



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

**Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y
Tecnología Avanzada**

**“EL APRENDIZAJE ORIENTADO A
PROYECTOS Y SUS IMPLICACIONES EN
EL APRENDIZAJE DE CONCEPTOS DE
FUERZA, CALOR Y ENERGÍA TÉRMICA
MEDIANTE SUS APLICACIONES EN
CERÁMICA TRADICIONAL”**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO
DE MAESTRO EN CIENCIAS
EN FÍSICA EDUCATIVA**

P R E S E N T A :

JOSÉ LUIS SANTANA FAJARDO

Directores: Dr. Mario Humberto Ramírez Díaz

Dr. Genaro Zavala Enríquez



Mayo, 2015



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

ACTA DE REVISIÓN DE TESIS

En la Ciudad de México siendo las 12:00 horas del día 25 del mes de marzo del 2015 se reunieron los miembros de la Comisión Revisora de la Tesis, designada por el Colegio de Profesores de Estudios de Posgrado e Investigación de CICATA Legaria para examinar la tesis titulada:
El Aprendizaje Orientado a Proyectos y sus implicaciones en el aprendizaje de conceptos de fuerza, calor y energía térmica mediante sus aplicaciones en cerámica tradicional

Presentada por el alumno:

| | | | | | | | | | |
|------------------|------------------|---------------|---|---|---|---|---|---|---|
| Santana | Fajardo | José Luís | | | | | | | |
| Apellido paterno | Apellido materno | Nombre(s) | | | | | | | |
| | | Con registro: | A | 1 | 3 | 0 | 7 | 1 | 7 |

aspirante de:

Maestría en Ciencias con especialidad en Física Educativa

Después de intercambiar opiniones los miembros de la Comisión manifestaron **APROBAR LA TESIS**, en virtud de que satisface los requisitos señalados por las disposiciones reglamentarias vigentes.

LA COMISIÓN REVISORA

Directores de tesis

Dr. Mario Humberto Ramírez Díaz

Dr. Genaro Zavala Enriquez

Dr. César Eduardo Mora Ley

Dr. Rubén Sánchez Sánchez

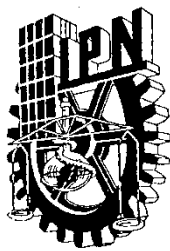
Dr. Carlos I. Aguirre Vélez

PRESIDENTE DEL COLEGIO DE PROFESORES



CICATA - I.P.N. U. LEGARIA
Centro de Investigación en Ciencia
Aplicada y Tecnología Avanzada
del Instituto Politécnico Nacional

Dr. José Antonio Calderón Arenas



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

CARTA CESIÓN DE DERECHOS

En la Ciudad de México, D.F. el día 29 del mes de mayo del año 2015, el (la) que suscribe José Luis Santana Fajardo alumno(a) del Programa de Maestría en Ciencias con especialidad en Física Educativa, con número de registro A130717, adscrito(a) al CICATA Legaria, manifiesto(a) que es el (la) autor(a) intelectual del presente trabajo de Tesis bajo la dirección del (de la, de los) Dr. Mario Humberto Ramírez Díaz y Dr. Genaro Zavala Enríquez y cede los derechos del trabajo titulado El Aprendizaje Orientado a Proyectos y sus implicaciones en el aprendizaje de conceptos de fuerza, calor y energía térmica mediante sus aplicaciones en cerámica tradicional, al Instituto Politécnico Nacional para su difusión, con fines académicos y de investigación.

Los usuarios de la información no deben reproducir el contenido textual, gráficas o datos del trabajo sin el permiso expreso del (de la) autor(a) y/o director(es) del trabajo. Este puede ser obtenido escribiendo a las siguientes direcciones icedor@gmail.com. Si el permiso se otorga, el usuario deberá dar el agradecimiento correspondiente y citar la fuente del mismo.

José Luis Santana Fajardo
Nombre y firma del alumno(a)

RESUMEN

El desarrollo de la actividad cerámica a nivel tecnológico requiere de la aplicación de conocimientos de ciencias experimentales como la física y la química. Ante el desafío que ofrece la implementación de modelos educativos basados en competencias y la preocupación por mejorar el aprendizaje de las ciencias en México, es necesario buscar estrategias adecuadas a la realidad de los estudiantes que ayuden al desarrollo de competencias. La Escuela Preparatoria de Tonalá (EPT) de la Universidad de Guadalajara (UDG) cuenta con un programa educativo único en México, el cual trata de rescatar la cultura de la región a la vez que busca el desarrollo de habilidades científicas y tecnológicas por medio del aprendizaje de la actividad distintiva de la zona, la cerámica. En el caso particular expuesto aquí se trata el aprendizaje de conceptos de calor y temperatura por ser parte fundamental en la consolidación de los productos cerámicos. El presente trabajo muestra el Aprendizaje Orientado a Proyectos (AOP), implementado en el curso *Termodinámica de los hornos cerámicos*, dentro del currículum del Bachillerato Tecnológico en Cerámica (BTC), como alternativa plausible para su uso en otros cursos de física. Para demostrar su utilidad es necesario evaluar su incidencia en cuanto a logro de aprendizaje de conceptos de física se refiere, en alumnos de bachillerato. La evaluación de los aprendizajes requiere de un instrumento diseñado específicamente para ese fin. Así, se expone el diseño de un test que cuenta con 25 ítems para medir el aprendizaje de los conceptos antes mencionados. Además de la aplicación de una secuencia didáctica que involucra al AOP y problemas situados en la cerámica. Se utilizan el factor de Hake y el factor de concentración para medir la ganancia y la efectividad de la instrucción en el aprendizaje de conceptos de calor y temperatura a partir de los resultados obtenidos de un pre-test y un post-test diseñado específicamente para el curso.

ABSTRACT

The development of ceramics activity at a technological level implies of the application of knowledge of physics and chemistry. In the face of the challenge that the implementation of learning based models implies and the searching for make better the learning of the sciences in Mexico it's necessary to search contextualized strategies in the actuality of the students to help them in the development of scientific skills. The Tonala Hig School of the University of Guadalajara has a unique program of teaching ceramics in Mexico, which try to rescue the culture of the region at the same time to develop scientific and technological skills. In this particular case the learning of concepts of heat and temperature are presented because they are a fundamental part in the consolidation of ceramic products. This paper shows Project-Oriented Learning (POL), implemented in courses within the curriculum of the Bachillerato Tecnológico en Cerámica (BTC), as a plausible choice for use in a Physics course. To show its benefit we need to evaluate their incidence to reach the learning of Physical concepts by Middle Education students. The evaluation of learning requires of an instrument designed specifically to this purpose. Then, we expose the design of a test which has 25 items to measure the learning of the concepts. Furthermore, we expose the application of a teaching sequence that involves the POL and situations centered in ceramics. We use Hake's and concentration factor to measure the gain and the effectiveness of the instruction in learning of the concepts of heat and temperature, applied to the results obtained from a pretest and posttest designed specifically to this course.

Agradecimientos

A Mario por su asesoría y respaldo constantes durante el desarrollo del presente trabajo.

Al Dr. Genaro, por aceptar la dirección de este trozo de trabajo.

Al Mtro. Arturo Flores y demás autoridades de la Escuela Preparatoria de Tonalá por su confianza.

A Adolfo, por mostrarme el camino.

A Ramón y Martín, el apoyo nunca faltó.

A mis compañeros de Prepa Tonalá, entre ellos Patricia Jaime, Mónica Chávez, Francisco Ramírez, Pepe Cruz, Maru Viera, mis maestros, de alguna forma esto es resultado de su trabajo.

Dedicatorias

A Vanessa, esto es el resultado de una etapa de trabajo que haz vivido a mi lado, que haz soportado a mi lado.

A mi madre, uno más y lo que sigue.

A mi hermano, esto se comparte con la familia.

A mis estudiantes, esto representa la intención de mejorar, a final de cuentas es para ustedes.

Contenido

| | |
|---|-----------|
| 1. INTRODUCCIÓN | 9 |
| 1.1 Objetivos | 9 |
| 1.2 Justificación | 10 |
| 1.3 Preguntas de investigación | 11 |
| 1.4 Hipótesis | 11 |
| 2. ANTECEDENTES Y MARCO TEÓRICO | 12 |
| 2.1 Modelo educativo de la Universidad de Guadalajara | 12 |
| 2.2 Modelo del Bachillerato Tecnológico en Cerámica en relación al SNB | 12 |
| 2.3 Tendencias para el aprendizaje de la física | 16 |
| 2.4 Aprendizaje Orientado a Proyectos y Aprendizaje Activo como alternativa a la enseñanza tradicional de la física | 17 |
| 2.5 Aprendizaje Orientado a Proyectos y Enseñanza situada en cerámica como propuesta para el aprendizaje de la física | 19 |
| 2.6 Relación entre la cerámica y la física | 23 |
| 3. METODOLOGÍA | 24 |
| 3.1 Descripción del grupo objetivo | 24 |
| 3.2 Diseño del test | 28 |
| 3.3 Secuencia didáctica | 28 |
| 3.4 Aplicación del test | 38 |
| 3.5 Gráficos de IRC y análisis de concentración | 39 |
| 3.6 Factor de Hake | 41 |
| 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 43 |
| 4.1 Diseño y calibración del test | 43 |
| 4.2 Uso del AOP dentro del módulo Termodinámica de los hornos cerámicos | 50 |
| 4.3 Curvas IRC y Análisis de concentración | 58 |
| 5. CONCLUSIONES | 90 |
| 6. RECOMENDACIONES | 93 |
| 7. REFERENCIAS | 95 |

| | |
|--|-----------|
| ANEXOS | 98 |
| Anexo I. Ítems versión preliminar | 98 |
| A. Versión para estudiantes de cerámica | 98 |
| B. Versión general | 104 |
| Anexo II. Test versión general (incluye las preguntas no consideradas) | 110 |
| Anexo III. Algunos productos obtenidos durante el curso | 119 |
| Anexo IV. Encuesta sobre percepciones del BTC, resumen de respuestas | 164 |
| Anexo V. Encuesta sobre el concepto de calor y energía térmica | 175 |
| Anexo VI. Rúbricas de evaluación en el curso Termodinámica de los hornos cerámicos | 176 |

1. INTRODUCCIÓN

La cerámica ha tenido, a lo largo de la historia, un papel protagónico en cuanto al progreso de la humanidad se refiere, ya que estos productos son el reflejo tanto del desarrollo tecnológico de una época determinada como objetos bellos en sí mismos (Cooper, 1987). Tanto en su vertiente utilitaria como en la expresiva, la actividad del ceramista, combina habilidades científicas, tecnológicas y artísticas.

