de aprendizaje colaborativo donde la habilidad de utilizar distintas formas de comunicación con los estudiantes como las aulas en línea, las redes sociales y la realidad virtual lo acerquen a compartir información a través del internet en un movimiento que ya se conoce como “Conectivismo”, (Kropf, 2016).

Las características de los estudiantes de la generación que emplea el internet (generación NET) son, según Edel Navarro (2004):

- Su desarrollo está íntimamente ligado a la aparición de software que les permiten desempeñar actividades no solo escolares, de entretenimiento, comunicación, compra, servicios, etc., dando lugar a que prefieran la computadora frente al radio y la televisión.

- Al nacer en el contexto histórico del internet, desarrollan habilidad para la comunicación interactiva y simbólica que permite un entendimiento común, trascendiendo las barreras culturales, pudiendo expresar “emociones virtuales” a partir del teclado de la computadora.
- Son aprendices autónomos que adquieren información de una serie de nodos, para después compartir su experiencia con otros individuos (Conectivismo).
- Su desarrollo de habilidades de pensamiento gira en torno a la observación, búsqueda, comparación, clasificación, análisis y síntesis de información, estimulando en cierta medida su pensamiento creativo.
- Pueden desarrollar diferentes actividades de manera simultánea (escuchar musica, hacer la tarea, etc.) esto determina su gran capacidad de respuesta sensorial.

A partir del contexto en el que se desarrollan en la actualidad los estudiantes no sólo de Educación Media Superior (EMS), sino en todos los niveles, es comprensible que los métodos tradicionales de enseñanza y aprendizaje tengan poco alcance y lejos de motivar a los estudiantes, los alejen de la idea de disfrutar asignaturas como la Química. Algunas investigaciones previas sobre el uso de material digital e interactivo en los procesos de enseñanza, facilitan la representación microscópica de los fenómenos, incrementando el aprendizaje significativo notablemente en los estudiantes. (Milenkovi. , Segedinac, y Hrin, 2014) (López Carrasco, 2013)

Sin embargo, existe también evidencia que indica que no siempre el uso de materiales con visualizaciones interactivas favorece el aprendizaje, esto sucede cuando la manipulación de los contenidos educativos se realiza de una manera lúdica, sin ninguna intención específica (Patwardhan y Murthy, 2015).

Se define un Pizarrón Digital Interactivo (PDI) como un sistema tecnológico, generalmente integrado por una computadora, un vídeo proyector y un dispositivo de control de puntero, que permite proyectar en una superficie interactiva contenidos digitales en un formato idóneo para visualización en grupo (Figura 5) (Hernández Franco, 2011).

Se puede interactuar directamente sobre la superficie de proyección, permitiendo escribir directamente sobre ella y controlar los programas informáticos con un puntero o lápiz táctil. (Belenguer Alventosa, 2011)

Es importante recordar que en los inicios de los 80's las tecnologías innovadoras como el pizarrón digital interactivo eran aún objeto de estudio, en los 90's se comienzan a introducir como herramientas en la educación y es hasta después del 2000 que éste tipo de tecnología se ha vuelto un contexto de nuevas metodologías de enseñanza aprendizaje.

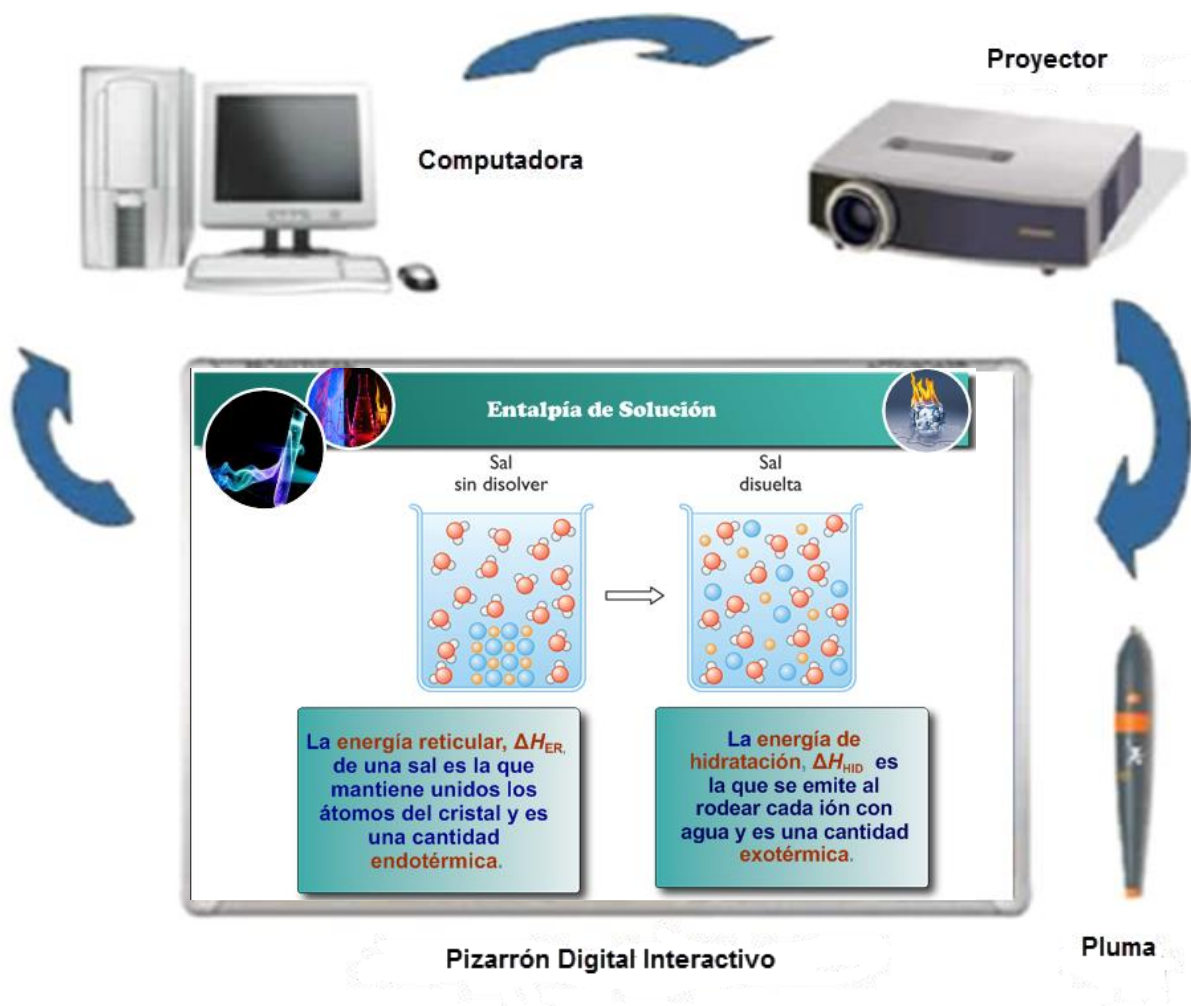


Figura 5 Partes que componen el sistema del pizarrón digital interactivo.

De acuerdo a algunos autores, se han identificado algunas ventajas del trabajo con PDI, por ejemplo, aportar diferentes herramientas para construir espacios de enseñanza más constructivistas y autónomos para el alumno, se ve favorecida la posibilidad de desarrollar la metacognición de los alumnos, a partir de la motivación, el interés y la facilidad de comprensión de los contenidos (por el uso de diferentes canales de comunicación) que se les proporcionan y desde el punto de vista del docente, fomenta la flexibilidad y la espontaneidad, dado que se puede acomodar a cualquier estrategia didáctica y también

es una oportunidad para el propio desarrollo profesional (Dorado Perea, 2011). En algunos casos se ha documentado el aumento en la participación de las clases interactivas, donde los estudiantes refieren cursos más divertidos donde se hace uso eficiente del tiempo lo cual se refleja en clases mejor organizadas, (Akkoyunlua y Erkan, 2013).

Las funciones que puede tener el pizarrón digital interactivo son muy variadas dado que sirve para crear y guardar imágenes interactivas, elaborar actividades lúdicas, así como también puede ser usada para la evaluación de conocimientos y habilidades. Para el docente puede ser útil para organizar actividades y sistemas de educación a distancia, de hecho, al incluir el pizarrón digital interactivo a los procesos de enseñanza y aprendizaje, abre nuevas oportunidades para:

- ❖ Usar tecnologías de la información para el aprendizaje eficiente de la química.
- ❖ Activar el desarrollo creativo entre los estudiantes para motivarlos en el aprendizaje (mejorando los resultados de la enseñanza).
- ❖ Elaboración de presentaciones que incluyan video o animaciones, que permitan pausar, resaltar e interactuar con las imágenes, transformándolas para mejorarlas.
- ❖ Enseñanza basada en problemas (generando, registrando y verificando ideas).
- ❖ Mejorar habilidades y aptitudes.
- ❖ Reutilizar el material multimedia para futuras presentaciones con la posibilidad de mejorarlo, incluso en tele conferencias y en educación a distancia.

Una posibilidad negativa es que los profesores abusen del recurso para ser éste el protagonista en lugar de promover la interacción entre los estudiantes, en su lugar es preciso capitalizar las cualidades del pizarrón digital interactivo para traer al aula actividades experimentales interactivas que de otra forma sería inviable llevar a cabo de manera experimental, o bien, explicaciones a escala molecular que sería imposible ver a simple vista. (Gupta-Bhowon, 2009).

Es importante recordar que los ambientes interactivos digitales conllevan una serie de necesidades y limitaciones que deben considerarse para la efectividad de los propósitos planteados en el proceso de enseñanza y aprendizaje. (Talanquer V. , 2009)

La primera introducción de un pizarrón digital interactivo fue por la empresa SMART Technologies® en el año 1991 (Smart Technologies, Inc., 2016) y ya desde esa fecha se ha convertido en una valiosa herramienta de instrucción valorada por muchas

instituciones, debido a que posee una gran variedad de aplicaciones y capacidades integradas diseñadas para mejorar la calidad de la enseñanza y el aprendizaje en el aula (Smart Technologies, 2009) (Figura 6).



Figura 6 Clases didácticas de química utilizando el pizarrón digital interactivo.

Por ejemplo, es posible proyectar videos y animaciones para mejorar la comprensión de algunos conceptos abstractos; incorporar recursos de la Web, ejecutar software especializado, editar textos, incorporar evaluaciones interactivas y guardar notas para su uso futuro. Todo lo anterior, promueve que el PDI estimule en los estudiantes la imaginación, la creatividad, el aprendizaje activo, la retroalimentación del trabajo individual y en equipo (Bakadam y Sharbib Asiri, 2012), en resumen, aumenta la interactividad de la clase, atrae, motiva y aumenta el rendimiento académico de los estudiantes.

Algunos autores documentan las ventajas del uso del PDI dentro de los siguientes rubros tanto para profesores como para alumnos:

- Permite al docente presentar con facilidad y eficacia recursos de Internet o de otra fuente informática.
- Aumenta la motivación y la satisfacción de los docentes y los estudiantes gracias al uso de fuentes más variadas, dinámicas y divertidas.
- Contempla distintos estilos de aprendizaje de los alumnos, ya que los profesores disponen de muchos y variados recursos para atender sus necesidades.
- Facilita al profesorado compartir y usar varias veces materiales didácticos.

- Mueve a los docentes a cambiar su manera de enseñar y les anima en su desarrollo profesional. (Figura 7)

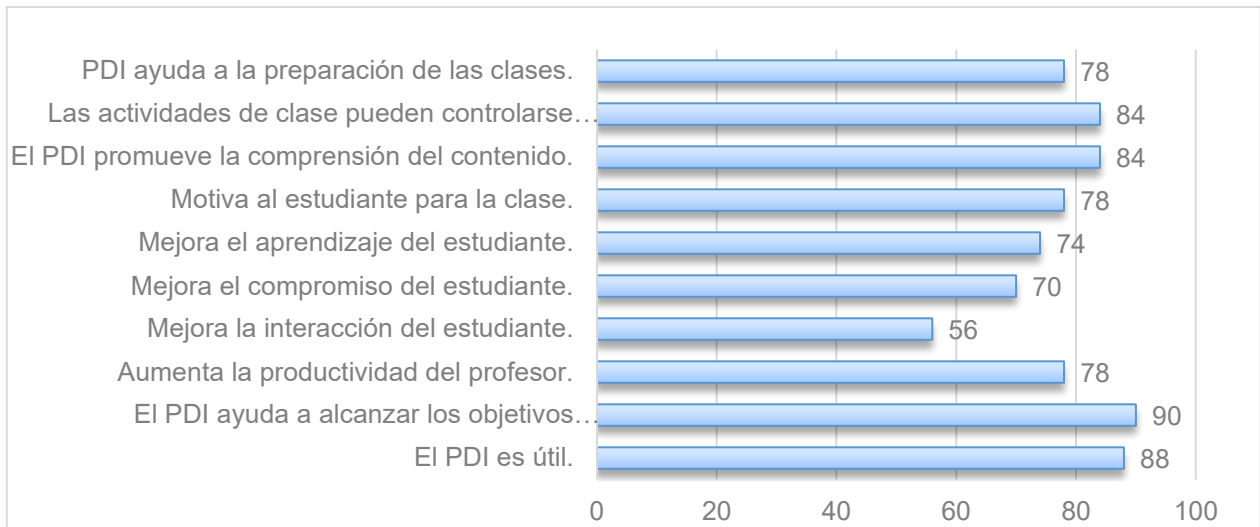


Figura 7 Las percepciones de los profesores hacia los beneficios del PDI.

De la misma forma, existen inconvenientes en el uso habitual del PDI, como los que se nombran a continuación:

- Dedicar más tiempo para preparar las clases.
- Problemas de conexión a Internet.
- Sombra que se proyecta sobre la PDI, si el proyector es de larga distancia.
- Mantenimiento de los equipos.
- No siempre existe una mejoría en el aprendizaje de los estudiantes (Domingo Coscolla, 2011).

2.5 Smart Notebook Software®

El PDI viene con un software especial (Smart Notebook Software® versión 15.2), el cual se ejecuta para poder escribir en él utilizando el lápiz o con los dedos. El software también incluye varias propiedades adicionales parecidas a los programas de presentación que contiene una interfaz con cuatro regiones principales como se muestra en la figura 8.

Herramientas dentro del Software del PDI:

1. Cámara instantánea.
2. Pantalla y elementos para revelar y compartir.
3. Grabar sesiones de aprendizaje.

- Rotuladores para escribir, dibujar y anotar.
- Archivos electrónicos anexos a la lección.

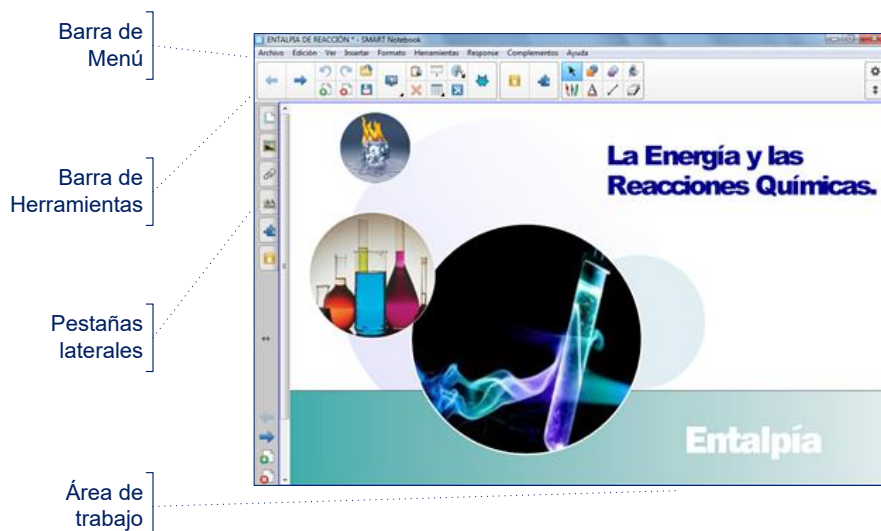


Figura 8 Interfaz del software Smart Notebook 2016 ®.

- Biblioteca de imágenes clasificadas por temas y de actividades prediseñadas (Figura 9).
- Software de evaluación (senteo) (figura 10).

¿Qué es la temperatura?

La **Temperatura** es una propiedad que refleja la velocidad promedio de las partículas en una sustancia.

skool.com

Changes of State

Liquid Water

Current temperature 20 °C

ROOM TEMP

100°C
50°C
0°C

SMART Supporting Education intel

The Periodic Table represents elements in such a way as to highlight their similarities and differences.

INSTRUCTIONS

Explore the Periodic Table below by clicking on the elements. You can use the '- Select Element -' drop-down menu to quickly Jump straight to an element. More information can be found out about periods (rows) and groups (columns) by clicking on the relevant button along the left-hand side or along the top of the table.

There is also a game you can play to test your knowledge.

	I	II		III	IV	V	VI	VII	VIII									
Period 1			H						He									
Period 2	Li	Be		B	C	N	O	F	Ne									
Period 3	Na	Mg	Transition metals		Al	Si	P	S	Cl	Ar								
Period 4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
Period 5	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
Period 6	Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
Period 7	Fr	Ra	Ac															

Metals Non-metals

- Select Element - Instructions Find the Elements Unlock the Code

ClickScience Ampliar página © 3E's Multimedia

Figura 9 Herramientas de galería y actividades del SMART Notebook®.

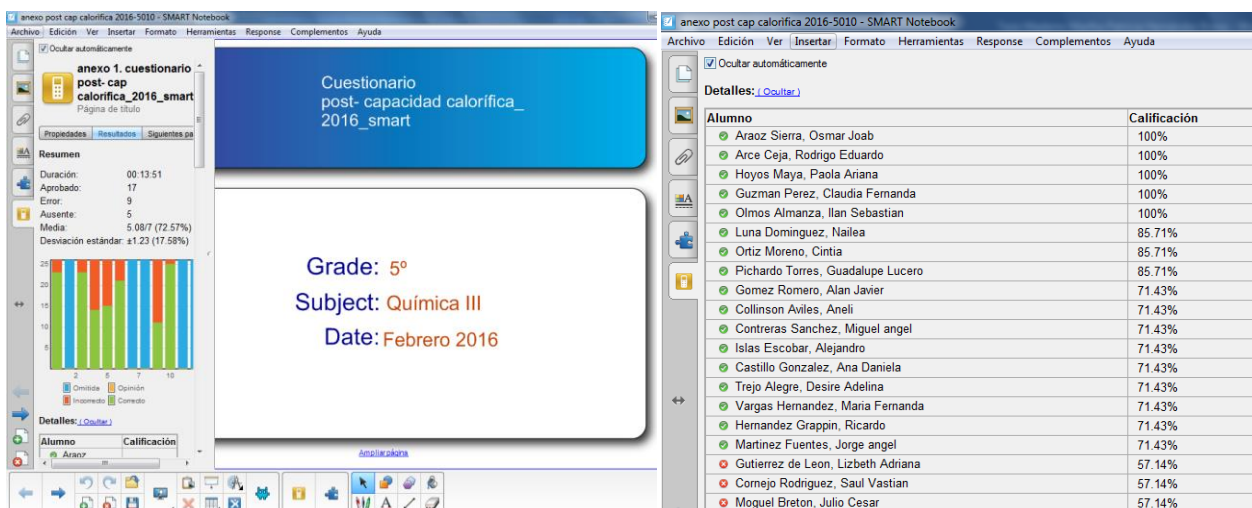


Figura 10 Complementos de Evaluación de SMART Notebook®

2.5.1 Senteo.

De acuerdo a la Real Academia de la Lengua, “evaluar” se refiere a la valoración de los conocimientos, actitudes o rendimiento de una persona, sin embargo, en el ámbito educativo el significado es mucho más complejo, la evaluación es el proceso de identificar, obtener información útil y descriptiva acerca del valor y el mérito de las metas, la planificación, la realización y el impacto de un objeto determinado, con el fin de servir de guía para la toma de decisiones, solucionar los problemas de responsabilidad y promover la comprensión de los fenómenos implicados. El propósito más importante de la evaluación no es demostrar, sino perfeccionar.

Dentro de los retos educativos del siglo XXI, se encuentra incorporar la evaluación como una forma no sólo de medir el aprendizaje, sino de mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje (Parra Marín, 2008).