Producir una pieza requiere de la convergencia de conocimientos (no necesariamente formales) en química, física y estética; pues es necesario conocer los efectos que la combinación de arcillas, feldespatos y carbonatos tiene en la formación de cuerpos y vidriados cerámicos; los efectos que la combinación de óxidos y su interacción con las atmósferas del horno tienen en el color final; los efectos que la combinación de colores y formas tiene en la apreciación de la pieza por parte del posible observador o comprador.

Así lo resume David Hamilton (1989) al apuntar que las formas y calidades de objetos cerámicos de uso doméstico y artículos de elevada tecnología hechos a nivel industrial son una influencia en el trabajo de algunos creadores de cerámica artística.

1.1 Objetivos

General

Evaluar, de manera cualitativa y cuantitativa, el impacto de la metodología Aprendizaje Orientado a Proyectos en el aprendizaje de los conceptos de Calor y Energía térmica basado en el uso de situaciones del ámbito de la cerámica tradicional.

Particulares

Identificar las actividades del AOP en función de temas de cerámica tradicional.

Identificar los instrumentos de evaluación cuantitativos y cualitativos para evaluar la eficiencia del AOP en la enseñanza de la física dentro del curso *Termodinámica de los hornos cerámicos*.

1.2 Justificación

El aprendizaje de las ciencias es parte esencial de la formación de todo individuo para un desarrollo satisfactorio dentro del contexto globalizado actual. El componente científico tecnológico determina la forma en que un país se inserta en el sistema comercial global. Tradicionalmente, la actividad cerámica está relacionada con la elaboración de artículos utilitarios desde una perspectiva artesanal; sin embargo gran parte de esta actividad involucra conocimiento de conceptos de física cuando se aborda desde un punto de vista industrial.

EL BTC surge en respuesta a la necesidad de formar individuos con conocimientos sólidos en ciencia y tecnología aplicados a la cerámica, además del aspecto tradicional de ésta. Por tal motivo es necesario contar con un método de enseñanza/aprendizaje que garantice la aprehensión y/o fortalecimiento de los conceptos de Física. EL AOP ofrece una oportunidad para lograr aprendizajes significativos mediante la resolución de situaciones presentes en el campo profesional del ceramista. Este trabajo busca evaluar los alcances del uso de esta metodología en cuanto a ganancia conceptual se refiere. De esta manera los docentes contarán con una opción metodológica más para lograr el dominio de conceptos de física, si bien no necesariamente usarían situaciones del contexto ceramista sí será de utilidad el AOP.

1.3 Preguntas de Investigación

De lo anteriormente expuesto surge la propuesta de abordar los conceptos de Física por medio de proyectos contextualizados en la actividad cerámica. En consecuencia surgen las siguientes preguntas:

¿Cuál es el impacto en el aprendizaje de conceptos de física, por parte de estudiantes del Bachillerato Tecnológico en Cerámica, al abordarlos por medio de aprendizaje orientado a proyectos (AOP) a partir de sus aplicaciones en cerámica tradicional?

En estudiantes del BTC, ¿qué diferencia existe en el logro de aprendizaje de conceptos de calor y temperatura entre abordarlos mediante sus aplicaciones en cerámica tradicional, por medio del AOP, y el abordarlos por medio del aprendizaje por transmisión/recepción?

1.4 Hipótesis

La utilización de una metodología que incluye situaciones problemáticas contextualizados en cerámica tradicional mediante el AOP logra mejor aprendizaje de los conceptos de calor y temperatura, en comparación con el aprendizaje logrado con un método por transmisión/recepción debido a que incorpora estrategias del aprendizaje activo en estudiantes del BTC de la Preparatoria de Tonalá de la Universidad de Guadalajara.

2. ANTECEDENTES Y MARCO TEÓRICO

2.1 Modelo educativo de la Universidad de Guadalajara

El modelo educativo de la Universidad de Guadalajara (UDG) plantea que el proceso enseñanza/aprendizaje se centre en este último, orientado al desarrollo de competencias del estudiante a través del traslado de los conocimientos al contexto de la realidad social actual. Además, promueve una visión pluridisciplinar, es decir, las situaciones contextualizadas en la realidad actual se abordan con la integración de varias disciplinas. Lo que, trasladado al aula, involucra la interacción de los distintos módulos o unidades de aprendizaje en los que cada docente es un facilitador.

2.2 Modelo del Bachillerato Tecnológico en Cerámica en relación al SNB

Para el ejercicio de su profesión, un tecnólogo en cerámica necesita considerar las aplicaciones que hay de la física en la cerámica. Si se toma como base la definición de cerámica presentada por Morales Güeto (2005), en la que menciona que un producto cerámico es cualquier manufacturado, esencialmente compuesto de materia sólida, inorgánica, no metálica, conformada en frío y consolidada por el calor, se advierte lo expuesto en líneas precedentes.

Para este estudio toma especial importancia la parte relacionada con el calor, ya que al ser este el medio de consolidación de los productos es de vital importancia para el profesionista el conocer los conceptos relacionados con éste y sus efectos sobre las sustancias.

El contexto sociocultural de la Preparatoria de Tonalá de la Universidad de Guadalajara exige que se aborden temas relacionados con la actividad ceramista, toda vez que esta región constituye un centro alfarero de impacto internacional, como lo atestigua Aceves (1998) al mencionar que el reconocimiento nacional e internacional del barro tonalteca se debe a su variedad, calidad, cualidades utilitarias y a su decoración.

El mundo globalizado exige que los estudiantes desarrollen conocimientos, actitudes, valores y habilidades que les permitan resolver problemáticas reales

presentes en su vida cotidiana. A nivel mundial, se ha visto que la existencia de diversos programas presentaba un obstáculo para que los estudiantes transitaran entre escuelas. Lo anterior puso de manifiesto la necesidad de estandarizar los programas de bachillerato.

Aunado a esto, está la influencia de los organismos internacionales y la desventaja educativa de México respecto a otros países. Así se sentaron las bases para que en México se diera la Reforma Integral de la Educación Media Superior (RIEMS), que, como define la propia Secretaría de Educación Pública (SEP), es un proceso consensuado que consiste en la creación del Sistema Nacional del Bachillerato (SNB)¹.

Así, el SNB define el perfil de egreso de los bachilleres, el cual se refleja en la creación de un Marco Curricular Común (MCC) donde se establecen las competencias que los egresados deben desarrollar al término de sus estudios de bachillerato. Dichas competencias constituyen la estandarización de los programas.

El Bachillerato Tecnológico en Cerámica (BTC) de la Universidad de Guadalajara (UDG) es creado a partir de la necesidad de que la educación esté centrada en el desarrollo tanto de habilidades tecnológicas para la inserción de los jóvenes en el campo laboral como de las competencias genéricas, disciplinares y profesionales que conforman el perfil de egreso establecido en el MCC. El equipo curricular del BTC, a partir de la revisión del Catálogo Nacional de Ocupaciones (CNO), determinó las competencias profesionales que un bachiller tecnólogo en cerámica debe desarrollar. En estas, confluyen conocimientos derivados del logro de competencias de distintos campos disciplinares.

El acuerdo secretarial 444 en su artículo siete menciona que las competencias disciplinares básicas se organizan en los campos disciplinares de Matemáticas; Ciencias experimentales; Ciencias sociales y comunicación (SEP, 2008). Como

¹ Consultado el 26 de octubre de 2012 en el sitio web de la SEP: <http://www.reforma-iems.sems.gob.mx/>

resultado de esta revisión se crean, entre otros, dos módulos de aprendizaje² encaminados a resolver problemas del ámbito ceramista, *Mecánica de materiales cerámicos* y *Termodinámica de los hornos cerámicos* impartidos en segundo y tercer ciclo respectivamente.

| Tabla 1. Correspondencia entre los modelos educativos de la UDG en general y del BTC en particular | |
|---|---|
| UDG | BTC-UDG |
| <ul style="list-style-type: none"> • Es de carácter formativo más que informativo • Se orienta al desarrollo de competencias • Centrado en el aprendizaje • Propone el traslado de los conocimientos al contexto de la realidad social actual • Se orienta a la formación humanística, científica y tecnológica • Se perfila en el desarrollo regional y nacional • Centrado en el estudiante • Visión pluridisciplinar | <ul style="list-style-type: none"> • Conserva el carácter formativo • Se orienta al desarrollo de competencias • Centrado en el aprendizaje • Se centra en la aplicación del conocimiento en el contexto laboral actual de la cerámica • Además de la formación científica y tecnológica, se orienta a la formación humanística • Contribuye al desarrollo local • Centrado en el estudiante |

² Como lo cita Ana Catalano (2004, p. 107), un módulo es una «estructura integradora multidisciplinaria de actividades de aprendizaje». En el contexto del BTC, un módulo de aprendizaje es el equivalente a una *asignatura o materia*.

| | |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Modelo curricular semiflexible • Cooperación entre los distintos departamentos de la red universitaria • Planteamiento de una estructura universitaria en red • El docente es un facilitador del aprendizaje • Formación constante del docente con apoyo en disciplinas científicas, teorías y técnicas. • Modalidades presencial, virtual, semipresencial • Importancia de la tutoría como acompañamiento durante el proceso educativo | <ul style="list-style-type: none"> • Abordaje de problemas desde una perspectiva multidisciplinar • Modelo curricular flexible (pero limitado por la reglamentación vigente) • Interrelación del departamento tecnológico con los departamentos disciplinares • Es un elemento de la red universitaria • El docente es un facilitador del aprendizaje • Formación constante del docente con apoyo en disciplinas científicas, teorías y técnicas. • Modalidad presencial • Importancia de la tutoría como acompañamiento durante el proceso educativo |
|---|---|

La tabla 1 resume el modelo del BTC en concordancia con el modelo de la UDG.

Como lo muestra la tabla 1, el modelo educativo del BTC en particular, al ser derivado del modelo de la Universidad de Guadalajara, guarda similitudes con éste último. Por lo que la orientación de ambos se centra en el proceso que sigue el alumno para lograr su propio aprendizaje.

2.3 Tendencias para el aprendizaje de la física

Con base a lo anterior, se evidencia la necesidad de contar con un conjunto de estrategias adecuadas para lograr el aprendizaje de conceptos de física, que involucren problemas centrados en la cerámica. Debido a que se han reportado bajas ganancias en el aprendizaje de conceptos de física con el uso de metodologías de transmisión/recepción (tradicionales) es imperativo buscar alternativas que favorezcan aprendizajes significativos. El aprendizaje activo de la física ha reportado resultados prometedores, aunado a esto, se tiene el Aprendizaje Orientado a Proyectos cuyo uso para la solución de problemas situados en la actividad cerámica puede incidir en el logro del aprendizaje significativo de conceptos de física.

Estudios en los que se compara la enseñanza por transmisión/recepción (tradicional) con otros métodos, sugieren que este tiene escasa efectividad para lograr un aprendizaje conceptual aceptable de la Física al permitir la permanencia de preconcepciones erróneas. Benítez y Mora (2011) proponen el aprendizaje activo de la Física como alternativa al método por transmisión/recepción, debido a que con el primero los estudiantes adquirieron una mayor comprensión y habilidad en la adquisición de conocimientos.

Por su parte, Meza y Zamorano (2007) mencionan que los cursos basados en métodos de enseñanza activa de la física obtienen ganancias notoriamente mayores a las de los cursos tradicionales, estos métodos, de acuerdo con los autores antes citados, incluyen el uso de técnicas de enseñanza basadas en investigación y datos empíricos en lugar de tradición o anécdotas.

Para garantizar que los diversos campos disciplinares apoyen al desarrollo de las competencias profesionales en el BTC es necesario que todas las prácticas educativas se manejen como enseñanza situada ya que aprender y hacer son acciones inseparables. En este sentido, el conocimiento es situado, parte y producto de la participación activa, del contexto y la cultura en que los estudiantes lo desarrollan y utilizan. En consecuencia, un principio nodal de este enfoque plantea que los alumnos (aprendices o novicios) deben aprender en el contexto pertinente (Díaz Barriga, 2003, 2006). Ésta postura destaca la potencialidad de las *situaciones educativas* en que participan los aprendices. Dichas situaciones constituyen prácticas educativas auténticas, contrapuestas a las artificiales o carentes de sentido, que requieren ser coherentes, significativas y propositivas (Díaz Barriga, 2006).

Por su parte, el aprendizaje orientado a proyectos (AOP) es un método en el que tiene una gran importancia el proceso investigador alrededor de un tópico, con la finalidad de resolver problemas complejos a partir de soluciones abiertas o abordar temas difíciles que permitan la generación de conocimiento nuevo (de Miguel, 2005). Lo anterior hace compatible el uso de éste en la enseñanza de la física.

2.4 Aprendizaje Orientado a Proyectos y Aprendizaje Activo como alternativa a la enseñanza tradicional de la física

El aprendizaje de las ciencias es parte esencial de la formación de todo individuo para un desarrollo satisfactorio dentro del contexto globalizado actual. El componente científico tecnológico determina la forma en que un país se inserta en el sistema comercial global. Por lo que las políticas que permitan el desarrollo científico y tecnológico de los países es prioritario para su desarrollo (Gil y Guzmán, 1993).

En relación al aprendizaje de las ciencias en México, Espejo y colaboradores (2010) destacan que los conocimientos de ciencias y matemáticas de los

alumnos de países como Brasil, Argentina y México son de los más bajos a nivel mundial.

Acorde con esto es de particular importancia mejorar la retención y dominio de conceptos de Física. En relación a lo anterior Meza y Zamorano (2007) en su ponencia *El desafío de innovar en la enseñanza de la física: ejemplo de una implementación exitosa expuesto en el XXI Congreso Chileno de Educación en Ingeniería* subrayan que entre 1980 y 2000 se ha acumulado evidencia que apunta a la ineficacia de los métodos tradicionales de enseñanza para promover el entendimiento de conceptos de física. Así mismo, señalan que los niveles de aprendizaje conceptual mejoran notablemente al incorporar algunas de las prácticas que se emplean en la investigación en esta ciencia experimental. Benítez y Mora (2011) mencionan que la baja efectividad de la enseñanza tradicional de la física promueve la necesidad de un cambio en el tipo de enseñanza.

Algunas de las alternativas para zanjar estas dificultades propias de la enseñanza tradicional que han reportado, por separado, resultados satisfactorios son el Aprendizaje Activo de la física y el Aprendizaje Basado en Proyectos. A continuación se ofrecen datos, sin pretender ser exhaustivo, acerca de cada uno de ellos.

El aprendizaje activo de la Física es una alternativa a los métodos tradicionales, debido a que con el primero los estudiantes desarrollan una mayor comprensión y habilidad en la adquisición de conocimientos. Así lo refuerzan Meza y Zamorano (2007) al mencionar que los cursos basados en métodos de enseñanza activa de la física obtienen ganancias mayores a las de los cursos tradicionales pues incluyen el uso de técnicas de enseñanza basadas en investigación y datos empíricos en lugar de tradición o anécdotas.

Con relación a lo anterior Cameratti y Escobar (2007) definen el aprendizaje activo como cualquier método de enseñanza que compromete y asigna responsabilidad a los estudiantes en su proceso de aprendizaje. En el caso específico de la física Benítez y Mora (2011) definen el *aprendizaje activo de la*

física como un conjunto de estrategias y metodologías para la enseñanza-aprendizaje de la Física, en donde los alumnos son guiados a construir su conocimiento mediante observaciones directas del mundo físico.

Por otro lado el Aprendizaje Orientado a Proyectos (AOP) ofrece una oportunidad para lograr aprendizajes significativos mediante la resolución de situaciones presentes en el campo profesional del ceramista. En este sentido el AOP, al ser un método de enseñanza aprendizaje en que los estudiantes realizan un proyecto en un tiempo determinado para resolver un problema real, no simulado y que deja las soluciones abiertas, (De Miguel, 2005) constituye un método viable para su aplicación en el aprendizaje de la física.

Con relación al uso de problemas situados en la actividad cerámica Díaz Barriga (2003), bajo la premisa que el conocimiento es parte de la actividad, el contexto y la cultura en que se desarrolla y utiliza, apunta que la enseñanza situada destaca la importancia de la actividad y el contexto para el aprendizaje. Entendido el último como un proceso de enculturación para los estudiantes.

El propósito del presente estudio es conocer y aumentar la ganancia en el aprendizaje de los conceptos de calor y temperatura aplicados en cerámica tradicional mediante el uso del AOP. Así como conocer los aspectos que propician la diferencia de ganancia en el aprendizaje de estos conceptos de termodinámica entre el método de transmisión/recepción y el AOP aplicado en problemas del ámbito de la cerámica tradicional.

2.5 Aprendizaje Orientado a Proyectos y Enseñanza situada en cerámica como propuesta para el aprendizaje de la física

La actividad productiva que da renombre a la comunidad tonalteca está en el terreno de la manufactura de artículos artesanales. De estos, la cerámica es la más representativa no solo por su utilidad sino por su carácter artístico al contar con técnicas de producción y decoración de gran calidad expresiva.

El Bachillerato Tecnológico en Cerámica (BTC) surge en respuesta a la necesidad de formar individuos con conocimientos sólidos en ciencia y tecnología aplicados a la cerámica tradicional. Por tal motivo es necesario contar con un método de enseñanza/aprendizaje que garantice la aprehensión y/o fortalecimiento de los conceptos de Física. Para garantizar que los diversos campos disciplinares apoyen al desarrollo de las competencias profesionales en el BTC es necesario que todas las prácticas educativas se manejen como enseñanza situada (Díaz Barriga, 2003).