Es además pertinente abordar el proceso de evaluación dentro del aprendizaje, contextualizando las diversas necesidades que surgen a partir de una cultura del consumo, donde la sociedad exige un rendimiento de cuentas en función del aprendizaje del estudiante y si éste cumple las expectativas y las competencias necesarias para desempeñarse con éxito no solo en su vida personal sino también en su comunidad.

Desde este punto de vista, se plantea una perspectiva distinta en la evaluación educativa, los objetivos no se centran en la enseñanza, sino en el aprendizaje; los contenidos sujetos a evaluación ahora son tanto factuales, procedimentales, actitudinales, como el conjunto de capacidades, habilidades y valores (transversales) del estudiante para que de esta

forma se logre incidir a la par en el proceso de enseñanza y aprendizaje, con el fin de regular el proceso para ajustar condiciones pedagógicas (retroalimentar). Además de esta condición formativa de la evaluación, otra característica es que debe ser “formadora”, es decir, es deseable que ayude a que el alumno aprenda a autorregularse y a aprender (traspaso de responsabilidad).

Es importante señalar que estos cambios en la naturaleza de los elementos que intervienen en la evaluación obedecen a los conocimientos, habilidades y competencias que son socialmente relevantes en la actualidad (Díaz-Barriga Arceo, 2002).

El sistema interactivo de evaluación conocido como “senteo”, es un sistema de respuesta inalámbrico que se caracteriza por el uso del software del PDI, que facilita la evaluación continua de los alumnos mediante un sistema de votación que permite a los estudiantes responder evaluaciones, así como encuestas que se plantean en la pizarra digital interactiva (Figura 10). Cada alumno dispone de un dispositivo de entrada para las respuestas como celular, tabletas, controles o terminales de computadora, donde pueden responder a las preguntas y los resultados se pueden mostrar inmediatamente sobre el PDI en un formato gráfico tanto de forma anónima como identificando a cada alumno de acuerdo a un mando determinado. Los resultados se presentan en formato gráfico y pueden exportarse a una hoja de cálculo. (Hervás Gómez C. , 2010).

Esta forma de evaluación, además de potenciar la motivación y atención de los estudiantes, constituye una valiosa herramienta para retroalimentarlos con resultados inmediatos que además promueve un comportamiento activo por parte del alumno. Por todas las características anteriores, es de esperarse que este tipo de evaluación optimice el aprendizaje de los alumnos y además facilite el proceso de enseñanza debido a que los resultados se presentan en formato gráfico y pueden exportarse a una hoja de cálculo.

2.6 La química a micro escala

Ya desde las investigaciones de Pozo y Gómez Crespo (1998) se distingue la diferencia entre la naturaleza del conocimiento conceptual y el procedimental, principalmente se debe a la dificultad entre convertir los pensamientos en acciones y viceversa. Los trabajos prácticos constituyen una de las actividades más importantes en la enseñanza de las ciencias, debido a que permiten una multiplicidad de objetivos: la familiarización, observación e interpretación de los fenómenos que son objeto de estudio en las ciencias,

el contraste de hipótesis, el aprendizaje del manejo de instrumentos y técnicas de laboratorio; la aplicación de estrategias para la resolución de problemas teóricos o prácticos, en definitiva, la comprensión procedimental de la ciencia. (Garritz Ruiz y Irazoque Palazuelos, 2004).

Existen varias propuestas para la enseñanza de las ciencias, pero un común denominador es integrar varios enfoques como los propuestos por Campanario y Moya, (1999):

- La enseñanza de las ciencias basada en la resolución de problemas.
- El cambio conceptual como punto de partida de las ideas constructivistas.
- El aprendizaje de las ciencias como un proceso de investigación dirigida.
- La enseñanza de las ciencias y el desarrollo de las capacidades meta cognitivas.
- El diseño de unidades didácticas para la enseñanza de las ciencias.

Los cursos de fisicoquímica abstracta son considerados de los más difíciles entre los estudiantes, las razones pueden deberse a los requerimientos para su aprendizaje como lo es la estrecha relación con las matemáticas y la expansión del pensamiento lógico hacia el abstracto (generalización), necesario para la comprensión de modelos y el desarrollo de procedimientos. (Gupta-Bhowon, 2009)

El trabajo en el laboratorio resulta ser una oportunidad extraordinaria para relacionar los fenómenos fisicoquímicos desde el punto de vista microscópico con el enfoque macroscópico, es decir, en estos entornos los estudiantes pueden establecer los puentes cognitivos que relacionen los conceptos teóricos con sus observaciones experimentales. (George, 2009)

Como una ventaja adicional, el trabajo de laboratorio desarrolla algunas habilidades como la manipulación de material y equipo, diseño de experimentos, observación e interpretación, solución de problemas, pensamiento crítico, comunicación, recolección de datos, procesamiento y análisis; destreza en el trabajo manual, desarrollo de práctica de trabajo seguro, habilidad en la identificación de riesgos, manejo del tiempo, comportamiento ético y profesional, aplicación de nuevas tecnologías y trabajo colaborativo. El trabajo efectivo en el laboratorio no se limita a seguir una “receta” sino a proponer los experimentos que puedan resolver un contexto real en la vida de los estudiantes. Sin embargo, para lograr el aprendizaje es necesario que haya una guía del docente, así como la apropiada selección de los experimentos en contexto que pueden

alcanzar una mejoría en la motivación de los estudiantes que al interactuar entre ellos logran incluso apoyarse entre pares para lograr un aprendizaje colaborativo. Mediante la secuenciación adecuada de las actividades es posible reducir la angustia que causa el entorno de laboratorio sobre los alumnos, y así garantizar que la memoria de trabajo se enfoque en el aprendizaje significativo. Existen pocos proyectos con una base de conocimientos pedagógicos que sustenten el trabajo experimental en el laboratorio, como el proyecto Avancino Chemistry by Enhanced Learning in the Laboratory (ACELL) en Australia, donde se demostró una fuerte correlación entre las actividades experimentales y la experiencia de aprendizaje de los estudiantes (habilidades de interpretación de datos, comprensión de la química y capacidad de responsabilizarse de su propio aprendizaje) (George, 2009).

Se entiende como química a pequeña escala a las experiencias prácticas que pretenden reducir a la mínima expresión posible la escala de los componentes con los que se realiza una experimentación exitosa; entre sus ventajas se encuentran:

- a) La reducción en la cantidad de residuos producidos y pérdidas mecánicas,
- b) Reducción de costos en el uso de reactivos, recolección y reciclado,
- c) Disminución en el uso de energía,
- d) Reducción en la duración de los experimentos, con la posibilidad de aumentar la diversificación,
- e) Aumento en la seguridad e higiene (fácil manejo de desechos, menor exposición de sustancias tóxicas, menor peligro de fuego y explosiones, disminución de accidentes por derramamiento de productos químicos),
- f) Aumentar la capacidad de almacenamiento,
- g) Los estudiantes son más cuidadosos en sus operaciones, desarrollando habilidades que no adquirirían trabajando a escala normal además de hacer más eficiente el tiempo, que pueden dedicar al análisis e interpretación de resultados. (Doria Serrano et al, 2009).

CAPÍTULO III

3. MARCO DISCIPLINAR

3.1 Algunos conceptos fundamentales de termodinámica para educación media superior.

Los principales inconvenientes que se encuentran al definir algunos conceptos termodinámicos son los diversos enfoques de acuerdo a cada autor.

Con el objetivo de identificar lo anterior, se presentan a continuación cinco tablas comparativas que hacen referencia a las definiciones utilizadas por algunos autores relacionadas a los principales conceptos termodinámicos como son energía, calor, temperatura, entalpía y capacidad calorífica (Tablas 7, 8, 9, 10 y 11, respectivamente).

A partir de este análisis, es claro identificar que a medida que el autor se dirige a los estudiantes de mayor nivel, las explicaciones son mucho más específicas incluyendo lenguaje científico, simbólico y representaciones nanoscópicas, en contraste con las de los autores dirigidos a bachillerato, las cuales son muy generales y utilizando lenguaje cotidiano.

En virtud de que el presente trabajo está dirigido a estudiantes de bachillerato, resulta conveniente revisar los conceptos termodinámicos a profundidad para adaptar la intervención pedagógica y lograr el cambio conceptual cuando se requiera.

De forma general el cambio conceptual ocurre cuando un concepto es reasignado de una categoría de entendimiento a otra, es decir, en el mundo existen diferentes entidades categorizadas con las que podemos clasificar el universo en general como *materia* (cosas) y *procesos* (interacciones basadas en restricciones); sin embargo, algunos estudiantes confunden conceptos clasificándolos en la categoría equivocada. (Chi, Slotta, y De Leeuw , 1994).

Tabla 7 Comparación del concepto de energía.

<p>International Union of Pure and Applied Chemistry, Gold Book 2a Ed., 2016</p>	<p>En termodinámica es la energía interna de un sistema y el cambio de energía interna, ΔU, es la suma de calor y trabajo relacionados al sistema. Sólo los cambios en la energía interna son medibles.</p>
<p>Levine, 2014</p>	<p>En un sistema termodinámico, la energía total de un cuerpo es $E = K+V+U$, donde K y V son las energías potenciales y cinéticas macroscópicas (no moleculares) del cuerpo (debidas al movimiento del cuerpo a través del espacio y la presencia de campos que actúan sobre el cuerpo; y U se refiere a la energía interna es la suma de las energías moleculares (traslacional, rotacional, vibracional y electrónica) y a las interacciones intermoleculares.</p>
<p>Chang y Goldsby, Química 11 Ed., 2013.</p>	<p>La energía interna de un sistema tiene dos componentes: energía cinética y energía potencial. El componente de energía cinética consiste en los diversos tipos de movimiento molecular y en el movimiento de los electrones dentro de las moléculas. La energía potencial está determinada por las fuerzas de atracción entre los electrones y los núcleos, por las fuerzas de repulsión que existen entre los electrones y entre los núcleos de moléculas individuales, así como por la interacción entre las moléculas.</p>
<p>Brown, 2015.</p>	<p>La capacidad de hacer trabajo o de transferir calor.</p>
<p>Garriz, Gasque y Martínez, Química Universitaria, 2005.</p>	<p>La energía es una propiedad abstracta de los sistemas físicos y químicos. Al transferirle energía a un sistema, ya sea en forma de calor o en forma de trabajo, hacemos que cambie su energía. A esta energía le llamaremos el cambio de la energía interna del sistema (ΔE_{sist}).</p>
<p>Hewitt, 2009</p>	<p>Se suele definir como la capacidad de efectuar trabajo; tiene muchas formas y sólo se puede conservar (su cantidad total nunca cambia). No es una sustancia material.</p>
<p>(Sears, Zemansky, Young, y Freedman, 2004)</p>	<p>La energía interna de un Sistema se define tentativamente como la suma de las energías cinéticas de todas sus partículas constituyentes, más la suma de todas las energías potenciales de interacción entre ellas.</p>

Tabla 8 Comparación del concepto de calor.

<p>International Union of Pure and Applied Chemistry, Gold Book 2a Ed., 2016.</p>	<p>Energía transferida de un cuerpo más caliente a otro más frío debido a un gradiente de temperatura.</p>
<p>Levine, 2014.</p>	<p>Es una forma de transmisión de energía entre el sistema y los alrededores, debida a una diferencia de temperatura. Esto es causado por los choques entre moléculas de dos cuerpos que producen una transferencia de energía cinética desde el cuerpo más caliente al más frío. El calor es trabajo efectuado a nivel molecular.</p>
<p>Chang y Goldsby, Química 11 Ed., 2013.</p>	<p>El calor es la transferencia de la energía asociada al movimiento aleatorio de los átomos y las moléculas entre dos cuerpos que están a diferentes temperaturas.</p>
<p>Brown, 2015.</p>	<p>El flujo de energía de un cuerpo con temperatura más alta hacia otro con temperatura más baja, cuando se encuentran en contacto.</p>
<p>Garriz, Gasque y Martínez, Química Universitaria, 2005.</p>	<p>El calor es la transferencia de energía entre un sistema y los alrededores debido a que hay una diferencia de temperatura entre ambos. La transferencia de energía en forma de calor ocurre cuando la temperatura del sistema y los alrededores, es distinta. El sentido de la transferencia espontánea de energía en forma de calor es siempre del ente que está a mayor temperatura hacia aquel que tiene menor temperatura. La transferencia de energía en forma de calor ocurre hasta que ambos entes alcanzan la misma temperatura de equilibrio. Se dice entonces que se alcanza el equilibrio térmico.</p>
<p>Hewitt, 2009.</p>	<p>Energía que fluye de un objeto a otro en virtud de una diferencia de temperatura. Se expresa en calorías o joules.</p>
<p>Sears, Zemansky, Young, y Freedman, 2004.</p>	<p>A la transferencia de energía que se da exclusivamente por una diferencia de temperatura se llama flujo de calor y la energía así transferida se llama calor.</p>

Tabla 9 Comparación del concepto de temperatura.

International Union of Pure and Applied Chemistry, Gold Book 2a Ed., 2016.	Cantidad básica en que se fundamenta el sistema de cantidades del Sistema Internacional (SI). Forma corta para temperatura termodinámica, Celsius o Fahrenheit.
Levine, 2014.	Es una función de estado intensiva que tiene el mismo valor para dos sistemas en equilibrio térmico.
Chang y Goldsby, Química 11 Ed., 2013.	La energía cinética promedio de las moléculas es proporcional a la temperatura de un gas en grados Kelvin.
Brown, 2015.	La temperatura absoluta de un gas es una medida de la energía cinética media de sus moléculas.
Garriz, Gasque y Martínez, Química Universitaria, 2005.	La cantidad que nos indica qué tan frío o qué tan caliente está un objeto en comparación con una referencia, es la temperatura. La temperatura no depende de la cantidad de materia, por lo que es una propiedad intensiva.
Hewitt, 2009.	Medida de la energía cinética promedio de traslación, por molécula de una sustancia; se expresa en grados Celsius o Kelvin.
Sears, Zemansky, Young, y Freedman, 2004.	Definición macroscópica: El concepto de temperatura se origina de las ideas cualitativas de "caliente" y "frío" basadas en el sentido del tacto. Un cuerpo que se siente caliente suele tener una temperatura más alta que un cuerpo similar que se siente frío. Así, la temperatura es una medida de "calidez" o "frialidad". Definición microscópica: La temperatura es proporcional a la energía cinética traslacional de una mol de moléculas de gas ideal.

Tabla 10 Comparación del concepto de entalpía.

International Union of Pure and Applied Chemistry, Gold Book 2a Ed., 2016.	Energía interna de un sistema más el producto de presión y volumen. Su cambio en un sistema es igual al calor traído al sistema a presión constante.
Levine, 2014.	Es una propiedad extensiva de un sistema que representa la suma de la energía interna y el trabajo expresado como el producto de PV . ΔH se refiere al cambio de entalpía para un proceso que es función de estado.
Chang y Goldsby, Química 11 Ed., 2013.	Cantidad termodinámica que se utiliza para describir los cambios de energía que se llevan a cabo a presión constante.
Brown, 2015.	Una cantidad definida por la relación $H = U + PV$; el cambio de entalpía, ΔH , para una reacción que se produce a presión constante es el calor desprendido o absorbido en la reacción: $\Delta H = q_p$.
Garriz, Gasque y Martínez, Química Universitaria, 2005.	La energía transferida en forma de calor por un sistema a presión constante es igual al cambio en la entalpía del sistema, es decir, q_p y ΔH .
Hewitt, 2009.	No lo define.
Sears, Zemansky, Young, y Freedman, 2004.	No lo define.

Tabla 11 Comparación del concepto de capacidad calorífica.

International Union of Pure and Applied Chemistry, Gold Book 2a Ed., 2016.	El calor suministrado a un sistema para aumentar su temperatura dividido por ese aumento de temperatura. A volumen constante, $C_V = \left(\frac{\partial U}{\partial T}\right)_V$, a presión constante, $C_P = \left(\frac{\partial H}{\partial T}\right)_P$, donde U es la energía interna y H la entalpía del sistema.
Levine, 2014.	Es el calor transferido a un cuerpo de composición constante cuando se somete a un cambio de temperatura (puede ser a presión o a volumen constante).
Chang y Goldsby, Química 11 Ed., 2013.	Cantidad de calor que se requiere para elevar la temperatura de una cantidad dada de sustancia en un grado Celsius.
Brown, 2015.	La cantidad de calor necesaria para elevar la temperatura de una muestra de materia 1 ° C (o 1 K).
Garriz, Gasque y Martínez, Química Universitaria, 2005.	La capacidad calorífica es la cantidad de energía que se requiere darle a una sustancia para que eleve la temperatura en una unidad. Si se especifica que se tiene un gramo de sustancia, entonces se tiene la capacidad calorífica específica.
Hewitt, 2009.	Cantidad de calor necesaria para elevar un grado Celsius (o lo que es lo mismo, un Kelvin) la temperatura de una unidad de masa de una sustancia. Con frecuencia sólo se dice capacidad calorífica o calor específico.
Sears, Zemansky, Young, y Freedman, 2004.	Usamos el símbolo Q para cantidad de calor. Cuando el calor está asociado a un cambio de temperatura infinitesimal dT . Lo llamamos dQ . Se observa que la cantidad de calor Q necesaria para elevar la temperatura de una masa m de cierto material de T_1 a T_2 es aproximadamente proporcional al cambio de temperatura $\Delta T = T_2 - T_1$ y a la masa m del material.

3.2 Energía, Calor y Temperatura en Educación Media Superior.

3.2.1 Energía

Los progresos técnicos de la humanidad han sido dirigidos por la capacidad de producir, dominar y utilizar la energía. La energía es la capacidad de la materia para hacer trabajo o producir calor; y puede ser convertida de una forma en otra. La energía es una propiedad de todo cuerpo o sistema material en virtud de la cual éste puede transformarse, modificando su situación o estado, así como actuar sobre otros originando sobre ellos procesos de transformación (Barrera Guerrero, 2009).

En química, la energía se libera más frecuentemente como calor. En todos los cambios químicos la materia absorbe o libera energía y se pueden producir diferentes formas de energía.

Por el contrario, la energía se utiliza para provocar cambios químicos y éstos se utilizan a menudo para producir energía en lugar de nuevas sustancias. La energía generada por la quema de combustibles, por ejemplo, es más importante que las nuevas sustancias que se forman. (Morris y Arena, 2014).

La rama de la química que estudia la energía involucrada en las transformaciones químicas se conoce como Termodinámica. Por lo general esta energía se manifiesta en forma de calor (detectable la mayoría de las veces como un cambio de temperatura) y trabajo (debido a la expansión o compresión de gases que intervengan en la reacción).

La ciencia que estudia de manera general los flujos de energía en la naturaleza se le conoce como termodinámica, la cual es vital para que todas las áreas de la ciencia se desarrollen y se vinculen con la tecnología que toda la industria requiere para su crecimiento.

En termodinámica se conoce como sistema a la parte limitada y bien definida del universo que es objeto de estudio y las variables termodinámicas son aquellas magnitudes que definen la situación de un sistema en un instante dado y pueden cambiar a medida que el sistema evoluciona, así, un sistema quedará definido si se da el valor de las variables que afectan al sistema. En un sistema gaseoso, éstas variables son el volumen (V), la presión (P), la temperatura (T) y la concentración de reactivos y productos.

En termodinámica se denomina función de estado a aquella variable cuyo valor no depende de la forma en que se haya producido la transformación. (Rodríguez Zavala, 2009).

Cada vez que se produce un cambio químico, ocurre una transformación de la energía; estos cambios de energía que ocurren en muchos sistemas han sido estudiados a fondo y nunca se ha encontrado que un sistema que adquiera energía excepto a expensas de la energía poseída por otro sistema. Esta es la ley de la conservación de la energía: la energía no se crea ni se destruye, aunque puede transformarse de una forma a otra; también conocida como la primera ley de la termodinámica. Esto quiere decir que toda la energía que un sistema llega a perder es ganada por los alrededores y viceversa.

Recordando, la energía se puede intercambiar entre un sistema y sus alrededores de dos maneras. Una es realizando trabajo, considerándose las variables macroscópicas presión, temperatura y volumen; o bien la otra manera es en forma de calor, siendo a nivel nanoscópico.

Con el objeto de aplicar esta ley cuantitativamente es necesario definir a la energía de un sistema de una forma más precisa.

La energía total de un sistema recibe el nombre de energía interna (U). A nivel nanoscópico es el resultado de la suma de la energía cinética (resultado del movimiento de átomos, moléculas y electrones) y la energía potencial (aquella que poseen las sustancias debido a los enlaces químicos entre los átomos y a las atracciones entre moléculas). La energía interna no incluye la energía potencial debida a la interacción entre el sistema y su entorno. Se considera una propiedad extensiva, ya que depende de la masa del sistema. Sería imposible medir la energía de todos los movimientos que se generan en un sistema, por lo que, a nivel macroscópico, sólo se pueden calcular los cambios de energía interna (ΔU) que se efectúen en un proceso:

$$\Delta U = U_{\text{final}} - U_{\text{inicial}} = q + w$$

Donde q es el calor y w es el trabajo. Un ΔU positivo significa que el sistema ha ganado energía, mientras que un ΔU negativo hace referencia a que el sistema ha perdido energía dándosela a los alrededores.

Según (Hewitt, 2009) el calor es la transferencia de energía hacia un cuerpo para cambiar su temperatura, este flujo de energía siempre se dirige del cuerpo con mayor temperatura a otro con menor temperatura. Es importante identificar que el calor no lo poseen los cuerpos, sólo fluye a través de ellos. La cantidad de calor transferido depende de la cantidad de materia y las unidades más utilizadas para su medición son el Joule y la caloría. Todos los cuerpos contienen un total de energía, también conocida como "energía interna", la cual es la suma de las energías de traslación de las moléculas en movimiento, energía cinética de rotación de las moléculas y energía cinética debida a movimientos internos dentro de los átomos de las moléculas, así como energía potencial debido a los enlaces entre las moléculas, por todo lo anterior sabemos que las sustancias poseen energía interna, más no calor. Teniendo en cuenta que los modelos gaseosos facilitan la deducción y explicación de algunos fenómenos y basados en la teoría cinética corpuscular.

Debido a que la transferencia de calor hacia y desde el sistema es motivo de estudio, se define una cierta terminología especial para indicar la dirección de transferencia. Cuando un proceso se produce en la que el sistema absorbe el calor, el proceso se denomina endotérmica (endo significa "en"). Un proceso en el que el sistema pierde calor se llama

exotérmica (exo significa "*fuera de*"). Durante un proceso exotérmico las salidas de calor fluyen fuera del sistema hacia el entorno (Brown, 2015).

3.2.2 Calor

En la actualidad, no hay acuerdo entre científicos y educadores de ciencias sobre si el calor debe definirse como un "proceso de transferencia de energía" o "forma de energía". Por ejemplo, los estudiantes pueden concebir el calor como "energía cinética molecular", pero la interpretación de esta concepción alternativa depende de la metodología de los investigadores educativos y la definición de calor.

Romer (2001), afirmaba que el calor no es una sustancia y presenta uno de nuestros problemas lingüísticos más serios. No sólo es una palabra común en el mundo exterior, sino que además su frecuente uso indebido refuerza opiniones antiguas y erróneas del mundo y estimula el pensamiento descuidado; por lo que es recomendable en su lugar, hablar de "transferencia de calor" o "flujo de calor", esa construcción lingüística es aceptable porque queda claro que el calor es una abreviatura para la energía en tránsito. Desde el punto de vista termodinámico el calor no es una función de estado, es decir, su valor depende de la trayectoria del proceso, por lo que no tiene sentido preguntar "cuándo calor tiene un sistema". El calor, por tanto, es un proceso; antes y después del proceso de transferencia de energía entre el sistema y los alrededores, el calor no existe. Es decir, el calor es una transferencia de energía entre el sistema y los alrededores a nivel molecular, debida a una diferencia de temperaturas. El calor es una forma de transferencia de energía, más que una forma de energía. Cuando se ponen en contacto dos cuerpos con diferente temperatura los choques entre las moléculas de los dos cuerpos producen una transferencia neta de energía al cuerpo más frío desde el cuerpo más caliente, cuyas moléculas tienen una mayor energía cinética promedio que las del cuerpo más frío. El calor es trabajo efectuado a nivel molecular (Levine, 2014).

La transferencia de calor es transferencia de energía. Si agregamos cierta cantidad de calor Q a un sistema y éste no realiza trabajo en el proceso, la energía interna aumenta en una cantidad igual a Q ; es decir, $\Delta U = Q$ (Sears et al, 2004).

La energía transferida por un gradiente de temperatura hacia un cuerpo, Q , es igual a la capacidad calorífica específica, c de la sustancia, multiplicada por su masa, m y por el cambio de temperatura ΔT ; esto es, $Q=mc\Delta T$ (Hewitt, 2009).

3.2.3 Temperatura

La temperatura se asocia con los movimientos aleatorios de las moléculas de una sustancia. En el caso más sencillo de un gas ideal, la temperatura es proporcional a la energía cinética promedio debida al movimiento de traslación de las moléculas (esto es, el movimiento que se da a lo largo de las trayectorias rectas o curvas). La temperatura es más complicada en los sólidos y en los líquidos, cuyas moléculas tienen menos libertad de movimiento que los gases y poseen energía potencial. Pero no deja de ser cierto que la temperatura guarda una relación estrecha con la energía cinética promedio del movimiento de traslación de las moléculas (Barrera Guerrero, 2009).

Los diversos materiales absorben energía en formas diferentes. La energía puede aumentar la rapidez del movimiento de las moléculas, y con ello aumentar su temperatura. O bien, aumentar la cantidad de vibración interna en las moléculas y transformarse en energía potencial, con lo cual no se eleva la temperatura. El caso general es una combinación de los dos anteriores. La “capacidad calorífica” es como una inercia térmica, porque representa la resistencia de una sustancia a cambiar su temperatura (Hewitt, 2009).

De acuerdo a Sears et al (2004), es posible establecer una proporción entre la rapidez molecular, involucrando la energía cinética de traslación promedio aleatoria total K_{tr} del movimiento de traslación de todas las moléculas. (La notación K_{tr} nos recuerda que esta energía está asociada al movimiento de traslación. Podría haber energías adicionales relacionadas con la rotación y la vibración de las moléculas). El producto pV es igual a dos tercios de la energía cinética de traslación total:

$$pV = \frac{2}{3} K_{tr}$$

Comparando lo anterior con la ecuación de gas ideal,

$$pV = nRT$$

que se basa en estudios experimentales del comportamiento de los gases; se obtiene

$$K_{tr} = \frac{3}{2} nRT$$

la ecuación que representa la energía cinética de traslación media de n moles de gas ideal. Este resultado indica que la temperatura T es directamente proporcional a la velocidad media de traslación de n moles de gas ideal.

3.3 Capacidad calorífica a presión constante y capacidad calorífica a volumen constante.

Es lamentable que se haya generalizado el uso del término “capacidad calorífica” porque da la impresión errónea de que un cuerpo contiene cierta cantidad de calor. Es importante recordar que el calor es la transferencia de energía desde o hacia un cuerpo, no la energía que reside en el cuerpo. De tal forma que es mucho más recomendable nombrar este término como *capacidad térmica*, así también recordar que las distintas sustancias tienen distintas capacidades de almacenamiento de energía interna (no calor). Los diversos materiales requieren distintas cantidades de energía para elevar una cantidad específica de grados la temperatura de determinada masa de material. (Hewitt, 2009).

Las mediciones de capacidad calorífica en sólidos suelen hacerse a presión atmosférica constante; los valores correspondientes se llaman calor específico y capacidad calorífica molar a presión constante, denotados con c_p y C_p respectivamente. En el caso de un gas, suele ser más fácil mantener la sustancia en un recipiente con volumen constante; los valores correspondientes son calor específico y capacidad calorífica molar a volumen constante, denotados con c_v y C_v , respectivamente. Para una sustancia dada, C_v y C_p son diferentes. Si el sistema puede expandirse al agregar calor, hay un intercambio adicional de energía porque el sistema efectúa trabajo sobre su entorno. Si el volumen es constante, el sistema no efectúa trabajo. En los gases, la diferencia entre C_p y C_v es sustancial.

Suele ser más fácil medir la capacidad calorífica de un gas en un recipiente cerrado en condiciones de volumen constante. La cantidad correspondiente es la capacidad calorífica molar a volumen constante, que se denota con C_v . En el caso de sólidos y líquidos, tales mediciones generalmente se realizan en la atmósfera a presión atmosférica constante, y llamamos a la cantidad correspondiente capacidad calorífica molar a presión constante, C_p . Si p y V no son constantes, tenemos un número infinito de capacidades caloríficas posibles.

Consideremos la C_v y C_p del gas ideal. Para medir C_v , elevamos la temperatura del gas ideal en un recipiente rígido de volumen constante (despreciando su expansión térmica; figura 11). Para medir C_p , dejamos que el gas se expanda apenas lo suficiente como para mantener la presión constante al aumentar la temperatura (figura 11). Estas dos capacidades caloríficas molares son diferentes debido a la primera ley de la

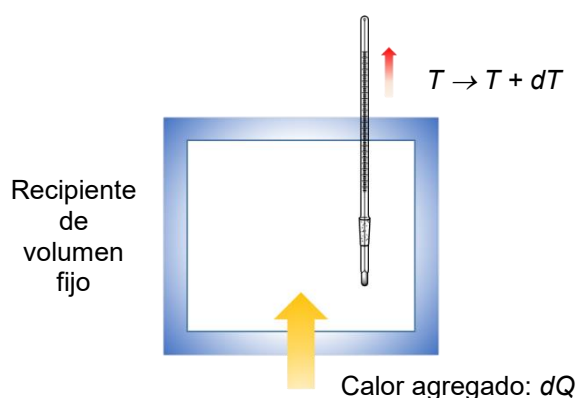
termodinámica. En un aumento de temperatura con volumen constante, el sistema no efectúa trabajo y el cambio de energía interna ΔU es igual al calor agregado Q . En un aumento de temperatura a presión constante, en cambio, el volumen debe aumentar; si no, la presión (dada por la ecuación de estado del gas ideal, $p = nRT/V$) no se podría permanecer constante. Al expandirse el material, realiza un trabajo W . Según la primera ley,

$$Q = \Delta U + W$$

Para un aumento de temperatura dado, el cambio de energía interna ΔU de un gas con comportamiento ideal tiene el mismo valor sin importar el proceso (recuerde que la energía interna del gas ideal sólo depende de la temperatura, no de la presión ni del volumen). La ecuación anterior indica entonces que el suministro de calor en un proceso a presión constante debe ser mayor que en uno a volumen constante, porque se requiere energía adicional para el trabajo W realizado durante la expansión. Así, C_p del gas ideal es mayor que C_v .

Para el aire, C_p es un 40% mayor que C_v . En el caso de unas cuantas sustancias (una de las cuales es el agua entre 0 °C y 4 °C) el volumen disminuye durante el calentamiento. En este caso, W es negativo, el suministro de calor es menor que en el caso a volumen constante, y C_p es menor que C_v .

a) Volumen constante: $dQ = nC_v dT$



b) Presión constante: $dQ = nC_p dT$

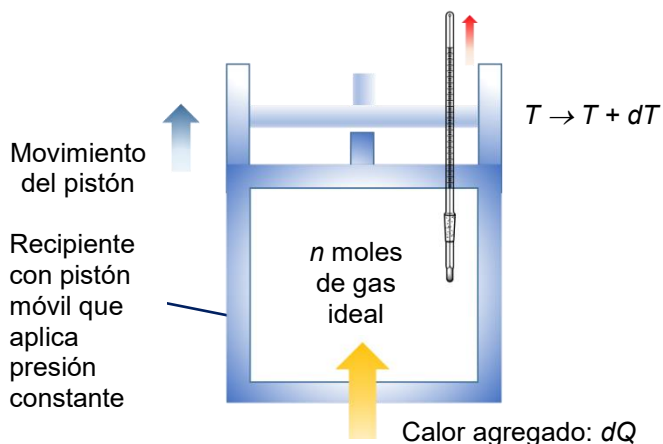


Figura 11 Medición de la capacidad calorífica molar de un gas ideal a) a volumen constante y b) a presión constante (Modificado de Sears et al, 2004).

Usando el símbolo Q para cantidad de energía transmitida de un cuerpo con mayor temperatura hacia otro con menor temperatura. Cuando el calor está asociado a un cambio de temperatura infinitesimal dT , lo llamamos dQ . Se observa que la cantidad de calor Q necesaria para elevar la temperatura de una masa m de cierto material de T_1 a T_2 es aproximadamente proporcional al cambio de temperatura $\Delta T = T_2 - T_1$ y a la masa m del material (Sears et al, 2004).

La energía transferida se puede calcular mediante la expresión

$$\int C_x dT$$

donde C_x es la capacidad calorífica que depende de la temperatura y de las condiciones en las que se suministra el calor. Las más importantes son las definidas a presión constante y a volumen constante (C_p y C_v , respectivamente) (Bertrán Rusca y Núñez Delgado, 2012).

De acuerdo con Levine (2014), cuando entran en contacto dos cuerpos a temperaturas diferentes, a la larga alcanzan equilibrio térmico en una temperatura intermedia. Se afirma que el calor fluye del cuerpo más caliente al más frío. Tomando en cuenta los cuerpos 1 y 2 que tienen masas m_1 y m_2 a temperaturas iniciales T_1 y T_2 , con $T_2 > T_1$, siendo la temperatura en equilibrio T_f . Siempre que los dos cuerpos estén aislados del resto del universo y no ocurra un cambio de fase o reacción química, se observa que se satisface la siguiente ecuación para todos los valores de T_1 y T_2 :

$$m_2 c_2(T_2 - T_f) = m_1 c_1(T_f - T_1)$$

donde c_1 y c_2 son constantes (evaluadas experimentalmente) que dependen de la composición de los cuerpos 1 y 2. Se denomina c_1 a la capacidad calorífica específica (o calor específico) del cuerpo 1.

Las sustancias distintas tienen distintas capacidades de almacenamiento de energía interna. La energía puede aumentar la rapidez del movimiento de las moléculas, y con ello aumentar su temperatura. O bien, pueden aumentar la cantidad de vibración interna en las moléculas y transformarse en energía potencial, con lo que no se elevaría la temperatura, en general, es una combinación de los dos anteriores.

Se entiende por capacidad calorífica específica como la cantidad de calor requerida para cambiar en 1 grado la temperatura de una unidad de masa de sustancia. Como una analogía, podemos relacionar la capacidad calorífica específica como una inercia térmica,

así como en mecánica, la inercia indica la resistencia de un objeto a cambiar (Hewitt, 2009) (Escobedo Estrada, 2013).

Es primordial recordar que, al nivel de educación media superior, lo que se introduce en el aula es el concepto de capacidad calorífica a presión constante, dado que para los procesos termodinámicos en el laboratorio es muy difícil mantener el volumen constante para sólidos y líquidos cuando hay un aumento de temperatura (es bien documentado, que tanto los sólidos como los líquidos están sometidos a expansión térmica). Además, los procesos a volumen constante en los gases, de acuerdo a la primera ley de la termodinámica, estarían sometidos a un aumento de presión, condiciones que tampoco son ideales cuando se trata de un laboratorio escolar, en donde es mucho más sencillo ajustarse a la presión atmosférica constante.

3.4 Cambio de Entalpía de reacción

Los cambios químicos y físicos que ocurren a nuestro alrededor pueden dar lugar a la liberación o absorción de energía con el correspondiente aumento o disminución de temperatura; y pueden también estar acompañados por el trabajo realizado por o en el sistema.

En la exploración de estos cambios, es útil tener una función termodinámica que es una función de estado y se refiere principalmente al flujo de calor. En condiciones de presión constante, esta cantidad se llama Entalpía (del griego *enthalpein*, "calentar") y denotamos por el símbolo H , que se define como la energía interna más el producto de la presión, P , y el volumen, V , del sistema:

$$H = U + PV$$

Utilizando esta definición y sabiendo que,

$$\Delta U = q + w = q - P\Delta V$$

El cambio de entalpía $\Delta H = H_2 - H_1$ para un proceso a presión constante es,

$$\Delta H = \Delta U + P\Delta V = (q - P\Delta V) + P\Delta V = q \quad (\text{a presión constante})$$

Esto es, el cambio de entalpía ΔH es igual a la energía q transferida en un proceso a presión constante y es una función de estado. (Kuhn et al, 2012). En muchos procesos físicos como los cambios de fase y las reacciones químicas, se puede medir el ΔH en un calorímetro de presión constante. Como todo el aparato está abierto a la atmósfera, la

presión es constante, y el cambio de energía es igual al cambio de entalpía (Chang, 2008).

Con frecuencia las reacciones químicas no se realizan en contenedores cerrados, sino en recipientes abiertos (por ejemplo, tubos de ensayo, matraces Erlenmeyer), en los que los reactivos están bajo una presión externa. En tales casos, la presión permanece constante durante la reacción, pero el volumen de la mezcla de reacción cambia (reacción a presión constante) (Kuhn et al, 2012).

De acuerdo con Albert Einstein, la masa y la energía son aspectos alternos de una entidad única denominada masa-energía. Por lo común, las reacciones químicas implican una ganancia o pérdida de energía interna u otras formas de energía. Así, cuando la energía se pierde en una reacción, por ejemplo, también se pierde masa. No obstante, salvo en el caso de las reacciones nucleares, los cambios de masa en las reacciones químicas son demasiado pequeños para ser detectados. Por consiguiente, para fines prácticos, la masa se conserva (Chang y Goldsby, 2013).

3.4.1 Cambio de Entalpía de disolución

Durante una reacción química se rompen algunos enlaces químicos que unen los átomos que constituyen las moléculas, para formar otros enlaces nuevos. Lo anterior implica cambios en la energía química. En términos generales, la temperatura del sistema, inmediatamente después de la reacción, es diferente a la temperatura inmediatamente antes de la reacción. Para que el sistema conserve su temperatura inicial, los alrededores deben absorber o ceder la energía. Si el sistema aumenta su temperatura después de la reacción, debe fluir energía hacia los alrededores, por lo tanto, el signo que le corresponde a la entalpía de reacción es negativo y la reacción recibe el nombre de *exotérmica*. Por el contrario, si el sistema disminuyó su temperatura después de la reacción, debe fluir calor desde los alrededores hacia el sistema, por lo que el signo que le corresponde a la entalpía de reacción es positivo y la reacción se llama *endotérmica*. Así, la *entalpía de reacción*, es la energía absorbida o cedida por los alrededores en la transformación de reactivos a productos manteniendo la temperatura T y la presión P constantes.

En el laboratorio la mayoría de las reacciones químicas se realizan a presión constante; sin embargo, debe tomarse en cuenta que hay reacciones que presentan cambios de molecularidad en fase gaseosa, lo cual es importante. (Reyes Chumacero, 2014).

Algunos ejemplos de reacciones químicas que involucren cambios de calor son las reacciones de combustión, de neutralización ácido-base y las reacciones relacionadas con la disolución de una sal en agua.

El Calor de Disolución sucede cuando una sal se disuelve en agua, y la energía puede absorberse o bien desprenderse, dependiendo de la magnitud de la *Energía Reticular*, ΔH_{ER} , (energía necesaria para vaporizar una mol de la sal en sus iones gaseosos, cantidad endotérmica) y de la *Energía de Hidratación*, ΔH_{HID} , de sus iones (energía la energía liberada cuando una mol de un ion gaseoso es atraído y rodeada de moléculas de agua que forma una mol de ion hidratado en solución acuosa, una cantidad exotérmica). La entalpía (Calor) de la solución, ΔH_s , es la suma de estos dos términos,

$$\Delta H_s = \Delta H_{ER} + \Delta H_{HID}$$

Mientras que ΔH_{ER} y ΔH_{HID} son difíciles de medir en el laboratorio, ΔH , es fácilmente medible. Un aumento de la temperatura para la disolución de una sal, indica un proceso exotérmico, ΔH_s negativo, significa que el ΔH_{HID} es mayor que el ΔH_{RE} para la sal; por el contrario, una disminución de temperatura de la disolución de la sal indica que ΔH_{ER} es mayor que ΔH_{HID} y ΔH_s positivo.

La entalpía de solución para la disolución de una sal, ΔH_s , se determina experimentalmente mediante la adición de los cambios de calor de la sal y el agua cuando los dos se mezclan, ΔH_s , se expresa en unidades de kilojulios por mol de sal (Beran, 2014).