El AOP es un método en el que tiene una gran importancia el proceso investigador alrededor de un tópico, con la finalidad de resolver problemas complejos a partir de soluciones abiertas o abordar temas difíciles que permitan la generación de conocimiento nuevo (de Miguel, 2005). Lo anterior hace compatible el uso de éste con la enseñanza de la física centrada en problemas del ámbito ceramista. La tabla 1 resume lo expuesto y sustenta la viabilidad del uso combinado del AOP como aprendizaje activo y la cerámica tradicional para la enseñanza de conceptos de física.

| Tabla 2: Características similares entre Aprendizaje activo, Enseñanza Situada y Aprendizaje Basado en Proyectos | | |
|---|---|---|
| Aprendizaje activo | Enseñanza situada | Aprendizaje Orientado a Proyectos |
| Los alumnos construyen su conocimiento al poner manos a la obra y al hacer observaciones. Las observaciones reales del mundo real son la autoridad. | Aprender y hacer son acciones inseparables. | Es un aprendizaje orientado a la acción, no se trata sólo de aprender “acerca” de algo, sino en “hacer” algo. |
| El trabajo de laboratorio se utiliza para aprender conceptos básicos. | Los alumnos (aprendices o novicios) deben aprender en el contexto pertinente. | Los proyectos abordan problemas o temas reales, no |

| | | |
|--|--|--|
| | | simulados, quedando abiertas las soluciones. |
| Los resultados de experimentos reales son observados en formas comprensibles. | Los educandos deberían aprender involucrándose en el mismo tipo de actividades que enfrentan los expertos en diferentes campos del conocimiento. | A través de su realización los estudiantes descubren y aprenden conceptos y principios propios de su especialización. Se parte del aprendizaje colaborativo (se suele trabajar en grupo) y cooperativo (la instrucción entre pares es fundamental). |
| Las creencias de los alumnos cambian cuando los alumnos son confrontados ante las diferencias entre sus observaciones y sus creencias. | Se requiere disposición del aprendiz para aprender significativamente e intervención del docente en esa dirección. | Se centra en el estudiante y promueve su motivación intrínseca. |
| Se fomenta la colaboración entre compañeros. | Los aprendices se apropian de las prácticas y herramientas culturales a través de la interacción con miembros más experimentados. | Supone un estudio independiente, desarrollando la capacidad de <i>aprender a aprender</i> . |

| | | |
|---|--|---|
| <p>Los profesores no son vistos como fuentes de información, sino más bien como mentores o entrenadores.</p> <p>Los estudiantes están involucrados en algún tipo de actividad guiada en la clase.</p> | <p>El docente orienta y guía explícitamente la actividad desplegada por los alumnos.</p> | <p>El profesor tutela a los estudiantes durante la elaboración del proyecto ofreciéndoles recursos y orientación a lo largo de sus investigaciones. La ayuda se desplaza progresivamente del proceso al producto.</p> |
|---|--|---|

Así surge la propuesta de abordar los conceptos de Física por medio de proyectos contextualizados en la actividad cerámica. En consecuencia cabe preguntarse ¿en qué aspectos y de qué forma esta manera de proceder impacta en el aprendizaje de conceptos de física?

La respuesta a estas interrogantes se basa en las consideraciones mencionadas durante el desarrollo de la presente sección. Así, al ser una estrategia que comparte muchas similitudes con el aprendizaje activo, es de esperar que la utilización de una metodología que incluye problemas contextualizados en cerámica tradicional mediante el AOP genere mayor ganancia en el aprendizaje conceptual promedio de los conceptos de calor y temperatura, en comparación con el aprendizaje logrado con un método por transmisión/recepción en estudiantes del BTC de la Preparatoria de Tonalá de la Universidad de Guadalajara.

2.6 Relación entre la cerámica y la física

Para el diseño de un producto cerámico, se debe tomar en cuenta el uso que se le va a dar al artefacto. Esto determina la temperatura a la que se debe hornear,

el tipo de cubierta vítrea que se utilizará; la dilatación del cuerpo y la cubierta, la capacidad calorífica, analizar los cambios de fase para comprender la transformación de cuerpos y vidriados.

Además, el horneado es la parte medular del proceso de producción cerámico, ya que en esta etapa se consolidan todos los cambios y estos son prácticamente irreversibles. Por tal motivo es necesario conocer cómo se da la transferencia de energía calorífica dentro del horno, cuál es el comportamiento de los gases calientes dentro del mismo, cuál es la conductividad térmica de los materiales que se usarán como aislantes. Con esta información, el tecnólogo puede estimar la cantidad de combustible necesaria para un mejor aprovechamiento del equipo e insumos utilizados.

3. METODOLOGÍA

La investigación se centra en buscar la ganancia conceptual promedio en el aprendizaje de los conceptos de calor y temperatura, por lo que se lleva a cabo

una investigación cuantitativa, debido a que los grupos del BTC son formados mediante mecanismos de ingreso fuera del control del personal docente se usará un muestreo intencional.

A partir del análisis de competencias, se determinaron los productos que servirían como evidencia de su desarrollo, posteriormente se definen las actividades que servirán para obtener los productos y con base en lo anterior se determinan los criterios de desempeño e indicadores de logro de las competencias, lo que servirá como base para la selección de los instrumentos de evaluación que ayudarán a conocer cualitativamente el avance de los estudiantes. En consecuencia se tiene una parte cualitativa del presente trabajo. Por lo que la investigación presenta una combinación de ambos paradigmas, cuantitativo y cualitativo.

3.1 Descripción del grupo objetivo

El estudio fue realizado en la Escuela Preparatoria de Tonalá de la Universidad de Guadalajara. El plantel se ubica en la cabecera municipal de Tonalá en el estado de Jalisco, México. El nivel socioeconómico de los estudiantes es medio-bajo. El plantel cuenta con cinco laboratorios de cómputo equipados con un promedio de 24 computadoras cada uno, todos con acceso a internet. Aunado a esto, la biblioteca cuenta con material bibliográfico suficiente para la consulta de los temas relacionados con los conceptos de física abordados. Cabe mencionar que en ese mismo espacio se cuenta con seis computadoras también con acceso a internet. Los insumos cerámicos necesarios para las prácticas de taller y los experimentos son aportados por los alumnos, pero en cantidades que no representan un gasto excesivo, dichos materiales son conseguidos en el taller de cerámica de la preparatoria. Aunque las muestras cerámicas pueden ser adquiridas o hacerse en un taller, las prácticas y experimentos son realizados en cualquiera de los dos laboratorios de ciencias con que cuenta la escuela. Dichos laboratorios no son exclusivos para la física.

El grupo está compuesto por 45 adolescentes (29 hombres y 16 mujeres) entre 16 y 17 años de comunidades urbanas cerca del plantel, todos alumnos del curso

Termodinámica de los hornos cerámicos dentro del currículum del Bachillerato Tecnológico en Cerámica. Algunos de ellos proceden de familias con tradición ceramista (recordar que Tonalá, Jalisco es un importante centro alfarero en México). Sin embargo, la totalidad de los estudiantes consideraban la actividad cerámica sólo desde el punto de vista artesanal y no como un área del conocimiento en la que se pudiera aplicar la física.

El tema tratado fue nuevo para todos y, aunque en otros módulos de aprendizaje de la carrera se plantea el uso del AOP, también la forma de abordar los temas. Las actividades de aprendizaje giran en torno al desarrollo de dos competencias genérica del MCC (SEP, 2008):

5. Desarrolla innovaciones y propone soluciones a problemas a partir de métodos establecidos.

- Atributos:
- Identifica los sistemas y reglas o principios medulares que subyacen a una serie de fenómenos.
- Construye hipótesis y diseña y aplica modelos para probar su validez.
- Sintetiza evidencias obtenidas mediante la experimentación para producir conclusiones y formular nuevas preguntas.

6. Sustenta una postura personal sobre temas de interés y relevancia general, considerando otros puntos de vista de manera crítica y reflexiva.

Atributos:

- Elige las fuentes de información más relevantes para un propósito específico y discrimina entre ellas de acuerdo a su relevancia y confiabilidad.

Y de las competencias disciplinares básicas de los campos (SEP, 2008):

Matemáticas

4. Argumenta la solución obtenida de un problema, con métodos numéricos, gráficos, analíticos o variacionales, mediante el lenguaje verbal, matemático y el uso de las tecnologías de la información y la comunicación.
5. Analiza las relaciones entre dos o más variables de un proceso social o natural para determinar o estimar su comportamiento.

6. Cuantifica, representa y contrasta experimental o matemáticamente las magnitudes del espacio y las propiedades físicas de los objetos que lo rodean.
8. Interpreta tablas, gráficas, mapas, diagramas y textos con símbolos matemáticos y científicos.

Ciencias experimentales

3. Identifica problemas, formula preguntas de carácter científico y plantea las hipótesis necesarias para responderlas.
4. Obtiene, registra y sistematiza la información para responder a preguntas de carácter científico, consultando fuentes relevantes y realizando experimentos pertinentes.
5. Contrasta los resultados obtenidos en una investigación o experimento con hipótesis previas y comunica sus conclusiones.
7. Hace explícitas las nociones científicas que sustentan los procesos para la solución de problemas cotidianos.
9. Diseña modelos o prototipos para resolver problemas, satisfacer necesidades o demostrar principios científicos.
10. Relaciona las expresiones simbólicas de un fenómeno de la naturaleza y los rasgos observables a simple vista o mediante instrumentos o modelos científicos.
14. Aplica normas de seguridad en el manejo de sustancias, instrumentos y equipo en la realización de actividades de su vida cotidiana.

El tema está contenido en la Unidad III del programa de curso, llamada Hornos cerámicos. Cada Unidad de competencia, debido al diseño modular del bachillerato, tiene la particularidad de poder abordarse en el orden que mejor se ajuste al contexto y características del grupo. El curso tiene asignadas tres horas por semana y para la unidad en cuestión se asigna en academia una duración de ocho semanas para un total de 24 horas presenciales.