CAPÍTULO IV

4. METODOLOGÍA

4.1 Descripción de la población del estudio

Este estudio se realizó en el plantel del Instituto Tepeyac Campus Cuautitlán, con 89 alumnos del Sistema Incorporado a la UNAM de la Escuela Nacional Preparatoria con edad promedio entre 16 y 17 años, de los son cuales 55% mujeres y 45% hombres, cursando el segundo y el último grado de bachillerato en las asignaturas de Química III y IV cuyos planes de estudio (UNAM, 2016) incluyen los temas de capacidad calorífica y entalpía de reacción (Tabla 12).

Tabla 12 Características de grupos de estudio.

Secuencia Didáctica	Alumnos en Grupo Control ¹	Alumnos en Grupo Experimental ²	Grado de Bachillerato	Clave de Plan de Estudios	% de Mujeres	% de Hombres	Edad promedio
Capacidad Calorífica	25	24	2°	1501	51%	49%	16
Entalpía de reacción	22	18	3°	1612 1622	59%	41%	17

¹ La forma de trabajo para los grupos control fue tradicional, expositiva por parte del profesor.

² La forma de trabajo para los grupos experimentales fue mediante las secuencias didácticas.

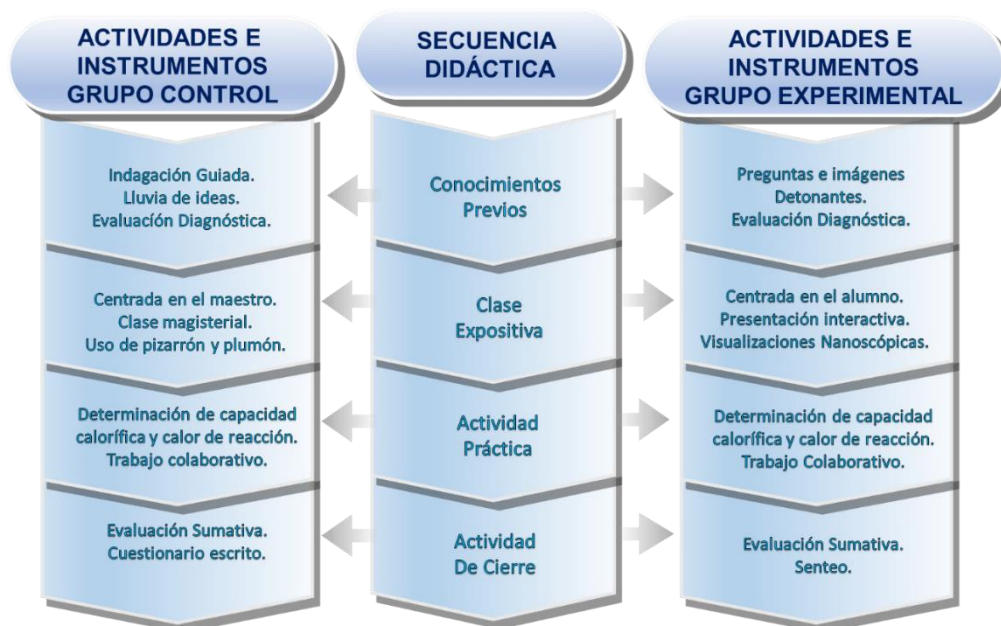


Figura 12 Comparativo entre las actividades e instrumentos empleados con el grupo control y el experimental.

Como panorama general, se muestra la Figura 12, que contrasta el trabajo realizado en el grupo control y en el experimental.

4.2 Diseño de las secuencias didácticas.

Se diseñaron dos secuencias didácticas que incluyeran el uso del pizarrón digital interactivo como herramienta de enseñanza y aprendizaje, además de actividades prácticas a micro escala para orientar un enfoque constructivista en el que el papel del estudiante sea activo. Comparativamente, se diseñaron dos secuencias didácticas que no incluían en uso del pizarrón, para determinar la influencia de esta herramienta.

Para evaluar el alcance en la enseñanza y el aprendizaje se diseñó un cuestionario, el cual fue previamente calibrado con grupos de estudiantes universitarios y profesores. Esta evaluación fue diseñada para los temas de capacidad calorífica y entalpía de reacción, identificando así las principales concepciones alternativas de los estudiantes, el grado de aprendizaje respecto a los conceptos termodinámicos con el fin de comparar los conocimientos previos y posteriores a las secuencias didácticas.

En los resultados de la evaluación posterior a la secuencia didáctica, desde el punto de vista del estudiante que aprendió usando el pizarrón digital interactivo se identifica una mejoría en la comprensión de los temas principales, una mejor disposición al trabajo en el aula, la capacidad de representación molecular de los fenómenos y una mejoría en la expresión lingüística de éstos.

Desde el punto de vista del profesor, el uso del pizarrón digital interactivo facilitó los procesos de presentación, modificación de concepciones alternativas y evaluación.

Ambas secuencias didácticas, se diseñaron tomando en cuenta los siguientes pasos:

1. Identificación de conocimientos previos y concepciones alternativas.

Algunas técnicas empleadas fueron lluvia de ideas, preguntas e imágenes detonantes e indagación guiada utilizando eventos cotidianos, se utilizó como instrumento un cuestionario.

2. Clase expositiva.

Esta técnica para el grupo experimental consistió en diseñar una presentación utilizando el software de Smart Notebook® incluyendo representaciones nanoscópicas, con actividades interactivas, donde se hacía énfasis en transformar el lenguaje cotidiano en

científico y simbólico, involucrando elementos para el estilo de aprendizaje visual y auditivo.

3. Actividad práctica.

Se diseñaron actividades a micro escala que cumplieran con la finalidad de economizar tiempo y recursos además de promover el trabajo colaborativo y el estilo de aprendizaje kinestésico (Ortiz, 2012).

A. Comparación entre capacidades caloríficas de distintos anticongelantes de auto. (Rodríguez Zavala, 2009).

B. Medición de la entalpía (calor) de disolución a presión constante de una sal en agua. (Beran, 2014).

4. Actividad de cierre.

Para esta actividad se llevó a cabo la técnica de senteo, utilizando el software de Smart Notebook® y terminales de computadora (en algunos casos celulares) para la aplicación de una evaluación sumativa.

4.3 Diseño de los instrumentos de evaluación

Los instrumentos de evaluación fueron aplicados con anticipación a 10 profesores y a 25 estudiantes universitarios, con lo que se pudo calibrar los reactivos, desechando aquellos que se identificaron como poco significativos para la medición de los conocimientos de los estudiantes.

Se diseñaron dos instrumentos de evaluación,

1. Evaluación diagnóstica (Anexo 1), la cual se diseñó como un cuestionario conteniendo reactivos de respuesta abierta (Hernández-Torres, 2014) además de reactivos de respuesta cerrada (Ebbing, 2010), como opción múltiple (Zumdaahl, 2009), cuya finalidad era identificar los conocimientos previos de los estudiantes, así como las concepciones alternativas.
2. Evaluación sumativa (Anexo 2), la cual se diseñó como un cuestionario conteniendo sólo reactivos de respuesta cerrada (opción múltiple), cuya finalidad era medir el aprendizaje de los estudiantes, después de haber participado en la secuencia didáctica.

CAPÍTULO V

5. INTERPRETACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

5.1 Resultados de la Secuencia Didáctica para Capacidad Calorífica.

El cuestionario diagnóstico se aplicó como paso inicial en la secuencia didáctica a 49 estudiantes, de los cuales 25 pertenecen al grupo 5010 y 24 al grupo 5020 del Instituto Tepeyac Campus Cuautitlán. Cabe mencionar que esta secuencia didáctica formó parte de los contenidos del programa de Química III para la Escuela Nacional Preparatoria del Sistema Incorporado a la UNAM y se desarrolló como una estrategia para mejorar el aprendizaje del tema.

A partir de los datos obtenidos en la evaluación diagnóstica y de la observación de las expresiones verbales de los estudiantes para la secuencia didáctica referente a capacidad calorífica se pudieron inferir las siguientes concepciones alternativas:

- 1) Confusión entre los conceptos de calor y temperatura.
- 2) Falsa creencia de que una sustancia con alta capacidad calorífica, se calienta mucho en poco tiempo.
- 3) No se relaciona la temperatura con una representación microscópica de la velocidad de las moléculas.

De acuerdo a los resultados por grupo, se presenta la tabla 13, donde se comparan los promedios obtenidos en la evaluación diagnóstica y la evaluación final (referentes a la secuencia didáctica sobre capacidad calorífica), en la que se observa una mejoría en los resultados finales de ambos grupos, al igual que en la Figura 13.

Tabla 13 Comparación entre el promedio por grupo de la evaluación diagnóstica y final sobre capacidad calorífica.

GRUPO	CALIFICACIÓN INICIAL	CALIFICACIÓN FINAL
Sin Pizarrón	55	73
Con Pizarrón	63	84

Sin embargo, de acuerdo al análisis de varianza de un factor (ANOVA) aplicada a las muestras, si existe diferencia significativa en la aplicación de la secuencia que incluye el pizarrón digital interactivo sobre el aprendizaje de los estudiantes (Tabla 14).

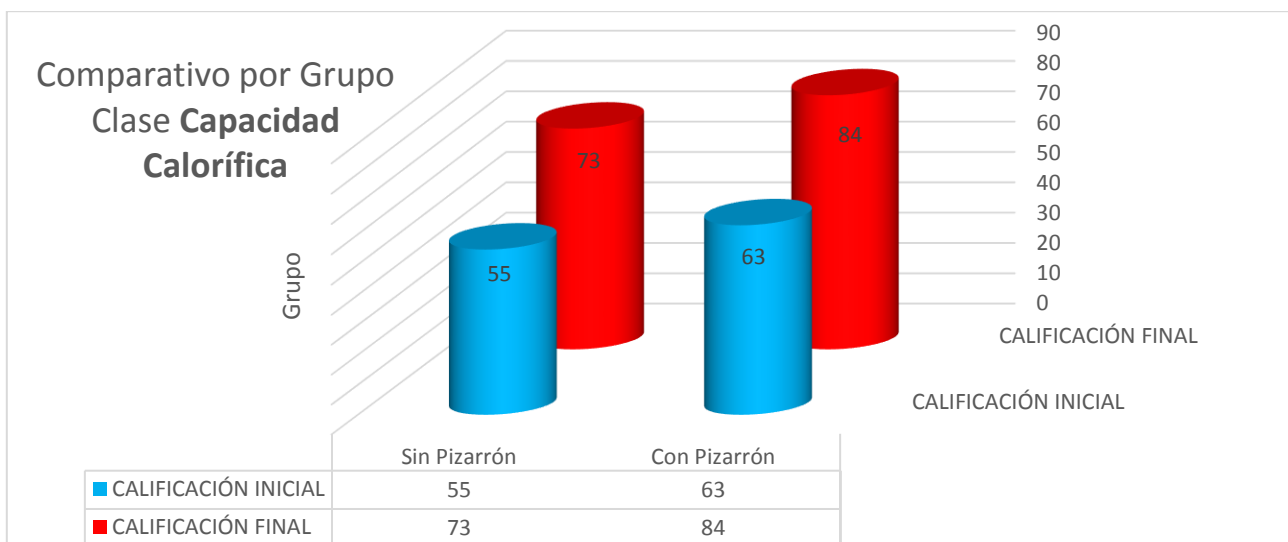


Figura 13 Gráfico comparativo entre promedio diagnóstico y final por grupo sobre capacidad calorífica.

Tabla 14 Resultados del Análisis de Varianza de un factor (ANOVA) para la secuencia didáctica de capacidad calorífica (Con pizarrón y sin pizarrón).

ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	0.20121216	1	0.20121216	11.6990999	0.001339971	4.056612461
Dentro de los grupos	0.773952463	45	0.017198944			
Total	0.975164624	46				

A continuación, se presentan los resultados comparativos entre los reactivos individuales de las evaluaciones diagnóstica y final en ambos grupos:

En la primera pregunta el objetivo a evaluar era diferenciar entre la capacidad calorífica de dos sustancias:

“1. Estás frente a dos mesas a temperatura ambiente, si colocas simultáneamente un cubito de agua congelada en una y un cubito de aceite congelado en la otra, ¿Cuál cubito crees que se derretirá primero?”

a) El de agua.

b) El de aceite.”

En este reactivo se muestra una mejoría importante entre ambos grupos (Figura 14), resultado principalmente de la experiencia demostrativa llevada a cabo en ambas secuencias.

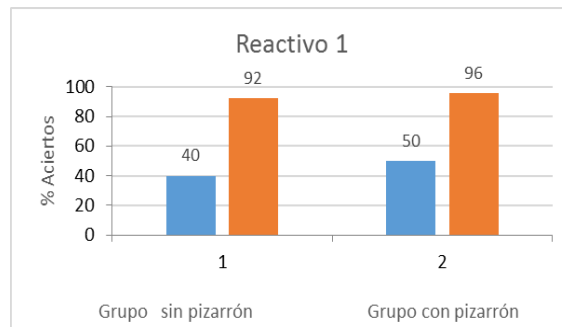


Figura 14 Comparación del % aciertos entre grupo control y experimental en reactivo 1 (Capacidad Calorífica).

En la segunda pregunta el objetivo a evaluar era identificar el calor como propiedad extensiva:

“2. Tu hermana y tú hacen hervir agua utilizando la misma estufa. En el recipiente de tu hermana hay 1 litro de agua y en el tuyo sólo la mitad. Indica cuál recipiente crees que requiere más calor para hervir.

- a) El de tu hermana.
- b) El tuyo.”

En este reactivo se observa un 100% de aciertos en el grupo con PDI comparado con un porcentaje menor en el grupo control (Figura 15), con lo que se concluye que la introducción de esta herramienta mejoró la comprensión para el aprendizaje.

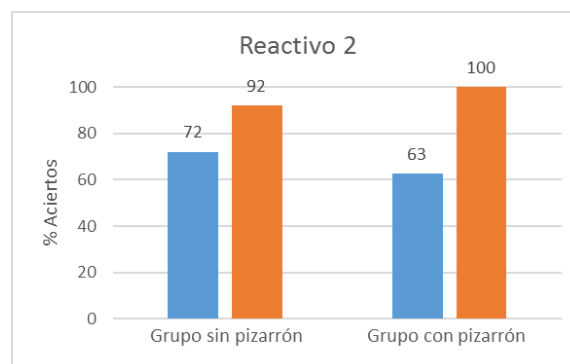


Figura 15 Comparación del % aciertos entre grupo control y experimental en reactivo 2 (Capacidad Calorífica).

En la tercera pregunta el objetivo a evaluar era interpretar el valor numérico del calor específico en función del calor absorbido:

“3. Si calientas agua de 20°C hasta 70°C (con una capacidad térmica específica de 1 kcal/kg °C) y en las mismas condiciones calientes un anticongelante desde 20°C hasta 70°C (con una capacidad calorífica específica de 0.5 kcal/kg °C)

¿Cuál consideras que absorberá más energía dentro de un radiador?

- a) Agua.
- b) Anticongelante.”

Es de notar que éste fue uno de los conceptos que más dificultad se observó en cuanto a la comprensión y la aplicación (Figura 16), debido a que los estudiantes confunden que la capacidad térmica de un cuerpo es inversamente proporcional a la energía absorbida por el material.

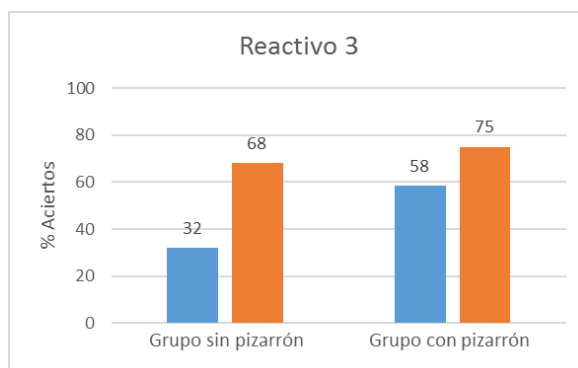


Figura 16 Comparación del % aciertos entre grupo control y experimental en reactivo 3 (Capacidad Calorífica).

En la cuarta pregunta el objetivo a evaluar era interpretar el valor numérico del calor específico en función del tiempo en el que se registra un aumento de temperatura.

“4. Si calientas agua de 20°C hasta 70°C (con una capacidad calorífica específica de 1 kcal/kg °C) y en las mismas condiciones calientes un anticongelante desde 20°C hasta 70°C (con una capacidad calorífica específica de 0.5 kcal/kg °C). ¿Cuál crees que tarda más tiempo en calentarse?

- a) Agua.
- b) Anticongelante”

Al igual que el reactivo anterior, este concepto fue complicado de aprender y aunque hubo mejoría (Figura 17), no fue significativamente importante en ambos grupos, ya que un buen porcentaje de los estudiantes no logró relacionar que el valor numérico de la capacidad calorífica es inversamente proporcional al tiempo en el que se registrará un aumento de temperatura.

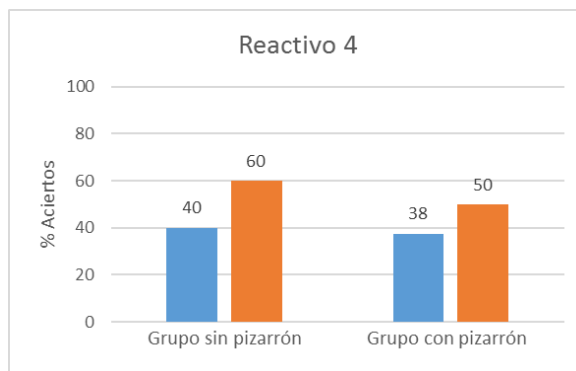


Figura 17 Comparación del % aciertos entre grupo control y experimental en reactivo 4 (Capacidad Calorífica).

En la quinta pregunta el objetivo a evaluar era identificar el aumento de temperatura en relación a la absorción del calor.

“5. Imagínate que pones un huevo crudo en 1 Kg de agua y otro huevo crudo en 1 Kg de aceite, en recipientes iguales. Si pones a calentar los dos al mismo tiempo, ¿cuál huevo crees que se cocerá primero?”

a) Agua.

b) Aceite.”

Para la mayoría de los estudiantes, fue significativo el aprendizaje de este concepto (Figura 18) debido principalmente a sus experiencias previas en cuanto a la relación de los ejemplos empleados, con esto fue relativamente fácil para la mayoría identificar que en un mismo lapso de tiempo y con una misma proporción en masa, el aceite aumenta más rápidamente su temperatura que el agua.

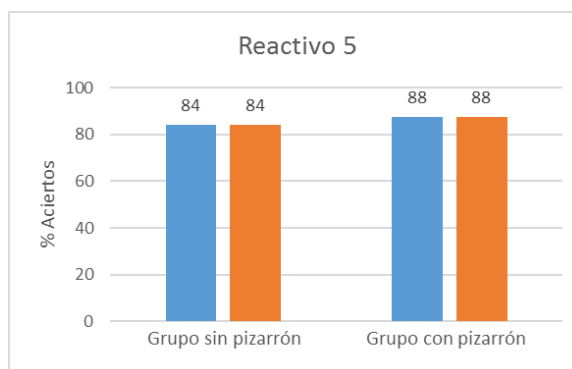


Figura 18 Comparación del % aciertos entre grupo control y experimental en reactivo 5 (Capacidad Calorífica).

En la sexta pregunta el objetivo a evaluar era identificar que a mayor aumento de temperatura menor capacidad calorífica.

“6. ¿Una sustancia que se calienta con rapidez tendrá una capacidad calorífica específica alta o baja?

a) Alta.

b) Baja.”

Una vez más observamos que cuando se implica la relación entre el valor numérico de la capacidad calorífica relacionado a la absorción de calor, no es significativamente importante para los estudiantes, por lo cual tienden a olvidarla (Figura 19).

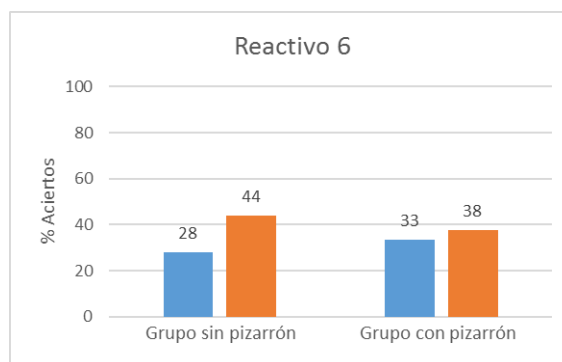


Figura 19 Comparación del % aciertos entre grupo control y experimental en reactivo 6 (Capacidad Calorífica).