Los temas correspondientes al curso se presentan a continuación:

Curso: Termodinámica de los hornos cerámicos

Temas:

- I. Efectos de la energía térmica en los materiales cerámicos**
 - Noción de frío o caliente

- Equilibrio térmico
- Escalas de temperatura
- Dilatación
- Diferencia entre calor y temperatura
- Medición del calor
- Cambios de fase

II. Comportamiento de gases dentro de los hornos

- Gases ideales
- Modelo cinético–molecular de los gases ideales
- Leyes de los gases

III. Hornos cerámicos

- Conductividad térmica
- Emisividad
- Tipos de hornos

Los estudiantes fueron enterados de su función en la investigación y que los resultados de las pruebas no afectarían directamente a su calificación. Sin embargo, las actividades formaban parte de los criterios de evaluación definidos por la academia correspondiente. En este punto, cabe mencionar que por la naturaleza del bachillerato, en el que por ciclo (semestre) ingresa un solo grupo en un solo turno, el presente estudio adquiere la categoría, según Hernández et al (2010), de *preexperimental* con un diseño de *preprueba-postprueba*. Por lo que los resultados deben ser observados con precaución. Sin embargo será útil como primer acercamiento con el problema de investigación.

3.2 Diseño del test

Para la evaluación del aprendizaje de conceptos se optó por el diseño de un instrumento propio debido al carácter único del bachillerato en la República Mexicana. Durante esta fase se aplicó un cuestionario a una muestra de 53 estudiantes de manera escrita y 17 estudiantes a manera de entrevista, todos alumnos de la Preparatoria de Tonalá con la finalidad de conocer sus ideas

respecto al concepto de calor, el de temperatura, las formas de transmisión del calor, y los efectos de este sobre las sustancias. Esto para poder diseñar los ítems y distractores del test. El cuestionario puede ser consultado en el Anexo V.

La validación comprende el sometimiento del instrumento diseñado a la revisión por parte de expertos con la finalidad de conocer la validez del mismo y recibir retroalimentación al respecto. Posteriormente se hace la aplicación de una versión beta del test lo que sirve para obtener información acerca de la redacción de los ítems y distractores.

3.3 Secuencia didáctica

Diseño de secuencia didáctica que involucre el AOP y aborde problemas relacionados con la cerámica tradicional. Esta fase no necesariamente debe ser supeditada a las dos anteriores; es decir, que puede ser desarrollada paralelamente a ellas. Para tal efecto, es necesario identificar el tema que será usado para aplicar la secuencia. En este caso se parte de un problema que involucra el *cálculo de la conductividad térmica de una muestra cerámica*, en el que se les pide a los estudiantes diseñar un experimento para tal efecto. Los productos a generar en la etapa son: un protocolo para el desarrollo del proyecto; un informe parcial; un informe final y la presentación electrónica del mismo. Las fases consideradas para el desarrollo de la secuencia didáctica son:

- Información y Planificación. Para desarrollar su proyecto los estudiantes definen las necesidades de información a partir de la respuesta por escrito de las preguntas *¿qué debo saber para resolver este problema?*, *¿qué etapas o pasos debo seguir para hacerlo?* Estas respuestas son consensuadas en sesión grupal para recibir retroalimentación de sus compañeros. Una vez definido lo anterior, se procede con la elaboración de un cronograma de trabajo que incluya las etapas definidas con anterioridad. Se les propone material de consulta para que las tomen como referencia teórica que fundamente su diseño, ésta consta de siete fuentes. Ya hecha la consulta, los estudiantes redactan un protocolo con

la fundamentación de su experimento. Esto con la ayuda de dos guías para redacción de proyectos. Este protocolo se socializa al interior del grupo para que reciba retroalimentación por parte del profesor y sus compañeros.

- Implementación. Los estudiantes ejecutan el proyecto, preparan muestras, toman y analizan datos, levantan bitácoras que servirán para la redacción de un informe parcial que será presentado ante el grupo. A partir de la puesta en marcha del proyecto, los estudiantes ejecutan el experimento, entregan un informe final que será redactado con la ayuda de material de consulta propuesto por el docente.
- Evaluación. Este informe se presenta a la comunidad del centro educativo apoyado por medios visuales.

La evaluación continua del curso se hará mediante rúbricas y listas de cotejo. Cabe mencionar que además del producto final, será necesaria la entrega de otros productos, reportes de lectura o bitácoras, durante las fases de trabajo como evidencia del proceso seguido por el estudiante.

Los criterios de desempeño se presentan en la tabla 3:

| Tabla 3: Criterios de desempeño según su tipo. | |
|--|--|
| Conceptuales | <ul style="list-style-type: none">· Distingue el concepto de calor del de temperatura y los aplica en situaciones del ámbito de la cerámica.· Aplica los conceptos relacionados |

| | |
|-----------------|---|
| | <p>con la termodinámica para explicar situaciones presentes en el ámbito ceramista.</p> <ul style="list-style-type: none"> · Expresa las magnitudes relacionadas con la termodinámica en unidades del SI. |
| Procedimentales | <ul style="list-style-type: none"> · Elaboración de proyectos · Aplicación del método científico en el diseño de experimentos para medir propiedades térmicas de muestras cerámicas · Sigue procedimientos de seguridad dentro de talleres y laboratorios · Solución de ejercicios de cálculo y aplicación de principios físicos. |
| Actitudinales | <ul style="list-style-type: none"> · Respeto por las aportaciones de los demás · Valorar el trabajo realizado por sus pares · Respeto y reconocimiento por la actividad cerámica · Expresa su crítica de manera fundamentada y con la finalidad de enriquecer el trabajo de sus pares o sigue los procedimientos de seguridad |

Estos criterios son los que se toman en cuenta para diseñar las rúbricas que determinan las características deseadas de los productos a obtener, mismas que son presentadas en los anexos

Tabla 4: Descripción de la secuencia didáctica para el abordaje de los temas

| Contenido de la competencia | Estrategias de aprendizaje | Productos y tipos de evaluación |
|-----------------------------|----------------------------|---------------------------------|
| Sesión 23 | <i>Apertura:</i> | Formativa |

| | | |
|---|---|--|
| <p>04 de noviembre de 2014</p> <p>Identifica necesidades de información acerca para el diseño de un experimento para el cálculo de la conductividad térmica de muestras cerámicas y redacta objetivos e hipótesis</p> | <p>Docente: Presenta, en el aula, el tema “Cálculo de conductividad térmica de muestras cerámicas” para elaboración de un proyecto de diseño de experimento para tal fin. Facilita a los estudiantes una guía para la redacción de artículos. Solicita la formación de equipos de entre cuatro y cinco personas máximo, así como la asignación de roles (representante, secretario, gestores de información)</p> <p>Alumno: Manifiesta dudas y retroalimenta las ideas de sus pares. Forma equipos de no más de cinco personas, asigna roles.</p> <p>Desarrollo: Docente: Solicita la definición de necesidades de información, redacción de objetivos, formulación de hipótesis y el comentario de esto en sesión grupal. Alumno: Redacta objetivos al interior del equipo, los comenta en sesión grupal, retroalimenta las ideas de sus pares.</p> <p>Cierre: Docente: Solicita la búsqueda de información necesaria para el desarrollo del proyecto sugiere fuentes, pide se busquen al menos tres más y solicita un reporte de lectura. Pide la elaboración de un documento con el reporte de lectura, los objetivos, hipótesis y un cronograma de actividades para desarrollar el proyecto.</p> | <p>Aclaración de dudas y preconcepciones durante el desarrollo de la actividad. Evaluación de acuerdo a rúbrica y/o lista de cotejo. Retroalimentación al interior de los equipos.</p> <p>Sumativa Documento con la Identificación de necesidades de información, 10%</p> <p>Producto Documento con las necesidades de información</p> |
| <p>Sesión 24</p> <p>10 de noviembre de 2014</p> <p>Soluciona un problema acerca de elección de material</p> | <p>Apertura: Docente: Solicita se comente en sesión grupal lo visto en la clase anterior. Retroalimenta y asesora a los alumnos. Propone para solución el siguiente problema: se tienen tres</p> | <p>Formativa Aclaración de dudas y preconcepciones durante el desarrollo de la actividad. Evaluación de acuerdo a rúbrica y/o lista de cotejo.</p> |

| | | |
|---|--|---|
| <p>para construcción de un horno cerámico</p> | <p>opciones de material para hacer un horno, fibra, ladrillo refractario, ladrillo de lama. Demuestra cuál es la mejor elección.</p> <p>Alumno: Hace comentarios acerca de lo solicitado, manifiesta dudas, retroalimenta a sus pares y toma notas de los acuerdos alcanzados o lo que considere más importante.</p> <p>Desarrollo:</p> <p>Docente: Pide a los alumnos la solución del problema y la redacción de un reporte en el que incluya la metodología sugerida y las conclusiones obtenidas. Solicita se comente esta información en sesión plenaria.</p> <p>Alumno: Al interior de los equipos, sugiere la solución al problema y redacta su reporte de lectura, comenta sus dudas. Manifiesta dudas en sesión grupal y retroalimenta las ideas de sus compañeros.</p> <p>Cierre:</p> <p>Docente: Pide se escriba una reflexión acerca de lo visto en clase. Solicita la preparación de una presentación para la solución del problema.</p> <p>Alumno: Redacta la reflexión a partir de lo visto en la sesión.</p> | <p>Retroalimentación al interior de los equipos.</p> <p>Sumativa Cronograma y reporte de lecturas, 20%.</p> <p>Producto Notas de clase</p> |
| <p>Sesión 25 11 de noviembre de 2014 Redacta un reporte con la explicación y los resultados</p> | <p>Apertura:</p> <p>Docente: Solicita se comente en sesión grupal lo visto en la clase anterior. Retroalimenta y asesora a los alumnos.</p> <p>Alumno: Hace comentarios acerca de lo solicitado, manifiesta dudas, retroalimenta a sus pares y toma notas de los acuerdos alcanzados o lo que considere más importante.</p> <p>Desarrollo:</p> | <p>Formativa Aclaración de dudas y preconcepciones durante el desarrollo de la actividad. Evaluación de acuerdo a rúbrica y/o lista de cotejo. Retroalimentación al interior de los equipos.</p> <p>Producto Notas de clase</p> |

| | | |
|---|--|---|
| | <p>Docente: Solicita la redacción de un reporte con la solución del problema planteado.</p> <p>Alumno: Redacta el reporte, en equipos, manifiesta dudas y retroalimenta los comentarios de sus pares.</p> <p>Cierre:</p> <p>Docente: Solicita se prepare una presentación de resultados con una duración máxima de 6 minutos para ser expuesta la siguiente sesión.</p> | |
| <p>Sesión 26 18 de noviembre de 2014 Presenta los resultados del problema, expone la metodología y las conclusiones a las que llega</p> | <p>Docente: Solicita a los alumnos se preparen para la exposición de la solución de su problema elegido. Da indicaciones generales para el desarrollo de la actividad.</p> <p>Alumno: Prepara la exposición. Hace comentarios acerca de lo solicitado, manifiesta dudas, retroalimenta a sus pares y toma notas de los acuerdos alcanzados o lo que considere más importante.</p> <p>Desarrollo:</p> <p>Docente: Pide a los alumnos inicien con la presentación.</p> <p>Alumno: Expone la solución del problema elegido. Manifiesta dudas en sesión grupal y retroalimenta las ideas de sus compañeros.</p> <p>Cierre:</p> <p>Docente: Retroalimenta la actividad y hace comentarios finales. Notifica de la aplicación del examen departamental.</p> | <p>Formativa Aclaración de dudas y preconcepciones durante el desarrollo de la actividad. Evaluación de acuerdo a rúbrica y/o lista de cotejo. Retroalimentación al interior de los equipos.</p> <p>Producto Informe escrito con la solución del problema, presentación electrónica</p> |
| <p>Sesión 27 24 de noviembre de 2014 Fundamenta su experimentación</p> | <p>Apertura:</p> <p>Docente: Solicita se comente en sesión grupal lo visto en la clase anterior y los posibles avances del proyecto.</p> | <p>Formativa Aclaración de dudas y preconcepciones durante el desarrollo de la actividad. Evaluación de acuerdo a rúbrica y/o lista de cotejo.</p> |

| | | |
|--|---|--|
| <p>mediante la redacción de un protocolo</p> | <p>Retroalimenta y asesora a los alumnos.</p> <p>Alumno: Hace comentarios acerca de lo solicitado, manifiesta dudas, retroalimenta a sus pares y toma notas de los acuerdos alcanzados o lo que considere más importante.</p> <p>Desarrollo: Docente: Solicita la redacción del documento (protocolo) con base en la guía para elaboración de proyectos y la rúbrica correspondiente. Asesora durante el desarrollo de la actividad.</p> <p>Alumno: Redacta el proyecto con sus compañeros de equipo tomando como base la guía y la rúbrica facilitada por el docente. Manifiesta dudas y retroalimenta las ideas de sus compañeros.</p> <p>Cierre: Docente: Solicita que se tomen como base algunas secciones del protocolo y la información contenida en las bitácoras para redactar el informe parcial. Notifica que la próxima sesión será para presentar informes parciales en no más de 5 minutos</p> | <p>Retroalimentación al interior de los equipos.</p> <p>Producto Protocolo</p> |
| <p>Sesión 28 25 de noviembre de 2014 Redacta informe parcial con base en bitácoras y resultados de experimentación</p> | <p>Apertura: Docente: Solicita se comente en sesión grupal lo visto en la clase anterior y los posibles avances del proyecto. Retroalimenta y asesora a los alumnos.</p> <p>Alumno: Hace comentarios acerca de lo solicitado, manifiesta dudas, retroalimenta a sus pares y toma notas de los acuerdos alcanzados o lo que considere más importante.</p> <p>Desarrollo: Docente:</p> | <p>Formativa Aclaración de dudas y preconcepciones durante el desarrollo de la actividad. Evaluación de acuerdo a rúbrica y/o lista de cotejo. Retroalimentación al interior de los equipos.</p> <p>Sumativa Protocolo, 30%</p> <p>Producto Informe parcial</p> |

| | | |
|---|--|--|
| <p>Sesión 29 01 de diciembre de 2014 Presenta informe parcial con resultados de experimentación</p> | <p>Solicita la redacción de un informe parcial con base en la rúbrica correspondiente</p> <p>Alumno: Redacta el informe parcial, manifiesta dudas y retroalimenta las ideas de sus compañeros.</p> <p>Cierre: Docente: Cierra la sesión y recuerda que la próxima será para presentación de informes parciales.</p> | |
| <p>Sesión 30 02 de diciembre de 2014 Redacta informe final</p> | <p>Apertura: Docente: Solicita a los alumnos se preparen para hacer la presentación.</p> <p>Alumno: Afina detalles respecto a la presentación al interior de los equipos.</p> <p>Desarrollo: Docente: Solicita la presentación de los resultados parciales de la actividad. Retroalimenta durante el desarrollo de la actividad.</p> <p>Alumno: Presenta su reporte, explica la metodología seguida, sus conclusiones y retroalimenta las ideas de sus compañeros.</p> <p>Cierre: Docente: Hace comentarios acerca de los resultados y las presentaciones.</p> | <p>Formativa Aclaración de dudas y preconcepciones durante el desarrollo de la actividad. Evaluación de acuerdo a rúbrica y/o lista de cotejo. Retroalimentación al interior de los equipos.</p> <p>Producto Informe parcial con presentación</p> <p>Formativa Aclaración de dudas y preconcepciones durante el desarrollo de la actividad. Evaluación de acuerdo a rúbrica y/o lista de cotejo. Retroalimentación al interior de los equipos.</p> <p>Producto Notas de clase, borrador de informe</p> |

| | | |
|---|---|---|
| | <p>notas de los acuerdos alcanzados o lo que considere más importante.</p> <p>Desarrollo: Docente: Solicita la redacción de un informe final con base en la rúbrica correspondiente Alumno: Redacta el informe final, manifiesta dudas y retroalimenta las ideas de sus compañeros.</p> <p>Cierre: Docente: Cierra la sesión y recuerda que la próxima será para presentación de informes finales en no más de 10 minutos y la entrega de protocolos. Solicita que la presentación sea enviada un día antes de la sesión vía correo electrónico para agilizar las ponencias.</p> | |
| <p>Sesión 31 08 de diciembre de 2014 Presenta resultados de experimentación para el cálculo conductividad térmica de muestras cerámicas</p> | <p>Apertura: Docente: Solicita a los alumnos se preparen para hacer la presentación y recuerda que no debe durar más de 10 minutos. Alumno: Afina detalles respecto a la presentación al interior de los equipos.</p> <p>Desarrollo: Docente: Solicita la presentación de los resultados de la actividad. Retroalimenta durante el desarrollo de la actividad. Alumno: Presenta su reporte, explica la metodología seguida, sus conclusiones y retroalimenta las ideas de sus compañeros.</p> <p>Cierre: Docente: Hace comentarios acerca de los resultados y las presentaciones,</p> | <p>Formativa Aclaración de dudas y preconcepciones durante el desarrollo de la actividad. Evaluación de acuerdo a rúbrica y/o lista de cotejo. Retroalimentación al interior de los equipos. Producto Protocolo, informe final</p> |

| | | |
|--|---|---|
| <p>Sesión 32 09 de diciembre de 2014 Presenta proyecto para el diseño de un horno cerámico</p> | <p>evalúa con base en las rúbricas correspondientes.</p> <p>Alumno: Hace comentarios, retroalimenta las ideas de sus pares, manifiesta dudas.</p> | |
| | <p>Apertura: Docente: Solicita a los alumnos se preparen para hacer la presentación y recuerda que no debe durar más de 10 minutos.</p> <p>Alumno: Afina detalles respecto a la presentación al interior de los equipos.</p> <p>Desarrollo: Docente: Solicita la presentación de los resultados de la actividad. Retroalimenta durante el desarrollo de la actividad.</p> <p>Alumno: Presenta su reporte, explica la metodología seguida, sus conclusiones y retroalimenta las ideas de sus compañeros.</p> <p>Cierre: Docente: Hace comentarios acerca de los resultados y las presentaciones, evalúa con base en las rúbricas correspondientes.</p> <p>Alumno: Hace comentarios, retroalimenta las ideas de sus pares, manifiesta dudas.</p> | <p>Formativa Aclaración de dudas y preconcepciones durante el desarrollo de la actividad. Evaluación de acuerdo a rúbrica y/o lista de cotejo. Retroalimentación al interior de los equipos.</p> <p>Sumativa Informe final y presentación de resultados, 40%.</p> <p>Producto Informe final y presentación</p> |

. 3.4 Aplicación del test

El proceso de preparación, recolección de información, diseño del test y la recolección de datos se dio durante el semestre 2014 “B” (Agosto de 2014-enero de 2015). Como ya mencionó, la evaluación del aprendizaje de conceptos se dio por medio de la aplicación del instrumento diseñado para tal efecto. La aplicación se dio en formato impreso durante una de las sesiones de trabajo y el aplicador fue el docente a cargo del grupo. Por lo que no fue necesario un recinto especial.