En la séptima pregunta el objetivo a evaluar era relacionar el movimiento molecular en relación al flujo del calor.

“7. Si una canica en movimiento rápido golpea un grupo de canicas en movimiento lento: ¿La canica rápida normalmente aumentaría o disminuiría su rapidez?

a) **Aumentaría.**

b) **Disminuiría.”**

Estos resultados muestran la importancia de los conocimientos previos cuando éstos logran relacionarse a un aprendizaje nuevo (Figura 20), en este caso la gran mayoría de los alumnos fue capaz de inferir que el movimiento molecular rápido está asociado al cuerpo con mayor temperatura que al ponerse en contacto con otro más frío cede calor a éste representado como una disminución del movimiento molecular.

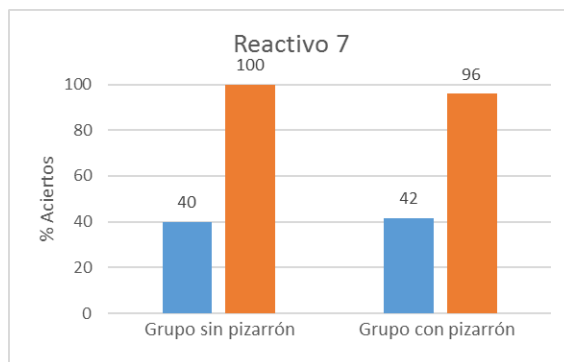


Figura 20 Comparación del % aciertos entre grupo control y experimental en reactivo 7(Capacidad Calorífica).

5.2 Resultados de la Secuencia Didáctica para Entalpía de reacción

El cuestionario diagnóstico se aplicó como paso inicial en la secuencia didáctica a 40 estudiantes, de los cuales 22 pertenecen al grupo 6011 (tercer año de bachillerato, área I Físico-Matemáticas y de las Ingenierías) y 18 al grupo 6012 (tercer año de bachillerato, área II Biológicas y de la Salud) del Instituto Tepeyac Campus Cuautitlán. Cabe mencionar que esta secuencia didáctica formó parte de los contenidos del programa de Química IV para la Escuela Nacional Preparatoria del Sistema Incorporado a la UNAM y se desarrolló como una estrategia para mejorar el aprendizaje del tema.

A partir de los datos obtenidos en la evaluación diagnóstica y de la observación de las expresiones verbales y escritas de los estudiantes para la secuencia didáctica referente a entalpía de reacción se pudieron identificar las siguientes concepciones alternativas:

- 1) Confusión en el tipo de reacciones que involucran calor.
- 2) No establecen la relación entre la absorción y liberación de calor y la sensación al tacto.

- 3) Creer que la liberación de calor se debe a la transformación de materia en energía.
- 4) Mala interpretación de la dirección del flujo del calor en reacciones exotérmicas y endotérmicas.

De acuerdo a los resultados por grupo, se presenta la tabla 15, donde se comparan los promedios obtenidos en la evaluación diagnóstica y la evaluación final (referentes a la secuencia didáctica sobre entalpía de reacción), en la que se observa una mejoría en los resultados finales de ambos grupos, al igual que en la Figura 21.

En congruencia al análisis de varianza de un factor (ANOVA) aplicada a las muestras, si existe diferencia significativa en los resultados de la secuencia que incluye el pizarrón digital interactivo sobre el aprendizaje de los estudiantes (Tabla 16).

Tabla 15 Comparación entre el promedio por grupo de la evaluación diagnóstica y final sobre entalpía de reacción.

GRUPO	CALIFICACIÓN INICIAL	CALIFICACIÓN FINAL
Sin Pizarrón	22	50
Con Pizarrón	26	61

Tabla 16 Resultados del Análisis de Varianza de un factor (ANOVA) para la secuencia didáctica de entalpía de reacción (Con pizarrón y sin pizarrón).

ANÁLISIS DE VARIANZA						
<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre grupos	0.143274854	1	0.143274854	6.831325301	0.012993303	4.113165277
Dentro de los grupos	0.755035737	36	0.020973215			
Total	0.898310591	37				



Figura 21 Gráfico comparativo entre promedio diagnóstico y final por grupo sobre entalpía de reacción.

A continuación, se presentan los resultados comparativos entre los reactivos individuales de las evaluaciones diagnóstica y final en ambos grupos:

En la primera pregunta el objetivo a evaluar era Identificar algunos tipos de reacciones químicas que involucran calor.

“1. ¿En qué tipo de reacciones químicas se encuentra involucrado un cambio de calor?”

- a. Neutralización
- b. Disolución.
- c. Combustión
- d. Todas las anteriores.”

En este reactivo, es importante distinguir que los conocimientos previos de los estudiantes eran prácticamente nulos, no relacionaron que existe energía en forma de calor asociado a las reacciones de neutralización, de disolución y de combustión. Es de notar, que el grupo experimental mejoró casi en un 50% más que el grupo control, lo cual permite deducir que la secuencia didáctica donde se utilizó el pizarrón digital propició una mejoría en el aprendizaje de los estudiantes (Figura 22).



Figura 22 Comparación de % aciertos entre grupo control y experimental en reactivo 1 (Entalpía de reacción).

En la segunda pregunta el objetivo a evaluar era relacionar el valor negativo de la entalpía con una reacción exotérmica.

“2. El único proceso exotérmico es:

- a. $\Delta H > 0$
- b. $\Delta H < 0$
- c. $\Delta H = 0$ ”

En el segundo reactivo, los conocimientos previos de los estudiantes del grupo control y del experimental eran muy distintos, sin embargo, el porcentaje de mejoría fue el mismo (9% de acuerdo a la figura 23), lo cual indica que al presentar de una forma simbólica los valores de la entalpía, los estudiantes probablemente confundieron los términos usados en el reactivo.

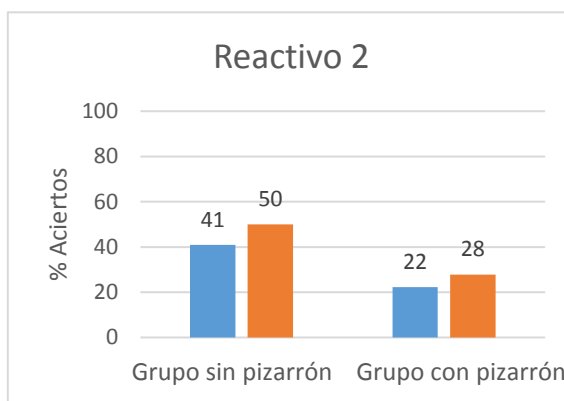


Figura 23 Comparación del % aciertos entre grupo control y experimental en reactivo 2 (Entalpía de reacción).

En la tercera pregunta el objetivo a evaluar era identificar que una disolución que se enfría es un proceso endotérmico.

“3. ¿Cuál es el único proceso endotérmico?

- a. Cuando KBr sólido se disuelve en agua, la solución se pone más fría.
- b. El gas natural (CH₄) se quema en un horno.
- c. Cuando se añade H₂SO₄ concentrado al agua, la solución se pone muy caliente.”

En este reactivo, hay una gran mejoría en el resultado del grupo experimental (Figura 24), se atribuye principalmente a la actividad práctica, ya que la sensación de calor fue un estímulo kinestésico que complementó el aprendizaje, además de que el pizarrón digital permitió ilustrar los procesos endotérmicos de una forma mucho más visual.

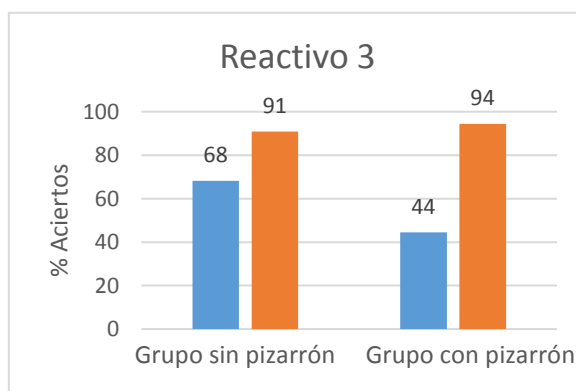
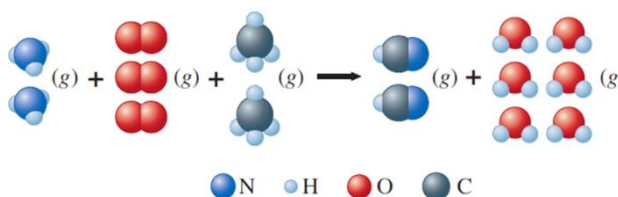


Figura 24 Comparación del % aciertos entre grupo control y experimental en reactivo 3(Entalpía de reacción).

En la cuarta pregunta el objetivo a evaluar era relacionar que el entalpía de reacción se debe a los enlaces que se rompen y se forman.

“4. El calor relacionado a una reacción química como la que se ilustra a continuación, se debe a:

- a. La ruptura de enlaces.
- b. La formación de nuevos enlaces.
- c. La ruptura y formación de enlaces.
- d. La conversión de materia en energía.”



En los resultados comparativos de este reactivo, es importante notar que la gran mayoría de los estudiantes tiene la concepción alternativa muy arraigada de que el calor surge de la conversión de materia en energía, y dado que la mejoría no fue significativa, es posible explicarlo ya que cuando algún concepto se ha aprendido de forma equivocada, es muy

difícil corregirlo. Sin embargo, el aprovechamiento fue mejor en el grupo que utilizó pizarrón digital interactivo (Figura 25).

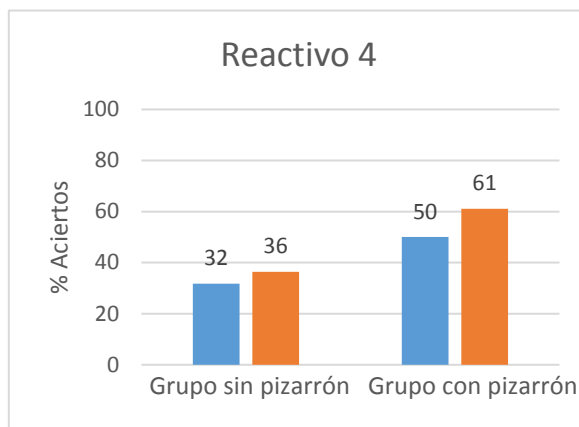


Figura 25 Comparación del % aciertos entre grupo control y experimental en reactivo 4 (Entalpía de reacción).

En la quinta pregunta el objetivo a evaluar era identificar que el calor fluye y no es estático.

“5. Considera los siguientes enunciados, ¿Cuál es incorrecto?:

- “El calor es una forma de energía y la energía se conserva”.**
- “La pérdida de calor de un sistema debe ser igual a la cantidad de calor ganado por los alrededores”.**
- “En consecuencia, el calor se conserva.”**

Dado que existe una idea equivocada de que el calor se puede poseer por un cuerpo, resulta difícil lograr el cambio conceptual, sin embargo, hubo cambios favorables, pero no significativamente importantes en la medición del aprendizaje de ambos grupos (Figura 26).

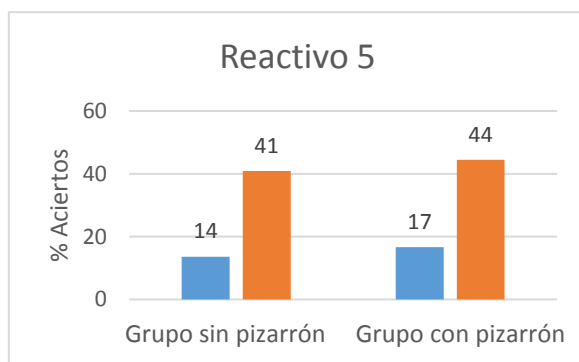


Figura 26 Comparación del % aciertos entre grupo control y experimental en reactivo 5 (Entalpía de reacción).

En la sexta pregunta el objetivo a evaluar era relacionar la simbología de una reacción química con el valor numérico de la entalpía y la sensación al tacto.

“6. Los elementos hipotéticos A₂ y B₂ reaccionan de acuerdo con la siguiente ecuación, formando el compuesto AB.



Si disoluciones de A₂ (ac) y B₂ (ac) que comienzan a la misma temperatura se mezclan en un calorímetro de vasos para café, la reacción que se lleva a cabo es:

- Exotérmica y se eleva la temperatura de la disolución resultante.**
- Endotérmica y se eleva la temperatura de la disolución resultante.**
- Endotérmica y la temperatura de la disolución resultante desciende.**
- Exotérmica y la temperatura de la disolución desciende.**
- Exotérmica o endotérmica, dependiendo de las temperaturas original y final.”**

En este reactivo se observa una clara respuesta desfavorable comparado con el conocimiento inicial, lo cual se puede explicar en el tipo de reactivo, ya que, en las indagaciones orales, los estudiantes mostraban un claro dominio sobre la relación entre una reacción exotérmica y la sensación de liberar calor, sin embargo, en la redacción del reactivo además se incluyó la interpretación del signo de la entalpía, lo cual ya no resultó sencillo ni claro para los estudiantes (Figura 27).

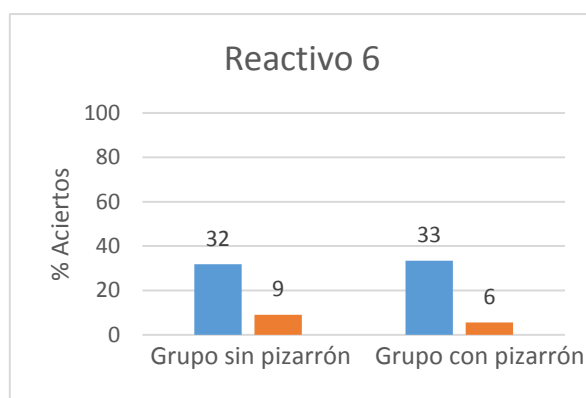
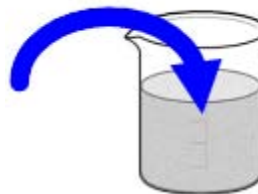


Figura 27 Comparación del % aciertos entre grupo control y experimental en reactivo 6 (Entalpía de reacción).

En la séptima pregunta el objetivo a evaluar era relacionar el signo de la entalpía con la convención de entrar o salir del sistema.

“7. La flecha indica la dirección del flujo de calor respecto al vaso de precipitados mientras la sal se disuelve, indica la opción que describa lo que pasa:

- a. La energía sale del sistema y es signo negativo.
- b. La energía sale del sistema y es signo positivo.
- c. La energía entra al sistema y es signo negativo.
- d. La energía entra al sistema y es signo positivo.”



Los resultados de este comparativo nos muestran una gran mejoría en la relación entre el signo y el sentido del flujo del calor, se destaca la mejoría del grupo experimental (Figura 28); a pesar de la gran diferencia entre los conocimientos iniciales de ambos grupos, sin embargo, durante las evaluaciones orales, fueron notorias algunas confusiones al identificar qué reacción libera más calor a partir del valor de Entalpía.

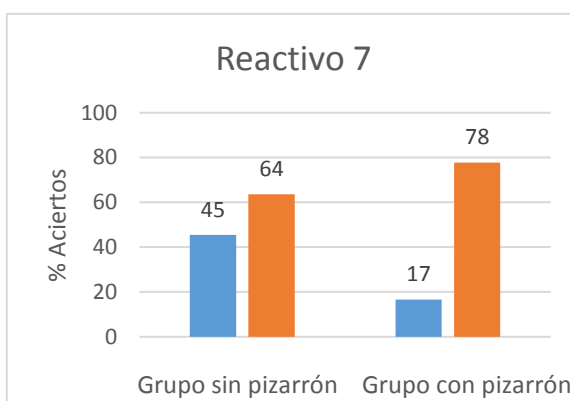
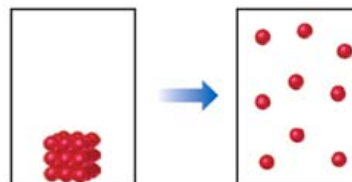


Figura 28 Comparación del % aciertos entre grupo control y experimental en reactivo 7 (Entalpía de reacción).

En la octava pregunta el objetivo a evaluar era deducir, visto desde un nivel molecular, que cuando las moléculas se separan requieren de energía (proceso endotérmico).

“8. ¿Qué tipo de proceso se ilustra en la imagen de acuerdo al calor involucrado en la reacción?

- a. Exotérmico.
- b. Endotérmico.
- c. Ninguno de los anteriores.”



El gráfico comparativo de la figura 29, nos muestra que las representaciones nanoscópicas del movimiento molecular utilizadas en el pizarrón digital interactivo, fueron importantes para el buen resultado del grupo experimental, mientras que el avance del grupo control fue mínimo.

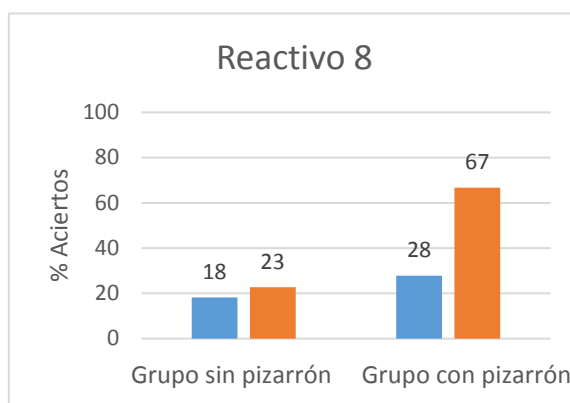


Figura 29 Comparación del % aciertos entre grupo control y experimental en reactivo 8 (Entalpía de reacción).

En la novena pregunta el objetivo a evaluar era clasificar un evento de la vida cotidiana como un proceso endotérmico (cocinar).

“9. Cuando cocinas un alimento utilizas energía de la estufa, en este proceso el calor tiene un valor:

- a. **Negativo.**
- b. **Positivo.**
- c. **Cero.”**

Este reactivo estuvo diseñado para determinar la aplicación del conocimiento a los ambientes cotidianos de los estudiantes, sin embargo, se obtuvo un aprendizaje muy pobre relacionado al signo del calor como un concepto abstracto (Figura 30), sin embargo, este resultado se contrasta con la capacidad de los estudiantes de reconocer la reacción como endotérmica o exotérmica desde el punto de vista kinestésico, mediante la sensación.

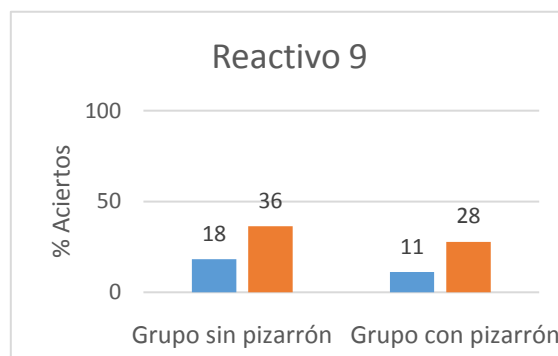


Figura 30 Comparación del % aciertos entre grupo control y experimental en reactivo 9 (Entalpía de reacción).

En un análisis general, se puede decir que los resultados del aprendizaje favorecen a que hubo una mejoría tanto en la secuencia didáctica de la capacidad calorífica como en la secuencia didáctica de entalpía de reacción, ya que los resultados tanto de las evaluaciones escritas como de las orales muestran que los estudiantes obtuvieron avance en general. Además, los estudiantes lograron expresar la mayoría de los conceptos en lenguaje científico, sin embargo, los resultados muestran que el avance en el lenguaje simbólico, sobre todo en lo referente a entalpía de reacción, fueron casi nulos debido a que no resultaba significativo un concepto abstracto como la expresión y el signo de la entalpía. En estos casos el aprendizaje se centró más en lo concreto, la sensación del calor o el frío en una reacción y su clasificación como exotérmico y endotérmico.

Desde el punto de vista del estudiante, fue muy estimulante introducir una secuencia didáctica que motivara a aprender desde distintos tipos de enfoque (auditivo, visual y kinestésico) lo cual fue evidente ya que los estudiantes que estuvieron ausentes, solicitaron realizar su evaluación fuera del horario de clase; esto nos indica que el nivel de motivación aumentó considerablemente comparado con los estudiantes que cursaron los temas sin secuencia didáctica.

Desde el punto de vista del profesor, los momentos de evaluación resultaron mucho más cómodos dado que el software se encargaba de procesar las calificaciones y graficar, esto favoreció la retroalimentación hacia los estudiantes, de hecho, el uso del pizarrón facilitó también el proceso de enseñanza, dado que las clases preparadas resultan un material permanente que pueden ser utilizados en lo futuro e incluso mejorado, además de facilitar la enseñanza para diversos estilos de aprendizaje.