El pre-test fue aplicado al inicio del semestre y el post-test al terminar la secuencia, es decir, después de la presentación de proyectos. Con 16 semanas de diferencia. Dicho test, disponible en el Anexo II, contiene, inicialmente, 30 ítems de opción múltiple con cinco opciones de respuesta cada uno. La tabla 5 recoge los ítems agrupados según el tema con que se relacionan.

| Tema | Ítem |
|--------------------------|---|
| Energía térmica | 1, 2, 9 , 17, 19, 25 |
| Transferencia de energía | 3, 7, 8, 10, 12 , 13, 18, 22, 27, 29, 30 |
| Equilibrio térmico | 4, 11, 23, 24 |
| Capacidad calorífica | 5, 6, 20 |
| Dilatación térmica | 14, 15, 16, 21, 26, 28 |

Se les dio a los estudiantes un tiempo de cuarenta minutos con base en los tiempos que fueron registrados durante la aplicación de la versión beta. Las respuestas fueron capturadas en un libro de Excel y procesadas con el mismo paquete. Con esa información se hizo el cálculo del factor de concentración (C) y la realización de curvas IRC. Además de la ganancia de Hake Lo anterior sirvió para la calibración del cuestionario.

3.5 Gráficos de IRC y análisis de concentración

Las Curvas de Respuesta a Ítem (IRC por sus siglas en inglés) son una herramienta para evaluar la calidad de las preguntas y la identificación de modelos relacionados con las respuestas de los estudiantes. Éstas relacionan el porcentaje de estudiantes en cada nivel de habilidad para cada elección de respuesta (Morris et al, 2006). El análisis IRC se lleva a cabo a partir de la concentración de las elecciones de respuesta de cada estudiante. Se elabora

una gráfica por cada pregunta y en esta se incluye el porcentaje de estudiantes que elige cada una de las opciones de respuesta.

Para verificar si la pregunta es buena en un post-test. Se hace una curva por pregunta, pueden ser para respuestas correctas e incorrectas. Se agrupa, por ejemplo, a los estudiantes de acuerdo a la calificación. En el eje horizontal de la gráfica se representa la capacidad del estudiante rendimiento, malos-buenos, puede ser la calificación del examen. El porcentaje de respuestas correctas es representado en el eje vertical. Estas curvas tienen tres características, punto de inflexión, la pendiente da una medida de discriminación; la posición de éste da una medida de la dificultad. El valor de calificación cero es una medida de respuesta al azar.

Por su parte, el factor de concentración (C) nos ayuda a conocer si existe preferencia por uno o varios modelos al responder una prueba de opción múltiple (Bao y Redish, 2001). El factor de concentración tiene un valor entre cero y uno (como el coeficiente de correlación) y su uso junto con la fracción de aciertos hechos por los alumnos o *score* (S) en una pregunta determinada ofrece información sobre cómo evoluciona la comprensión de conceptos.

El análisis de concentración toma como base los valores de la fracción de aciertos y del factor de concentración, clasificados como bajo (L), medio (M) y alto (H); dichas clasificaciones se resumen en la tablas 6.

| Score (S) | Nivel | Concentración (C) | Nivel |
|-----------|-------|-------------------|-------|
| 0 - 0.4 | L | 0 - 0.2 | L |
| 0.4 - 0.7 | M | 0.2 - 0.5 | M |
| 0.7 - 1.0 | H | 0.5 - 1.0 | H |

Las distintas combinaciones entre los valores obtenidos de las fracciones de respuesta correcta y el factor de concentración dan como resultado una

clasificación de patrones de respuesta con base a los cuáles puede identificarse si hay preferencia por uno, dos o ningún modelo.

| Tabla 7: Codificación patrones de respuesta | | |
|---|----------|-----------------------------------|
| Modelos | Patrones | Implicaciones |
| Uno | HH | Un modelo correcto |
| | LH | Un modelo dominante incorrecto |
| Dos | LM | Dos posibles modelos incorrectos |
| | MM | Dos modelos populares |
| Ninguno | LL | Cercano a una situación aleatoria |

Por medio de una gráfica se puede observar la distribución de las respuestas, dichas respuestas están limitadas por las curvas $S - C$ donde se considera a la concentración como variable dependiente. La figura 1 muestra la distribución de las regiones dentro de los límites marcados por la gráfica.

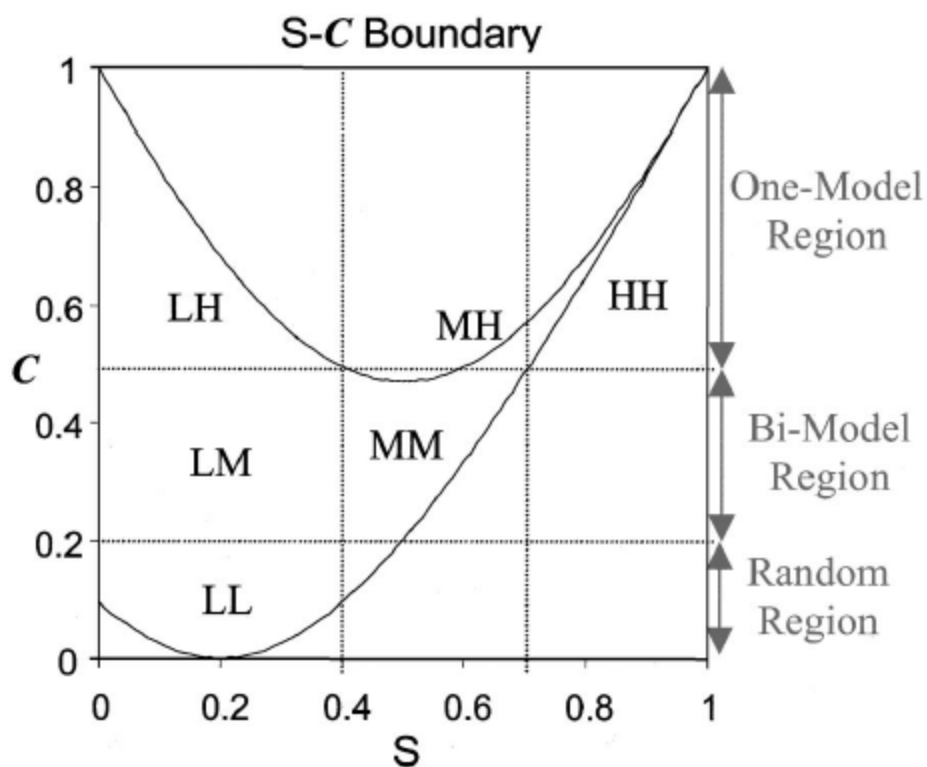


Figura 1: Regiones del gráfico S-C.

Fuente: Bao, L.; Redish, E. (2001). *Concentration analysis: A quantitative assessment of student states*. Physics Education Research, American Journal of Physics. 69 (7).

3.6 Factor de Hake

El factor de Hake (1998) explica la ganancia en el aprendizaje de conceptos, por lo que es un parámetro útil en este estudio. Su cálculo toma en cuenta el porcentaje de respuestas correctas en el pre-test (S_f) y el porcentaje de respuestas correctas en el post-test (S_i) cuya ecuación es

$$G = \frac{S_f - S_i}{100 - S_i}.$$

Con base en esto se obtienen tres categorías, llamadas zonas de ganancia, que agrupan los valores posibles:

Baja, con $0 \leq G \leq 0.3$

Media, con $0.3 < G \leq 0.7$

Alta, con $G < 0.7$

Cualquier ganancia superior a 0.3 sugiere un panorama alentador en relación al aprendizaje de los conceptos de física y la eficacia de la metodología empleada para este fin. El test diseñado se aplica en dos momentos, el primero previo a la implementación de la secuencia didáctica y el segundo posterior a ésta.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación se mostrarán los resultados obtenidos con relación tanto al diseño del test como al uso del AOP con enfoque en cerámica para el aprendizaje de la física. Cabe señalar que los resultados correspondientes al diseño del test fueron presentados en el *VIII Foro de Investigación Educativa del Instituto Politécnico Nacional (IPN)*, (Santana, 2014, p.) además fueron publicados en las memorias correspondientes al foro y por Ramírez y Santana (2014, p. 65) en el número 66 (septiembre-diciembre) de la revista *Innovación Educativa*, también del IPN.

4.1 Diseño y calibración del test

Se inicia esta etapa con un banco preliminar de 12 ítems, las primeras del Anexo I, que fue enviado para su revisión al Dr. Manuel Sandoval de la Universidad

Politécnica del Golfo quien hizo sus observaciones. Éstas, a grandes rasgos, tratan sobre la orientación de las preguntas y apunta que es un test demasiado local, es decir, que pareciera orientado sólo para estudiantes de Cerámica. Sugiere diseñar ítems más generales. Continúa la etapa de validación con los comentarios del Mtro. Miguel Olvera, de la ESCOM-IPN; Dr. Luis García de la Universidad de Coahuila; Genaro Zavala del ITESM campus Monterrey, ellos coinciden con el doctor Manuel Sandoval. Sin embargo, este inventario puede servir como una versión para estudiantes de cerámica o ingeniería de materiales cerámicos. Por lo que se decide reelaborar el cuestionario tomando como base el anterior inventario. Para tal efecto, se hizo una encuesta escrita aplicada a 53 personas, todas estudiantes de la preparatoria de Tonalá. A partir de esto se clasifican las respuestas conforme a la frecuencia con que se repiten.