Una de las principales dificultades al diseñar las clases expositivas, se centró principalmente en la adaptación de los conceptos a un nivel que fuera significativamente comprensible para la mayoría de los estudiantes, así como la contextualización de todos los conceptos científicos en ámbitos cotidianos para los estudiantes. De la misma forma, el diseño de los reactivos fue ambicioso en el tema de entalpía de reacción ya que se esperaba que los estudiantes aplicaran tanto el lenguaje científico como el simbólico, lo cual no resultó así.

CAPÍTULO VI

6. CONCLUSIÓN

A partir de los datos obtenidos se concluye que, si existe diferencia significativa entre los resultados obtenidos con la secuencia didáctica utilizando el Pizarrón Digital Interactivo comparada con la secuencia sin él; en los resultados de la evaluación posterior a la secuencia didáctica, desde el punto de vista del estudiante que aprendió usando el Pizarrón Digital Interactivo se identifica una mejoría en la comprensión de los temas principales, una mejor disposición al trabajo en el aula, la capacidad de representación molecular de los fenómenos y una mejoría en la expresión lingüística no así en interpretación simbólica de éstos.

Desde el punto de vista del profesor, el uso del pizarrón digital interactivo facilitó los procesos de presentación, modificación de concepciones alternativas y evaluación mediante el sistema interactivo de senteo, así como la retroalimentación al estudiante. De acuerdo al análisis de varianza de un factor presentado, al comparar los dos métodos de enseñanza, el tradicional utilizando pizarrón blanco y experiencias prácticas a micro escala con el método utilizando Pizarrón Digital Interactivo conjuntamente con la evaluación interactiva, si existe una diferencia significativa que sugiere que éste último método favorece el aprendizaje y la comunicación de los estudiantes durante la clase así como la participación y la motivación que fue medida mediante una guía de observación, en la cual se registró tanto los comentarios positivos como el aumento en la asistencia a la clase.

El primer objetivo específico no se cumplió por completo, dado que se diseñaron las evaluaciones correspondientes para cada secuencia didáctica los cuales fueron útiles para identificar los conocimientos previos y las concepciones alternativas, sin embargo, el diseño de los reactivos no permitió representar en su mayoría lo aprendido por los estudiantes.

El segundo objetivo específico se cumplió y aunque los resultados de las evaluaciones escritas revelan muchas de las ideas previas y de las concepciones alternativas de los estudiantes, la mayoría de éstas se identificaron por expresiones orales.

El tercer y cuarto objetivos específicos se cumplieron en su totalidad ya que se diseñaron dos secuencias didácticas usando Pizarrón Digital Interactivo y dos más sin el uso de

esta herramienta tecnológica. Cabe mencionar que el trabajo invertido en la preparación de las clases con secuencia didáctica y Pizarrón Digital Interactivo fue mucho mayor comparado con el método tradicional, sin embargo, al largo plazo ese trabajo es permanente y perfeccionable.

El quinto objetivo específico se cumplió dado que se realizó una comparación entre los resultados de ambos métodos obteniendo que si existe una diferencia significativa entre el método de enseñanza tradicional y el método de enseñanza utilizando una secuencia didáctica que incluyera Pizarrón Digital Interactivo; mejorando no sólo el aprovechamiento, sino la motivación de los estudiantes con el uso de la tecnología aplicada a la enseñanza.

El sexto objetivo específico se llevó a cabo satisfactoriamente dado que se aplicaron las secuencias didácticas propuestas y se evaluó el aprovechamiento de las mismas, sin embargo, un aspecto a mejorar sería el diseño de los reactivos.

6.1 Ventajas y desventajas

Dentro de las ventajas del uso del Pizarrón Digital Interactivo se encontró lo siguiente:

- 1) Durante el proceso de enseñanza, facilitó las representaciones nanoscópicas moleculares involucradas en la transferencia de calor.
- 2) Durante el proceso de aprendizaje, favoreció aumentando la participación y motivación de los estudiantes, mediante el uso de la tecnología para aumentar los canales de comunicación con el estudiante.
- 3) Los resultados obtenidos mediante el método del senteo se procesan automáticamente un minuto después de terminada la evaluación incluyendo el análisis estadístico y las gráficas.
- 4) La motivación de los estudiantes mejoró mucho al utilizar el método del senteo, ya que los dispositivos utilizados mejoran las habilidades y el interés por realizar la evaluación y conocer el resultado de ésta.
- 5) La retroalimentación hacia los estudiantes es inmediata y mejora la percepción sobre su forma de estudiar para una evaluación.
- 6) La retroalimentación hacia el profesor es inmediata y permite mejorar no solo el diseño de la evaluación como un instrumento válido de medición del aprendizaje sino también

de la secuencia didáctica para comprobar si la transferencia del aprendizaje se llevó a cabo como se esperaba.

La principal desventaja del Pizarrón Digital Interactivo sería utilizarlo en forma lúdica sin un franco sentido pedagógico, lo cual desaprovecha el potencial de esta poderosa herramienta, esto por su puesto, es trabajo del docente quien debe estar calificado para adaptar la complejidad de los conocimientos científicos en situaciones cotidianas y sencillas para los alumnos, además de darle a cada secuencia didáctica un sentido lógico y variado para captar todos los estilos de aprendizaje que tienen los estudiantes y estimular en la medida de lo posible las diversas capacidades que poseen éstos (inteligencias múltiples).

Otra gran desventaja es el soporte y la disponibilidad del equipo tecnológico que se requiere para llevar a cabo actividades didácticas utilizando Tecnologías de la Información y la Comunicación, debido no sólo a los costos que esto implica, sino también a la preparación adicional que requiere un docente para aplicar esta tecnología.

6.2 Prospectiva

Al concluir este trabajo, surgen muchas expectativas en el manejo del Pizarrón Digital Interactivo dentro del aula, ya que la aplicación de las simulaciones y las representaciones nanoscópicas en diversos temas como reacción química, química orgánica, etc. son indispensables para facilitar el proceso de enseñanza y aprendizaje, por otro lado, en diversas asignaturas como física y matemáticas sería muy útil para representar visualmente conceptos abstractos y procedimientos complejos.

El Pizarrón Digital Interactivo como una herramienta de enseñanza y aprendizaje tiene una amplia gama de aplicaciones, a partir de esta experiencia podrían surgir trabajos donde se examine el índice de aplicación del método y las variables que afectan una implementación exitosa de esta herramienta como la capacidad y disposición de los estudiantes para aprender.

En todo momento, la tecnología dentro de los procesos de enseñanza y aprendizaje será un reto, pero no para los estudiantes, sino para los docentes; quienes tenemos el compromiso de facilitar el conocimiento con las mejores herramientas y esto implica estar en constante aprendizaje para encontrar cada vez más canales de comunicación que

permitan que los estudiantes se interesen por la ciencia, desde este punto de vista, tendremos no solo alumnos competentes, sino docente competentes también.

7. BIBLIOGRAFÍA:

1. Akkoyunlua, B., & Erkan, S. (2013). A Study on student and teacher views on technology use. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 103 , 68 – 76.
2. Alcántara , A., & Zorrilla, J. F. (2010). Globalización y educación media superior. En busca de la pertinencia curricular. *Perfiles Educativos*, vol. XXXII, núm. 127, IISUE-UNAM, 38-57.
3. Ali Alwan, A. (2011). Misconception of heat and temperature Among physics students. *Procedia Social and Behavioral Sciences* 12, 600–614.
4. Bakadam, E., & Sharbib Asiri, M. (2012). Teachers' Perceptions Regarding the Benefits of Using the Interactive Whiteboard (IWB): The Case of a Saudi Intermediate School. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 64, 179 – 185.
5. Barke, H. (2012). *Essentials of Chemical Education*. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag.
6. Barr, R., & Tagg, J. (1995). From Teaching to Learning. A New Paradigm for Undergraduate Education. *Change Volumen 27, número 6*, 13-43.
7. Barrera Guerrero, S. (2009). *Tesis Guía Didáctica de Termodinámica Clasica para bachillerato*. México: UNAM.
8. Basu-Dutt, S. (2010). *Making Chemistry Relevant. Strategies for including all students in a learner-sensitive classroom enviroment*. New Jersey: John Wiley & Sons Inc.
9. Belenguer Alventosa, J. D. (10 de Noviembre de 2011). *Diseño de material formativo multimedia para pizarra interactiva*. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10251/12018>
10. Bello, S. (2004). Ideas previas y cambio conceptual. *Educación Química* 15 (3), 60-67.
11. Beran, J. (2014). *Laboratory manual for principles of general chemistry 10th Ed*. Texas, USA: John Wiley & Sons, Inc.
12. Bertha, A. (2013). Screening of the hospitalized patient –Use of an interactive digital board. *European Geriatric Medicine Septiembre Volumen 4, suplemento 1*, S 191. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.eurger.2013.07.638>
13. Bertrán Rusca, J., & Núñez Delgado, J. (2012). *Problemas de Química Física*. Madrid: Delta Publicaciones.
14. Beyza Karadeniz B., H. B. (2010). The effect of computer aided teaching method on the students. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 235–238.
15. Brown, T. (2015). *Chemistry, the central science 13th edition*. EUA: Pearson.
16. Campanario, J. M., & Moya, A. (1999). ¿Cómo enseñar ciencias? Principales tendencias y propuestas. *Investigación Didáctica* 17 (2), 179-192.

17. Campos Hernández Ded, R. (agosto de 2014). Estrategias Didácticas Constructivista para el Aprendizaje. Estado de México, Cuautitlán Izcalli, México.
18. Carmona Téllez, C. G. (2013). *La química en tus manos III*. México: UNAM.
19. Chang, R. (2008). *Fisicoquímica para las ciencias químicas y biológicas 3a Ed*. México: McGraw Hill.
20. Chang, R., & Goldsby, K. (2013). *Química 11 Ed*. México: McGraw Hill.
21. Chi, M., Slotta, J., & De Leeuw, N. (1994). From things to processes: A theory of conceptual change for learning science concepts. *Learning and Instruction*, 4 (1) , pp. 27-43.
22. Cohelo, R. L. (2009). On the concept of energy: History and philosophy for science. *Procedia Social and Behavioral Sciences* 1, 2648-2652.
23. Daza Pérez, E. P. (2009). Experiencias de enseñanza de la química con el apoyo de las TIC's. *Revista Educación Química en Línea, volumen XX (número 3)*, 320-329.
24. Díaz-Barriga Arceo, F. (2002). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo 2a Ed*. México: McGraw Hill.
25. Domingo Coscolla, M. (2011). Pizarra Digital Interactiva en el aula: Uso y valoraciones para el aprendizaje. *Estudios Sobre Educación, Vol. 20* , 99-116 .
26. Dorado Perea, C. (2011). Creación de objetos de enseñanza y aprendizaje mediante el uso didáctico de la pizarra digital interactiva (PDI), en Hernández Serrano, M.J. y Fuentes Agustí, M. Coords.) La red como recurso de información en educación. *Revista Teoría de la Educación: Educación y Cultura en la Sociedad de la Información. Vol. 12, nº 1. Universidad de Salamanca*, pp. 116-143.
27. Doria Serrano, M. d., Ibáñez Cornejo, J. G., & Mainero Mancera, R. M. (2009). *Experimentos de química en microescala para nivel medio superior*. México: Universidad Iberoamericana.
28. Dunn, K., & Dunn, R. (1978). *Teaching students through their individual learning styles: A practical approach*. Reston: Prentice Hall.
29. Ebbing, D. (2010). *Química General*. México: Cengage Learning.
30. Edel Navarro, R. (2004). *¿Es usted padre de familia de la generación Net?* Veracruz: Universidad Cristobal Colón.
31. El Hassan El Hassouny, F. K. (2014). Teaching / Learning mechanics in high school with the help of Dynamic software. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 116 , 4617 – 4621 .
32. El Miniawi, D. H., & Brenjekjy, A. (2015). Educational Technology, potentials, expectations and challenges. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 174 , 1474 – 1480.

33. Erickson, E. (1972). *Sociedad y Adolescencia*. México: Siglo XXI Editores.
34. Escobedo Estrada, I. (2013). *Tesis Un enfoque didácticode las leyes de la termodinámica para el nivel medio superior*. Mexico: UNAM.
35. Espinosa Jiménez, M. (2014). La buena práctica docente en la enseñanza. *Revista Panamericana de Pedagogía*. N. 21 , 141-152.
36. Fonseca Madrigal, J. d. (2015). *Tesis Cómo utilizar las nuevas tecnologías de la Información y comunicación para favorecer el aprendizaje de la física en el bachillerato*. México: UNAM.
37. Fonseca, C. (2010). Reforma Integral de la Educación Media Superior. *Pensamiento Universitario, Instituto de Ciencias de la Educación UAEM*, 44-52.
38. Franco de la Rosa, A. C. (2000). *¿Cómo entender a nuestros hijos de la generación NET?* Toluca: Tecnológico de Monterrey, Campus Toluca.
39. Gardner, H. (1995). *Inteligencias múltiples: la teoría en la práctica*. México: Paidós.
40. Garritz Ruiz, A., & Irazoque Palazuelos, G. (2004). El trabajo práctico integrado con la resolución de problemas y el aprendizaje conceptual en la química de polímeros. *Alambique Didáctica de las Ciencias Experimentales No. 39*, 40-51.
41. Garritz, A., & Chamizo, J. A. (2008). Reseña sobre la enseñanza escolar de la ciencia (1990-2005). El caso de México. *Educación química, Editorial*, 174-178.
42. Garritz, A., Gasque, L., & Martínez, A. (2005). *Química Universitaria*. México: Pearson.
43. George, A. V. (2009). What Makes a Good Laboratory Learning Exercise? Student Feedback from the ACELL Project. En M. Gupta-Bhowon, *Chemistry Education in the ICT Age* (págs. 363-376). DOI 10.1007/978-1-4020-9732-4_1: Springer Science + Business Media B.V.
44. Gobierno de la República. (26 de julio de 2016). *gob.mx*. Obtenido de Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018: <http://pnd.gob.mx/wp-content/uploads/2013/05/PND-Eje-3.pdf>
45. Graue Wiechers, E. L. (26 de Julio de 2016). *Página del Rector de la UNAM*. Obtenido de Universidad Nacional Autónoma de México: <http://www.rector.unam.mx/doctos/PDI-2015-2019.pdf>
46. Gupta-Bhowon, M. (2009). *Chemistry Education in the ICT Age*. DOI 10.1007/978-1-4020-9732-4_1: Springer Science + Business Media B.V.
47. Hernández Franco, C. (2011). *Pizarra Digital Intaractiva*. Valladolid, Epaña: Universitat Politècnica de València. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación - Escola Tècnica Superior d'Enginyers de Telecomunicació. Obtenido de URL: <https://polimedia.upv.es/visor/?id=cbbdbf3f-ee87-1641-894c-d257a6d76099>

48. Hernández-Torres, C. (2014). La competencia lingüística como eje clave para el aprendizaje de las ciencias en educación primaria: aplicación al caso de mezclas cotidianas. *Educación química*, 25(E1), 176-182.
49. Herrington, D. (2011). The Heat Is On: An Inquiry-Based Investigation for Specific Heat. *J. Chem. Educ.*, 88, 1558–1561. doi:dx.doi.org/10.1021/ed200109
50. Hervás Gómez, C. (2010). La utilización conjunta de la pizarra digital interactiva y el sistema de participación senteo: Una experiencia universitaria. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación No. 36*, 203 - 214.
51. Hewitt, P. (2009). *Física conceptual novena edición*. México: Pearson Educación. Obtenido de <http://www.biblionline.pearson.com.pbidi.unam.mx:8080/AuthBookLink.aspx?bv=vm/OGuMjCfinAw8muUAoE/zo+E12WEgDNqgyvlnanIsPkDjf4mih/YwEpdtw5TvFae3wBMIs9J02isE0Pxo7hvRsKonzLXvVrZiD2/Hr068JF84nVRYVu1pjBqjXP3vZCZHscm3lcwIFJIZ9zNe1sTmcJZ8plrJleBxTov7gMpTVonfYwq>
52. Hidalgo García, N. (2010). *Uso de las TIC con alumnado con deficiencia auditiva en el aula*. Barcelona, España: 2º Congreso Internacional Aulatic-DIM.
53. INEE. (2013). *México en PISA 2012*. México: INEE.
54. INEE. (2016). *México en PISA 2015, 1a Edición*. México: INEE.
55. International Union of Pure and Applied Chemistry. (2016). *IUPAC Gold book*. Obtenido de IUPAC Compendium of Chemical Terminology 2a Edición- the Gold Book: <https://goldbook.iupac.org/E.html>
56. Kropf, D. C. (2016). Connectivism: 21st Century's New Learning Theory. *European Journal of Open, Distance and ELearning*, 1-9.
57. Kuhn, H., Försterling, H.-D., & Waldeck, D. (2012). *Principios de Fisicoquímica*. México: Cengage Learning.
58. Levine, I. (2014). *Principios de Fisicoquímica 6a Ed.* México: McGraw Hill.
59. López Carrasco, M. Á. (2013). *Aprendizaje, competencias y TIC*. México: Pearson Educación. Obtenido de <http://www.biblionline.pearson.com.pbidi.unam.mx:8080/AuthBookLink.aspx?bv=gJ+9usxEZ hoyidqZlgxQlw==>
60. Martínez Alonso, G. (2006). *La Pizarra Digital Interactiva en la enseñanza de la Ingeniería*. Nuevo León, México: Universidad Autónoma de Nuevo León.
61. Medina, A. L. (2012). Límites de la reforma en educación media superior. *Perfiles Educativos*, vol. XXXIV, , pp. 164-169.
62. Milenković, D. D., Segedinac, M. D., & Hrin, T. N. (2014). Increasing High School Students' Chemistry Performance and Reducing Cognitive Load through an

- Instructional Strategy Based on the Interaction of Multiple Levels of Knowledge Representation. *Journal of Chemical Education*, 1409–1416.
63. Mintzes, J., Wandersee, J., & Novak, J. (2005). *Teaching science for understanding. A human constructivist view*. E.U.A.: Elsevier Academic Press.
 64. Morris, H., & Arena, S. (2014). *Fundamentos de Química 14 Ed.* México: Cengage Learning.
 65. Mullop, N., Yusof, K., & Tasir, Z. (2012). A review on enhancing the teaching and learning of thermodynamics. *Pocedia Social and Behaviorial Sciences* 56, 703-712.
 66. Nivaldo, J. (2015). *Chemistry, Structure and Properties*. New Jersey: Pearson.
 67. Obaya Valdivia, E., & Ponce Pérez, R. (2007). La secuencia didáctica como herramienta del proceso enseñanza aprendizaje en el área de Químico Biológicas. *ContactoS* 63, 19–25.
 68. Ortiz, S. E. (2012). *Laboratorio de química general*. México: McGraw Hill.
 69. Parra Marín, E. (2008). *Evaluación para los aprendizaje y las enseñanza*. Santiago: Ediciones Universidad Católica Silva Henríquez.
 70. Patiño Alonso, N. X. (2010). *Aplicación de la PDI en el programa Enciclomedia en el marco de la "Reforma Integral de la Educación Básica" en México*. Bellaterra: Universidad Autónoma de Barcelona.
 71. Patwardhan, M., & Murthy, S. (2015). When does higher degree of interaction lead to higher learning in visualizations? Exploring the role of 'Interactivity Enriching Features'. *Computers & Education No. 82*, 292-305.
 72. Pellegrino, J. (2014). Assessment as a positive influence on 21st century teaching and learning: A systems approach to progress. *Psicología Educativa* 20, 65-77.
 73. Pérez Durán, M., & Rocha Z, E. (26 de Julio de 2016). *Acceso y uso de tecnologías de información y comunicación en tres dependencias de la UNAM (2013)*. Obtenido de Google Académico: <https://scholar.google.es/scholar?hl=es&q=Acceso+y+uso+de+tecnolog%C3%ADas+de++informaci%C3%B3n+y+comunicaci%C3%B3n++en+tres+dependencias+de+la+UNAM&btnG=&lr=>
 74. Pérez Santos, M. (2011). *Nuevos recursos en la práctica docente en el Grado en Física: La pizarra digital interactiva*. Salamanca, España: Universidad de Salamanca, tesis.
 75. Pimienta Prieto, J. H. (2008). *Constructivismo: Estrategias para aprender a aprender. Tercera Edición*. México: Pearson.
 76. Pozo, J., & Gómez Crespo, M. (1998). *Aprender y enseñar ciencia*. Madrid: Morata.
 77. Presky, M. (2001). Digital Natives, Digital Immigrants. *On the Horizon (MCB University Press, Vol. 9 No. 5)*, 1-6.

78. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. (2015). *Informe sobre Desarrollo Humano 2015 Panorama General*. New York: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.
79. Quiles, O. L., & Loya, J. É. (2014). Educación Media y Superior en México: análisis teórico de la realidad actual. *DEDICA REVISTA DE EDUCAÇÃO E HUMANIDADES*, 6 março, pp. 59-72.
80. Reyes Chumacero, A. (2014). *Fisicoquímica*. México: McGraw Hill. Obtenido de <http://site.ebrary.com.pbidi.unam.mx:8080/lib/bibliodgbmhe/reader.action?docID=10889980>
81. Rodríguez Zavala, O. (2009). *La química en tus manos II*. México: Universidad Nacional Autónoma de México.
82. Rodríguez, V. G. (2012). Reseña de "Políticas y educación. La construcción de un destino" de Sara Rosa Medina. *Perfiles Educativos*, vol. XXXIV, núm. 138, , pp. 210-214.
83. Romer, R. (2001). Heat is not a noun. *American Journal of Physics*, Vol. 69, No. 2, February, 108-109.
84. Romo, M., López, D., & López, I. (2006). ¿Eres visual, auditivo o Kinestésico? Estilos de aprendizaje desde el modelo de la programación neurolingüística. *Revista Iberoamericana de Educación* 38 (2), 1-9.
85. Rosas, R. (2010). Pizarras interactivas para un aprendizaje motivado en niños con parálisis cerebral. *Estudios Pedagógicos XXXVI*, No. 1, 191-209.
86. Sears, F., Zemansky, M., Young, H., & Freedman, R. (2004). *Física Universitaria 11a Edición Vol. 1*. México: Pearson.
87. Secretaria de Educación Pública. (26 de Julio de 2016). *gob.mx*. Obtenido de Secretaria de Educación Pública>Documentos: <http://www.gob.mx/sep/documentos/programa-sectorial-de-educacion-2013-2018-17277>
88. Segovia Cano, J. P. (2010). *Creando música con la pizarra digital*.
89. Sierra Vázquez, M. (2011). *Diseño de integración de la tecnología "Pizarra Digital Interactiva SMART Board" en la enseñanza de la Geometría en los Grados de Maestros en Educación Infantil y Primaria y en el Máster de Profesorado de ESO, Bachillerato, FP y Enseñanza de Idiomas*". Salamanca, España: Universidad de Salamanca, tesis.
90. Smart Technologies. (2009). *Manual para uso de Software Smart Notebook para usuarios de pizarrón digital interactivo Smart Board*. México: ATI tecnología Integrada.
91. Smart Technologies, Inc. (21 de Junio de 2016). *SMART*. Obtenido de <http://downloads.smarttech.com/media/sitecore/en/support/bulletins>

92. Sokrat, H. e. (2014). Difficulties of students from de faculty of Science with regard to understanding the concepts of Chemical Thermodynemics. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 116, 368 – 372.
93. Subsecretaría de Educación Media Superior. (26 de septiembre de 2008). *La Reforma Integral de la Educación Media Superior*. Obtenido de <http://cosdac.sems.gob.mx/riems.php>
94. Talanquer, V. (2009). De escuelas, docentes y TIC´S. . *Revista Educación Química en Línea, volumen XX (número 3)*, 345-350.
95. Treagust, D., Chittleborough, G., & Thapelo, M. (2003). The role of submicroscopic and symbolic representations in chemical explanations. *International Journal of Science Education Nov, Vol. 25, No. 11*, 1353–1368.
96. Trejo, L., Delgado, T., & Flores, S. (2009). Sobre la enseñanza de la termoquímica en la química del nivel bachillerato. *Enseñanza de las Ciencias, Número Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, Barcelona*, 3576-3579.
97. Tuncela, I., & Bahtiyar, A. (2015). A case study on constructivist learning environment in content knowledge courses in science teaching. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 174, 3178 – 3185.
98. UNAM. (24 de Junio de 2015). *Dirección General de Incorporación y Revalidación de Estudios*. Obtenido de Manual de Organización: http://www.dgire.unam.mx/contenido/acerca/manual_organizacion.pdf
99. UNAM. (24 de Junio de 2015). *Dirección General de la Escuela Nacional Preparatoria*. Obtenido de <http://dgenp.unam.mx/acercaenp/anteced.html>
100. UNAM. (17 de abril de 2016). *DGIRE*. Obtenido de Plan y Programas Indicativos Escuela Nacional Preparatoria: <http://www.dgire.unam.mx/contenido/home.htm>
101. Wan Yunus, F. (2012). Urban Student´s attitud towards Learning Chemistry. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 68, 295 – 304.
102. Yeo, S., & Marjan, Z. (2001). Introductory Thermal Concept Evaluation: Assessing Students' Understanding. *The physics teacher*, 496-504.
103. Zamora Rosete, M. (2016). *Propuesta de actividades para la enseñanza de la fisicoquímica en el bachillerato*. México: Facultad de Química, UNAM.
104. Zumdahl, S. S. (2009). *Chemsitry 7th Edition*. Illinois: Houghton Mifflin Company.

8. ANEXOS

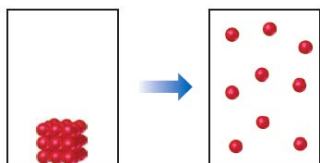
8.1 Anexo 1. Cuestionario previo capacidad calorífica

1. Define o explica los siguientes conceptos:
 - a. Temperatura.
 - b. Calor.
 - c. Reacción química.
 - d. Endotérmico.
 - e. Exotérmico.
 - f. Capacidad calorífica.
 - g. Calor específico.
 - h. Entalpía.
2. Estás frente a dos mesas a temperatura ambiente, si colocas simultáneamente un cubito de agua congelada en una y un cubito de aceite congelado en la otra:
 - a) ¿Cuál cubito crees que se derretirá primero, el de agua o el de aceite?
 - b) ¿Cuál consideras que es la fuente que proporciona el calor a los cubitos para descongelarse?
3. Tu hermana y tú hacen hervir agua utilizando la misma estufa. En el recipiente de tu hermana hay 1 litro de agua y en el tuyo sólo la mitad. Indica cuál recipiente requiere más calor para hervir. Justifica tu respuesta.
4. Si calientas agua de 20°C hasta 70°C (con una capacidad calorífica específica de 1 kcal/kg °C) y en las mismas condiciones calientas un anticongelante desde 20°C hasta 70°C (con una capacidad calorífica específica de 0.5 kcal/kg °C)
 - a) ¿Cuál absorberá más calor dentro de un radiador?
 - b) ¿Cuál tarda más tiempo en calentarse?
5. Imagínate que pones un huevo crudo en 1 Kg de agua y otro huevo crudo en 1 Kg de aceite, en recipientes iguales. Si pones a calentar los dos al mismo tiempo, ¿cuál huevo se cocerá primero y por qué?
6. ¿La transferencia de calor depende sólo de la temperatura? Si no, ¿De qué otra cosa depende?
7. Cuando se transfiere el calor, ¿Qué les sucede a las partículas de la sustancia que absorbe el calor?

8. ¿Una sustancia que se calienta con rapidez tendrá una capacidad calorífica específica alta o baja? Explica tu razonamiento.
9. Si una canica en movimiento rápido golpea un grupo de canicas en movimiento lento:
 - a) ¿La canica rápida normalmente aumentaría o disminuiría su rapidez?
 - b) ¿Cuál(es) pierde(n) energía cinética y cuál(es) gana(n) energía cinética, la canica que al principio se movía con rapidez, o las canicas lentas inicialmente?
 - c) ¿Cómo se relacionan estas preguntas con la dirección del flujo de calor?
10. Si una sustancia requiere 2 J de energía para elevar su temperatura un grado Celsius, ¿cuántos julios de energía se perderán por el material cuando su temperatura descienda un grado Celsius?
11. Si colocaras el doble de la masa de anticongelante que la utilizada en este experimento, predecir cómo afectaría al cambio de temperatura del anticongelante. Explica el razonamiento de tu predicción.
12. ¿Cuál de los siguientes objetos prefieres tocar después de sacarlo del horno caliente, un trozo de papel de aluminio o una bandeja de aluminio? ¿Por qué?
13. Si vas a la playa en un día caluroso de verano, la temperatura de la arena es mucho más alta que la temperatura del agua. Si asumimos que la misma cantidad de energía fue suministrada por el sol tanto a la arena y al agua, ¿Cuál requiere más energía para elevar su temperatura? Justifica tu respuesta.
14. Si vives cerca de una gran masa de agua, en el invierno es a menudo un poco más caliente cerca del agua de lo que es en las zonas secas. Explique por qué sucede esto tomando como base los datos de este experimento.

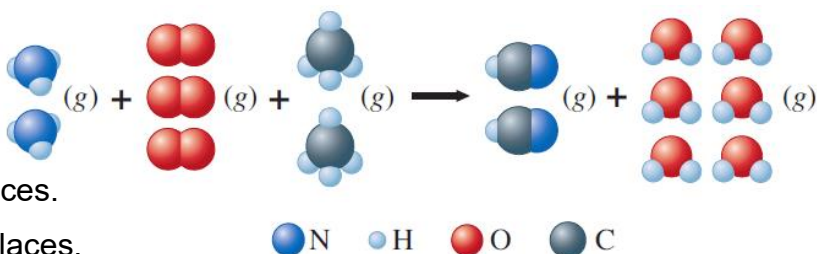
8.2 Anexo 2. Cuestionario previo entalpía de reacción.

1. ¿En qué tipo de reacciones químicas se encuentra involucrado un cambio de calor?
2. ¿Qué tipo de proceso se ilustra en la imagen de acuerdo al calor involucrado en la reacción?



3. Una sal se disuelve en agua provocando que se libere calor. Explica todas las transferencias de energía en este escenario utilizando los términos **exotérmico**, **endotérmico**, **sistema**, el **entorno**, la **energía potencial** y la **energía cinética** en la explicación.
4. ¿Los siguientes procesos son exotérmicos o endotérmicos?
 - a. Cuando KBr sólido se disuelve en agua, la solución se pone más fría.
 - b. El gas natural (CH_4) se quema en un horno.
 - c. Cuando se añade H_2SO_4 concentrado al agua, la solución se pone muy caliente.
 - d. El agua se hierve en una tetera.

5. El calor relacionado a una reacción química como la que se ilustra a continuación, se debe a:



- a. La ruptura de enlaces.
 - b. La formación de nuevos enlaces.
 - c. La ruptura y formación de enlaces.
 - d. La conversión de materia en energía.
6. Considera los siguientes enunciados:

“El calor es una forma de energía y la energía se conserva. La pérdida de calor de un sistema debe ser igual a la cantidad de calor ganado por los alrededores. En consecuencia, el calor se conserva.”

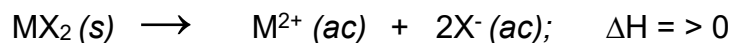
Indica todo lo que piensas que está correcto de estos enunciados. Indica todo lo que piensas que es incorrecto. Corrige los enunciados incorrectos y explica.

7. Los elementos hipotéticos A_2 y B_2 reaccionan de acuerdo con la siguiente ecuación, formando el compuesto AB .



Si disoluciones de $A_2(ac)$ y $B_2(ac)$ que comienzan a la misma temperatura se mezclan en un calorímetro de vasos para café, la reacción que se lleva a cabo es:

- Exotérmica y se eleva la temperatura de la disolución resultante.
 - Endotérmica y se eleva la temperatura de la disolución resultante.
 - Endotérmica y la temperatura de la disolución resultante desciende.
 - Exotérmica y la temperatura de la disolución desciende.
 - Exotérmica o endotérmica, dependiendo de las temperaturas original y final.
8. Se adiciona una sal soluble, MX_2 , al agua en un vaso de precipitados. La ecuación para la disolución de la sal es:

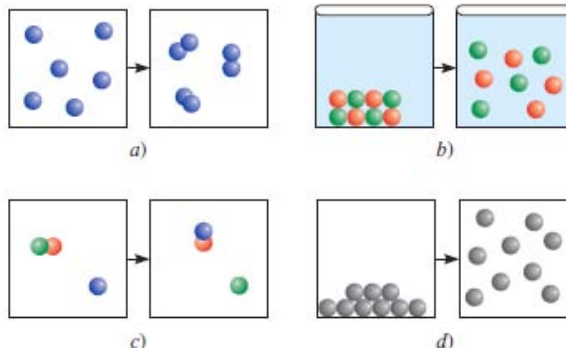


- Inmediatamente después que la sal se disuelve, ¿la disolución está más caliente o más fría?
 - Indica con una flecha la dirección del flujo de calor, dentro o fuera del vaso de precipitados, mientras la sal se disuelve.
9. Los diagramas que se muestran abajo representan varios procesos físicos y químicos.



- $2A(g) \rightarrow A_2(g)$
- $MX(s) \rightarrow M^+(ac) + X^-(ac)$.
- $AB(g) + C(g) \rightarrow AC(g) + B(g)$.
- $B(l) \rightarrow B(g)$.

10. Predice si las situaciones que se muestran son endotérmicas o exotérmicas. Explica por qué en algunos casos no se pueden hacer conclusiones claras.



8.3 Anexo 3. Cuestionario posterior capacidad calorífica

1. Estás frente a dos mesas a temperatura ambiente, si colocas simultáneamente un cubito de agua congelada en una y un cubito de aceite congelado en la otra, ¿Cuál cubito crees que se derretirá primero?

- a) El de agua.
- b) El de aceite.

2. Tu hermana y tú hacen hervir agua utilizando la misma estufa. En el recipiente de tu hermana hay 1 litro de agua y en el tuyo sólo la mitad. Indica cuál recipiente crees que requiere más calor para hervir.

- a) El de tu hermana.
- b) El tuyo

3. Si calientas agua de 20°C hasta 70°C (con una capacidad calorífica específica de 1 kcal/kg °C) y en las mismas condiciones calientes un anticongelante desde 20°C hasta 70°C (con una capacidad calorífica específica de 0.5 kcal/kg °C)

¿Cuál consideras que absorberá más calor dentro de un radiador?

- a) Agua.
- b) Anticongelante.

4. Si calientas agua de 20°C hasta 70°C (con una capacidad calorífica específica de 1 kcal/kg °C) y en las mismas condiciones calientes un anticongelante desde 20°C hasta 70°C (con una capacidad calorífica específica de 0.5 kcal/kg °C). ¿Cuál crees que tarda más tiempo en calentarse?

- a) Agua.
- b) Anticongelante

5. Imagínate que pones un huevo crudo en 1 Kg de agua y otro huevo crudo en 1 Kg de aceite, en recipientes iguales. Si pones a calentar los dos al mismo tiempo, ¿cuál huevo crees que se cocerá primero?

- a) Agua.
- b) Aceite.

6. ¿Una sustancia que se calienta con rapidez tendrá una capacidad calorífica específica alta o baja?

- a) Alta.
- b) Baja.

7. Si una canica en movimiento rápido golpea un grupo de canicas en movimiento lento: ¿La canica rápida normalmente aumentaría o disminuiría su rapidez?

- a) Aumentaría.
- b) Disminuiría.

8.4 Anexo 4. Cuestionario posterior entalpía de reacción.

1. ¿En qué tipo de reacciones químicas se encuentra involucrada una transferencia de calor?

- Neutralización
- Disolución.
- Combustión
- Todas las anteriores.

2. El único proceso exotérmico es:

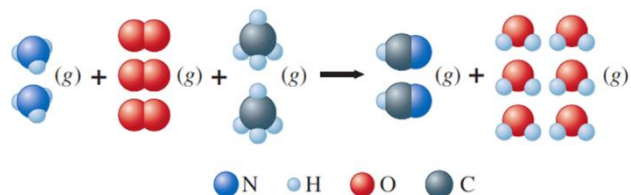
- $\Delta H > 0$
- $\Delta H < 0$
- $\Delta H = 0$

3. ¿Cuál es el único proceso endotérmico?

- Cuando KBr sólido se disuelve en agua, la solución se pone más fría.
- El gas natural (CH_4) se quema en un horno.
- Cuando se añade H_2SO_4 concentrado al agua, la solución se pone muy caliente.

4. El calor relacionado a una reacción química como la que se ilustra a continuación, se debe a:

- La ruptura de enlaces.
- La formación de nuevos enlaces.
- La ruptura y formación de enlaces.
- La conversión de materia en energía.



5. Considera los siguientes enunciados, ¿Cuál es incorrecto?:

- “El calor es una forma de energía y la energía se conserva”.
- “La pérdida de calor de un sistema debe ser igual a la cantidad de calor ganado por los alrededores”.
- “En consecuencia, el calor se conserva.”

6. Los elementos hipotéticos A_2 y B_2 reaccionan de acuerdo con la siguiente ecuación, formando el compuesto AB .

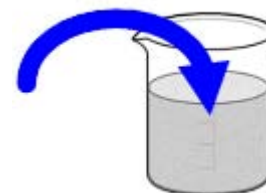


Si disoluciones de $A_2(ac)$ y $B_2(ac)$ que comienzan a la misma temperatura se mezclan en un calorímetro de vasos para café, la reacción que se lleva a cabo es:

- a. Exotérmica y se eleva la temperatura de la disolución resultante.
- b. Endotérmica y se eleva la temperatura de la disolución resultante.
- c. Endotérmica y la temperatura de la disolución resultante desciende.
- d. Exotérmica y la temperatura de la disolución desciende.
- e. Exotérmica o endotérmica, dependiendo de las temperaturas original y final.

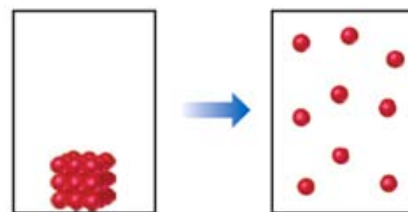
8. La flecha indica la dirección del flujo de calor respecto al vaso de precipitados mientras la sal se disuelve, indica la opción que describa lo que pasa:

- a. El calor sale del sistema y es signo negativo.
- b. El calor sale del sistema y es signo positivo.
- c. El calor entra al sistema y es signo negativo.
- d. El calor entra al sistema y es signo positivo.



8. ¿Qué tipo de proceso se ilustra en la imagen de acuerdo al calor involucrado en la reacción?




- a. Exotérmico.
- b. Endotérmico.
- c. Ninguno de los anteriores.



9. Cuando cocinas un alimento utilizas calor de la estufa, en este proceso el calor tiene un valor:

- a. Negativo.
- b. Positivo.
- c. Cero.

8.5 Anexo 5. Secuencia didáctica para Capacidad Calorífica

  		
TEMA: ¿Qué es la capacidad calorífica?		CLASE: 1
OBJETIVO DE LA SESIÓN: Identificar el uso de la capacidad calorífica para la resolución de problemas y señalar los posibles usos del anticongelante y el agua relacionados a la disipación de calor.		
OBJETIVOS ESPECÍFICOS: a) Resolver ejercicios relacionados a la capacidad calorífica del agua utilizadas para enfriar los motores de los autos. b) Calcular la capacidad calorífica de un anticongelante comercial. c) Comparar la cantidad de calor que disipan según su capacidad calorífica para decidir cuál sustancia es mejor para enfriar un radiador.		
APRENDIZAJES A LOGRAR: <ul style="list-style-type: none"> ❖ Identificación de la diferencia entre calor y temperatura. ❖ Relacionar los distintos materiales con sus capacidades caloríficas aplicadas a los usos que puedan tener en eventos cotidianos. ❖ Realizar ejercicios, simulaciones y relaciones entre agua y anticongelante y sus distintas capacidades caloríficas. 		CONOCIMIENTOS PREVIOS: 1. ¿Qué es masa? 2. ¿Qué es temperatura? 3. ¿Qué es calor? 4. ¿Cuál es la diferencia entre calor y temperatura? 5. ¿Qué es calor específico? 6. ¿Qué es capacidad calorífica?
ACTIVIDADES		

FASE DE APERTURA

SOCIALIZACIÓN DE OBJETIVOS Y ENCUADRE

TIEMPO: 5 min. / 5 min.

Escuela Nacional Preparatoria UNAM, Plan de estudios 1996

Asignatura: Química III

Grado: 5º año de preparatoria Sesión: 3 h

Primera Unidad: La energía, la materia y el cambio.

Subtema: a) Transferencia y transformación de la energía.

b) Trabajo, calor y temperatura.

$$\Delta U = q + w.$$

Medición de calor $q = mc\Delta T$

Capacidad calorífica (c)

TÉCNICA:

- Exposición

MATERIAL:

- Presentación Smart
- Pizarrón digital interactivo

RECOMENDACIONES:

	<ul style="list-style-type: none"> • <i>No desviar la conversación del tema de clase.</i>
<p>1. Identificación de los conocimientos previos: El profesor llevará a cabo una serie de cuestionamientos a partir de un video donde se presenta el descongelamiento de agua y aceite. TIEMPO: 10 min. / 15min.</p> <p>Propósito de la actividad: Identificar los conocimientos previos y las concepciones alternativas de los alumnos a cerca del tema, para adaptar la intervención pedagógica al nivel de aprendizaje de los estudiantes; además de contextualizarlos en el tema que se va a abordar en la clase.</p>	<p><u>TÉCNICA:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Indagación por descubrimiento</i> <p><u>MATERIAL:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Presentación Smart</i> • <i>Pizarrón digital interactivo</i> • <i>Video</i> <p><u>RECOMENDACIONES:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> •

FASE DE DESARROLLO

<p>2. El profesor realizará la introducción del concepto de calor y temperatura, utilizando objetos cotidianos del salón de clases, mientras que los estudiantes participan en los cuestionamientos orales propuestos. TIEMPO 5 min. / 20 min.</p> <p>Propósito de la actividad: Contrastar la diferencia entre calor y temperatura, así como aplicarlo a eventos cotidianos.</p>	<p><u>TÉCNICA:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Presentación oral</i> <p><u>MATERIAL:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Computadora (presentación de Smart)</i> • <i>Objetos cotidianos.</i> <p><u>RECOMENDACIONES:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Acompañar la presentación con modelos moleculares proyectados.</i>
<p>3. El profesor realizará una exposición sobre:</p> <ol style="list-style-type: none"> La estructura atómica de los tres estados de agregación. El movimiento intramolecular y su variación con la temperatura. El concepto de calor. El concepto de capacidad calorífica: teórico y matemático. Capacidad calorífica a presión y volumen constante. Capacidad calorífica como propiedad extensiva de la materia. Diferencia entre capacidad calorífica y calor específico. <p>TIEMPO 20 min. / 40 min.</p> <p>❖ Propósito de la actividad: Identificar las principales características de la capacidad calorífica a presión y volumen constante y relacionarlas a los distintos materiales.</p>	<p><u>TÉCNICA:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Presentación oral</i> <p><u>MATERIAL:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Presentación Smart</i> • <i>Pizarrón digital interactivo</i> <p><u>RECOMENDACIONES:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Retroalimentación constante ante las experiencias del estudiante.</i>

<p>4. Actividades teóricas: Los estudiantes resolverán problemas en pizarrón digital interactivo, donde se involucre la capacidad calorífica mientras el profesor revisa sus resultados.</p> <p>5. Actividades prácticas: Los estudiantes llevarán a cabo el diseño de una actividad práctica donde puedan medir la capacidad calorífica de dos sustancias líquidas y la llevarán a cabo en el laboratorio, el profesor supervisará el trabajo de los equipos, el curso de la experimentación y la seguridad de los estudiantes.</p> <p>TIEMPO 60 min. / 1h 40 min.</p> <p>Propósito de la actividad: Que los alumnos identifiquen la expresión matemática y el significado de la capacidad calorífica en la resolución de ejercicios.</p> <p>Que los estudiantes contrasten la capacidad calorífica de dos sustancias experimentalmente.</p>	<p><u>TÉCNICA:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Experiencia estructurada</i> <p><u>MATERIAL:</u> Resistencia de inmersión, termómetro, vasos de precipitados, dos sustancias problemáticas, agua destilada, cronómetro, balanza, serviolas.</p> <p><u>RECOMENDACIONES:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Monitoreo continuo del profesor hacia los alumnos en el desarrollo de la actividad.</i>
--	---

FASE DE CIERRE

<p>1. Actividad final por equipo: Los estudiantes responderán algunas preguntas y ejercicios en forma oral y escrita, relacionando distintos materiales con sus posibles usos en pizarrón digital interactivo organizados en 6 equipos, mientras el profesor actúa como moderador.</p> <p>TIEMPO 20 min. / 2h</p> <p>Propósito de la actividad: Se evaluarán los conocimientos adquiridos por el alumno a través de un cuestionario.</p>	<p><u>TÉCNICA:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Discusión guiada.</i> <p><u>MATERIAL:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Presentación Smart</i> • <i>Serie de ejercicios e imágenes</i> <p><u>RECOMENDACIONES:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Hacer hincapié en el respeto de las reglas del juego.</i>
<p>2. Actividad de cierre: El profesor realizará una dinámica oral para reforzar el concepto de capacidad calorífica, así como su aplicación en el uso de distintos materiales y sustancias según su propósito relacionado a la cantidad de calor que deben disipar. Se aplicará evaluación sumativa.</p> <p>TIEMPO 1 h / 3 h.</p> <p>Propósito de la actividad: Retroalimentar al alumno en su desempeño y valorar la modificación de algunas concepciones alternativas.</p>	<p><u>TÉCNICA:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Discusión guiada.</i> • <i>Senteo.</i> <p><u>MATERIAL:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Evaluación Smart.</i> • <i>Terminales de computadora o celulares.</i> <p><u>RECOMENDACIONES:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Problemas y cuestionario como tarea.</i>

NOTAS DEL PROFESOR:

Elaborado por Q.F.B. Martha Patricia Hernández Bravo para clase sobre trabajo de tesis.

8.6 Anexo 6. Secuencia didáctica para Entalpía de reacción



TEMA: ¿Qué es el Entalpía de reacción y cómo se mide?		CLASE:2
OBJETIVO DE LA SESIÓN: Determinar la entalpía de solución para la disolución de una sal.		
OBJETIVOS ESPECÍFICOS: a) Identificar los cambios de entalpía que se verifican durante una reacción química. b) Calcular el calor de solución para la disolución de una sal. c) Medir y comparar el calor de solución de dos sales.		
APRENDIZAJES A LOGRAR: ❖ Descripción del concepto de entalpía de reacción. ❖ Calcular la entalpía de reacción. ❖ Identificación de reacción endotérmica y exotérmica.		CONOCIMIENTOS PREVIOS: 1. ¿Qué es disolución? 2. ¿Qué es energía? 3. ¿Qué es temperatura? 4. ¿Qué es calor? 5. ¿Cuál es la diferencia entre calor y temperatura? 6. ¿Qué es entalpía de reacción? 7. ¿Qué es capacidad calorífica?
ACTIVIDADES		

FASE DE APERTURA

<p>SOCIALIZACIÓN DE OBJETIVOS Y ENCUADRE TIEMPO: 5 min. / 5 min.</p> <p>Escuela Nacional Preparatoria UNAM, Plan de estudios 1996 Asignatura: Química IV Grado: 6° año de preparatoria Sesión: 3 h Primera Unidad: La energía y las reacciones químicas Subtema: 1.1.3. Entalpía. 1.1.4. Reacciones exotérmicas y endotérmicas.</p>	<p>TÉCNICA:</p> <ul style="list-style-type: none"> Exposición <p>MATERIAL:</p> <ul style="list-style-type: none"> Presentación Smart Pizarrón digital interactivo <p>RECOMENDACIONES:</p> <ul style="list-style-type: none"> No desviar la conversación del tema de clase.
<p>6. Identificación de los conocimientos previos. El profesor realizará la introducción del concepto de entalpía de reacción, utilizando reacciones exotérmicas y endotérmicas que presentará en bolsas ziplock que los estudiantes podrán tocar. TIEMPO: 10 min. / 15min.</p> <p>Propósito de la actividad: Identificar los conocimientos previos y las concepciones alternativas de los alumnos a cerca del tema, para adaptar la intervención pedagógica al nivel de aprendizaje de los estudiantes; además de contextualizarlos en el tema que se va a abordar en la clase.</p>	<p>TÉCNICA:</p> <ul style="list-style-type: none"> Indagación por descubrimiento <p>MATERIAL:</p> <ul style="list-style-type: none"> Presentación Smart Pizarrón digital interactivo Video <p>RECOMENDACIONES:</p> <ul style="list-style-type: none">

FASE DE DESARROLLO

<p>7. El profesor realizará la introducción del concepto de entalpía de reacción, utilizando reacciones exotérmicas y endotérmicas que presentará en bolsas ziplock y goteros. TIEMPO 5 min. / 20 min.</p> <p>Propósito de la actividad: Contrastar la diferencia entre reacción exotérmica y endotérmica.</p>	<p><u>TÉCNICA:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Experiencia programada</i> <p><u>MATERIAL:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Bolsas Ziplock, goteros plásticos, nitrato de amonio polvo, HCL 0.1M, agua destilada, NaOH hojuelas, toallas de papel.</i> <p><u>RECOMENDACIONES:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Acompañar la presentación con modelos moleculares proyectados.</i>
<p>8. El profesor realizará una exposición sobre:</p> <ol style="list-style-type: none"> Concepto de calor, temperatura, capacidad calorífica. El movimiento intermolecular y su variación con la temperatura. El concepto de reacciones exotérmicas y endotérmicas. Primera ley de la termodinámica. Entalpía, convención de signos. Energía de activación y diagrama de energía. Energía reticular, energía de hidratación y entalpía de solución. <p>TIEMPO 20 min. / 40 min.</p> <p>❖ Propósito de la actividad: Identificar las principales características de las reacciones endotérmicas y exotérmicas, explicar los aspectos moleculares y nanoscópicos asociados al aumento de temperatura en una reacción de disolución.</p>	<p><u>TÉCNICA:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Presentación oral</i> <p><u>MATERIAL:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Presentación Smart</i> • <i>Pizarrón digital interactivo</i> <p><u>RECOMENDACIONES:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Retroalimentación constante ante las experiencias del estudiante.</i>
<p>9. Actividades teóricas: Los estudiantes completaran esquemas en pizarrón digital interactivo, donde se involucre la energía de activación, reacciones exotérmicas y endotérmicas, y estimación de energía reticular y de hidratación.</p> <p>10. Actividades prácticas: Los estudiantes llevarán a cabo dos reacciones de disolución de sales en agua, y medirán la temperatura inicial y final, para calcular el calor de ambas reacciones. TIEMPO 1 h. / 1h 40 min.</p> <p>Propósito de la actividad: Que los alumnos identifiquen al tacto la temperatura de una reacción exotérmica y endotérmica, que la relacionen a la expresión matemática y que sea significativo el signo asociado por convención al calor en cada caso.</p>	<p><u>TÉCNICA:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Experiencia estructurada</i> <p><u>MATERIAL:</u> <i>Hidróxido de amonio, hidróxido de sodio, agua, bolsas ziplock, goteros plásticos, termómetro.</i></p> <p><u>RECOMENDACIONES:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Monitoreo continuo del profesor hacia los alumnos en el desarrollo de la actividad.</i>
<p>FASE DE CIERRE</p>	
<p>3. Actividad final por equipo: Los estudiantes responderán algunas preguntas y ejercicios en forma oral y por medio de actividades interactivas en pizarrón digital, relacionando lo aprendido con algunas vivencias y experiencias planteadas. TIEMPO 20 min. / 2h.</p> <p>Propósito de la actividad: Se evaluarán los conocimientos adquiridos por el alumno a través de un cuestionario de senteo.</p>	<p><u>TÉCNICA:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Discusión guiada.</i> <p><u>MATERIAL:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Presentación Smart</i> • <i>Serie de ejercicios en software Smart.</i>

	<p><u>RECOMENDACIONES:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Sentar a los estudiantes por número de lista.
<p>4. Actividad de cierre: El profesor realizará una dinámica oral para reforzar el concepto de entalpía de reacción, así como su aplicación en aspectos de la vida cotidiana. El profesor realizará una evaluación sumativa utilizando el método de senteo, para medir los conocimientos adquiridos referentes al concepto de calor reacción, así como su aplicación en diversos aspectos cotidianos.</p> <p>TIEMPO 1 h / 3 h.</p> <p>Propósito de la actividad: Retroalimentar al alumno en su desempeño y valorar la modificación de algunas concepciones alternativas.</p>	<p><u>TÉCNICA:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Discusión guiada.</i> • <i>Senteo.</i> <p><u>MATERIAL:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Evaluación Smart.</i> • <i>Terminales de computadora o celulares.</i> <p><u>RECOMENDACIONES:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Problemas y cuestionario como tarea.</i>

NOTAS DEL PROFESOR:

Elaborado por Q.F.B. Martha Patricia Hernández Bravo para clase sobre trabajo de tesis.

8.7 Anexo 7. Datos para justificar el análisis de varianza de un solo factor.

Para la secuencia de Capacidad térmica:

Para la secuencia de Entalpía de reacción:

Sin pizarrón	Con Pizarrón
1	0.571428571
1	0.857142857
0.714	0.714285714
0.714	0.857142857
0.714	0.857142857
0.571	0.857142857
0.429	0.857142857
0.571	0.714285714
0.714	0.714285714
0.571	0.857142857
1	0.857142857
0.714	0.857142857
1	0.857142857
0.714	0.857142857
0.429	0.857142857
0.857	0.857142857
0.714	0.857142857
0.571	1
0.571	0.857142857
1	0.857142857
0.857	0.857142857
0.571	1
0.857	0.857142857
0.714	0.857142857

Sin pizarrón	Con Pizarrón
0.666666667	0.666666667
0.333333333	0.777777778
0.333333333	0.777777778
0.555555556	0.666666667
0.444444444	0.666666667
0.333333333	0.444444444
0.333333333	0.555555556
0.555555556	0.666666667
0.444444444	0.444444444
0.666666667	0.555555556
0.333333333	0.555555556
0.444444444	0.666666667
0.666666667	0.555555556
0.777777778	0.666666667
0.444444444	0.666666667
0.666666667	0.444444444
0.777777778	0.555555556
0.222222222	0.666666667
0.222222222	0.555555556
0.666666667	0.666666667

8.8 Anexo 8. Evidencia fotográfica del uso del PDI y experimentos a micro escala.



8.9 Anexo 9. Evidencia fotográfica de los cuestionarios escritos.

ANEXO I. CUESTIONARIO PREVIO CAPACIDAD CALORÍFICA

1. Define o explica los siguientes conceptos:

✓ a. Temperatura. Es la medida de calor de un cuerpo

✓ b. Calor. Es la energía total del movimiento molecular en un cuerpo

✓ c. Reacción química. Es un proceso químico en el cual dos sustancias o más (reactivos), por la acción de un factor energético, se convierten en sustancias diferentes

d. Endotérmico. Cuando para realizar la reacción se necesita energía

✓ e. Exotérmico. Cuando en una reacción se libera energía

✗ f. Capacidad calorífica. o calor específico es la energía calorífica necesaria para aumentar 1°C (o 1K) la temperatura de 1 kg de masa de un sistema a una presión constante

✗ g. Calor específico. Es la cantidad calorífica

✗ h. Entalpía. Es la energía calorífica cuando se separa una mol de compuesto a partir de sus elementos en condiciones estándar

2. Estás frente a dos mesas a temperatura ambiente, si colocas simultáneamente un cubito de agua congelada en una y un cubito de aceite congelado en la otra:

✓ a) ¿Cuál cubito crees que se derretirá primero, el de agua o el de aceite? aceite

✓ b) ¿Cuál consideras que es la fuente que proporciona el calor a los cubitos para descongelarse? la del ambiente

✓ 3. Tu hermana y tú hacen hervir agua utilizando la misma estufa. En el recipiente de tu hermana hay 1 litro de agua y en el tuyo sólo la mitad. Indica cuál recipiente requiere más calor para hervir. Justifica tu respuesta. el de 1 L de agua ya que se requiere mayor cantidad de calor y más tiempo de calentamiento

4. Si calientas agua de 20°C hasta 70°C (con una capacidad calorífica específica de $1\text{ kcal/kg }^{\circ}\text{C}$) y en las mismas condiciones calientas un anticongelante desde 20°C hasta 70°C (con una capacidad calorífica específica de $0.5\text{ kcal/kg }^{\circ}\text{C}$)

✗ a) ¿Cuál absorberá más calor dentro de un radiador? el anticongelante

✗ b) ¿Cuál tarda más tiempo en calentarse? el anticongelante



NOMBRE DEL
ALUMNO:

Arriazola	Núñez	Alejandra Angelica
APELLIDO PATERNO	APELLIDO MATERNO	NOMBRE(S)

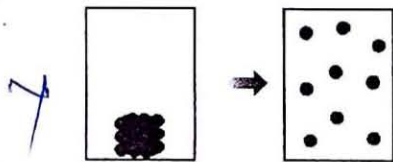
ANEXO I. CUESTIONARIO PRE-CLASE CALOR DE REACCIÓN

1. Define o explica los siguientes conceptos:

- a. Temperatura.
Es la medida del calor
- b. Calor.
Energía que fluye entre cuerpos.
- c. Reacción química.
cambio químico de las propiedades de una sustancia al verse afectado por una variante
- d. Endotérmico.
cuando un cuerpo expulsa calor
- e. Exotérmico.
cuando un cuerpo recibe calor
- f. Capacidad calorífica.
la cantidad de calor requerida para un cambio de fase (físico)
- g. Calor específico.
la cantidad de calor requerida para un cambio químico
- h. Entalpía.

2. ¿En qué tipo de reacciones químicas se encuentra involucrado un cambio de calor?

3. ¿Qué tipo de proceso se ilustra en la imagen de acuerdo al calor involucrado en la reacción?



Desprende calor
(de sólido a gaseoso o líquido)

4. Los siguientes procesos son exotérmicos o endotérmicos?

- endotermico a. Cuando KBr sólido se disuelve en agua, la solución se pone más fría.
- exotermico b. El gas natural (CH₄) se quema en un horno.
- exotermico c. Cuando se añade H₂SO₄ concentrado al agua, la solución se pone muy caliente.
- endotermico d. El agua se hierve en una tetera.



Instituto
Tepeyac

CAMPUS CUAUTILÁN
DIRECCIÓN PREPARATORIA 3/12
2015-2016
CLAVE UNAM 6851

$$\frac{1}{\frac{1}{2}} = 1.4$$

NOMBRE DEL
ALUMNO:

Amoz	Sierra	Osmar J
APELLIDO PATERNO	APELLIDO MATERNO	NOMBRE(S)

ANEXO I. CUESTIONARIO PREVIO CAPACIDAD CALORÍFICA

- Estás frente a dos mesas a temperatura ambiente, si colocas simultáneamente un cubito de agua congelada en una y un cubito de aceite congelado en la otra:
 - a) ¿Cuál cubito crees que se derretirá primero, el de agua o el de aceite?
el del agua
 - b) ¿Cuál consideras que es la fuente que proporciona el calor a los cubitos para descongelarse?
La temperatura ambiente
- Tu hermana y tú hacen hervir agua utilizando la misma estufa. En el recipiente de tu hermana hay 1 litro de agua y en el tuyo sólo la mitad. Indica cuál recipiente crees que requiere más calor para hervir. Justifica tu respuesta. Los 2 porque los 2 son agua
- Si calientas agua de 20°C hasta 70°C (con una capacidad calorífica específica de 1 kcal/kg °C) y en las mismas condiciones calientes un anticongelante desde 20°C hasta 70°C (con una capacidad calorífica específica de 0.5 kcal/kg °C)
 - a) ¿Cuál consideras que absorberá más calor dentro de un radiador?
el anticongelante
 - b) ¿Cuál crees que tarda más tiempo en calentarse?
el anticongelante
- Imagínate que pones un huevo crudo en 1 Kg de agua y otro huevo crudo en 1 Kg de aceite, en recipientes iguales. Si pones a calentar los dos al mismo tiempo, ¿cuál huevo crees que se cocerá primero y por qué? el del agua porque hierve mas rapido
- ¿La transferencia de calor depende sólo de la temperatura? Si no, ¿De qué otra cosa depende?
 Depende de la temperatura de los 2 cuerpos

1