A la par de esto, se procede con la aplicación de entrevistas tomando como base el cuestionario usado para la encuesta cuyas preguntas se pueden consultar en el Anexo V. Estas entrevistas son grabadas para su posterior análisis. Con la finalidad de obtener mayor información acerca del razonamiento que utilizan los estudiantes se rediseñan cuatro preguntas para ser usadas en la entrevista. Estas cuatro preguntas, correspondientes a la 5, 6, 9 y 8 en el Anexo V, pueden ser la base para el diseño de ítems en el cuestionario.

Como se menciona anteriormente, la primera etapa del diseño del test comprendió la aplicación de 53 encuestas y 17 entrevistas, éstas guardadas en archivos de audio. La encuesta consta de 10 preguntas abiertas, los estudiantes las contestaron de manera anónima y fueron elegidos al azar. Las respuestas fueron clasificadas y agrupadas en categorías según su similitud y/o frecuencia de repetición. A continuación se recogen algunas de las respuestas dadas por los estudiantes a partir de la encuesta. Las letras a, b, c... que acompañan a las respuestas indican que fueron hechas por distintos estudiantes.

Todo esto con la finalidad de obtener información para el diseño de los distractores e ítems para el instrumento de evaluación que se utilizará para medir la ganancia en la comprensión de conceptos de calor y temperatura (Ramírez y Santana, 2014).

1. Explica qué entiendes por calor

Como ejemplos de respuesta tenemos que “a. Es la energía que tiene un cuerpo; b. Que la temperatura está elevada; c. El grado de temperatura en que está un cuerpo; d. Cierta temperatura o cierta materia (fricción)”.

Destaca que se concibe como una forma de energía, lo que es parcialmente correcto porque si bien es cierto que el calor es una forma de energía la respuesta en a da la impresión de que se considera que es toda la energía de un cuerpo cuando en realidad hay otras formas además de la mencionada. En segundo lugar se tiene que el calor es confundido con una temperatura alta, sin especificar cuánto es alto. Dicha respuesta es errónea puesto que sólo se puede hablar de calor cuando hay una transferencia de energía térmica de un cuerpo de mayor temperatura a otro de menor o de una zona de mayor temperatura a otra de menor en un mismo cuerpo o sustancia. En el sentido de la segunda concepción de calor se puede ver que de manera general se confunde a este con la temperatura. Lo que supone un error debido a que la temperatura es una medida de la energía cinética promedio de las partículas de un cuerpo e indica en qué dirección fluirá el calor, una medida de lo caliente o frío de una sustancia. Otra de las opciones sugiere que se considera al calor como algún tipo de sustancia. Pero, como ya fue mencionado, el calor es un tipo de energía.

2. Explica qué entiendes por temperatura

En primer lugar se tiene a los que consideran que es la medición del calor lo que se puede interpretar con una asociación entre calor y temperatura. Ejemplos que sugieren esto son “a. Forma de medición del calor; b. La medida del calor” En segundo lugar se tiene una concepción de la temperatura como algún tipo de energía. Como ejemplo se tiene que “c. Es la energía calorífica de un cuerpo, los grados de energía térmica que tiene algún objeto, cambio de energía”. En tercer lugar se menciona que la temperatura sólo se relaciona con los seres vivos, con fiebre o calor corporal. Lo anterior derivado de la expresión popular usada cuando una persona tiene una temperatura corporal mayor a 37°C “tiene

temperatura”. Ejemplos de esto son las respuestas: “d. Cuando tu cuerpo se calienta y te da temperatura; e. La temperatura es nuestro calor corporal; f. Calor que adquiere un cuerpo elevando el tipo de sudoración”. Cabe señalar que hubo algunas personas (11) que relacionaron el concepto con una noción de caliente o frío. Lo que es acertado según lo expuesto anteriormente.

3. Explica lo que entiendes por transmisión de calor por convección

Las respuestas a la pregunta están influenciadas por el desconocimiento de la palabra convección, no la entendían. Por lo que se limitan a decir que se transfiere calor sin mencionar el mecanismo por el cual se da: el movimiento de masa en un fluido (gas o líquido), cuando el de mayor temperatura desplaza al de menor, lo que permite la transferencia de energía térmica. Destacan respuestas como producir calor, calor que se produce solo (que se relaciona con la anterior), relacionarla con la fricción y que al transferirse de caliente a frío se convierte en tibio. Como ejemplos se tiene: “a. Cuando pasa la calor (sic) de un cuerpo de mayor temperatura a menor temperatura; b. Cuando el calor se transmita de un cuerpo a otro; c. Temperatura que se transmite de un cuerpo a otro; d. Con transmisión entiendo que el calor se pasa de un cuerpo a otro; e. Es lo que transmite energía de un objeto caliente a uno frío y se convierte en tibio”.

4. Explica lo que entiendes por transmisión de calor por radiación

Respuestas como: “a. Es cuando un cuerpo transmite calor a otro sin necesidad de cualquier tipo de contacto; b. Una energía como la pila o una batería; c. Que con la radiación se transmite calor; d. Calor que se transmite por vapor; e. Por medio de rayos invisibles” sugieren que no se tiene el concepto de onda electromagnética, sin embargo hay una vaga idea de que se transmite mediante algún tipo de onda. Ninguno menciona que la transmisión de calor por radiación se da través de la propagación de ondas electromagnéticas sin la necesidad de un medio. El tema de las ondas electromagnéticas escapa a los objetivos de la investigación, pero este dato puede servir para un futuro trabajo.

Destaca que se considera que solo hay transmisión de calor por radiación del sol hacia los objetos, incluso que este se pase a las personas. Como respuesta relacionada con las anteriores pero digna de tomarse en cuenta por separado es la mención de que la transmisión de calor se da sin contacto. Otra importante es que se menciona que un cuerpo produce calor. O que la transmisión por radiación es la energía de las baterías que da idea que se relaciona con la electricidad.

5. Explica lo que entiendes por transmisión de calor por conducción

Ejemplos de respuestas: “a. Por un conducto determinado; b. Calor que es transmitido por medio de un metal; c. El calor que se transmite por medio del contacto entre dos objetos; d. Que se conduce por un cuerpo hacia otro como un metal caliente que toca a uno frío”

Ésta es una de las formas de transmisión del calor más conocidas por los encuestados puesto que se advierte una idea del mecanismo por el cual se da. En primer lugar se tiene que algunos de los encuestados consideran que el calor se transmite por un conducto sin precisar en qué sentido se da o si es necesario más de un material. En segundo lugar se tiene la mención de que la transmisión se da por medio de un metal, cabe señalar también que algunas respuestas apuntan a que debe haber contacto entre dos cuerpos. Al recordar que la transmisión de calor por conducción se da en materiales sólidos y que es la transferencia de energía entre cuerpos, o en zonas de un mismo cuerpo, a distinta temperatura desde la de mayor a la de menor temperatura; se tiene que las respuestas anteriores demuestran concepciones incompletas en su mayoría.

6. Explica lo que entiendes por dilatación, en términos de calor y temperatura

Las respuestas más comunes tienen semejanza con: “a. El crecimiento o aumento de calor y la temperatura; b. Que un cuerpo se expande por el calor que siente en un entorno; c. Dilatación: cuando algo se expande como el hierro al calor, la dilatación es cuando estás deshidratado jijiji C: (sic); d. Es cuando se dilata en cocer una pieza cerámica”

En general hay algún tipo de asociación entre el aumento de temperatura y el aumento en las dimensiones de ciertos objetos, sin embargo, hay ideas relacionadas con la cocción de objetos, debilitamiento de personas por causa del calor (lo que puede dar indicio de que el calor es relacionado con altas temperaturas). Otros incluso entienden el término dilatación como sinónimo de retardo lo que no es correcto, ya que en el contexto relacionado con los conceptos de calor y temperatura es el aumento de dimensiones de un objeto o sustancia en presencia de un aumento de temperatura.

7. Explica lo que entiendes por equilibrio térmico

Se tienen respuestas como: “a. Es cuando las dos temperaturas se equilibran; b. Cuando dos temperaturas comparten de su misma temperatura para que quede igual; c. Cuando dos cuerpos están en contacto y tienen la misma temperatura; d. Que la temperatura está estable; e. Al templado, ni frío ni calor; f. Que hay una igualdad de temperatura (calor y frío); g. Cuando algún objeto mantiene un equilibrio entre calor y frío”.

En su mayoría el equilibrio térmico es asociado con la igualdad de temperatura entre dos cuerpos sin que se especifique si hay algún tipo de contacto entre ellos. En segundo lugar se tiene una idea adecuada de equilibrio térmico: cuando dos o más cuerpos en contacto térmico igualan sus temperaturas por acción de la transferencia de energía térmica entre ellas. Otra de las respuestas interesantes es la relacionada con la idea de un equilibrio entre frío y calor en un mismo cuerpo lo que hace suponer que se asocia con lo tibio, templado, esto da indicios de que no se asocia el concepto de temperatura con la energía interna del material. En tercer lugar se tienen asociaciones de este concepto con la idea de una estabilidad de la temperatura, que no cambia.

8. Según tus conocimientos, explica, en términos de calor y temperatura cómo se da la fusión de las sustancias

Como respuestas comunes se tiene: “a. Cuando pasa de sólido a líquido y de líquido a gaseoso se evapora; b. Es cuando la sustancia pasa de sólido a líquido; c. En calor que se evapora y en frío que se hace hielo; d. Se evaporan debido a la alta temperatura; e. Es cuando al calentarse el bote transmite el calor a la sustancia; f. El calor por medio de moléculas y temperatura de un cuerpo a otro”.

El análisis de este tipo de respuestas, al considerar que la fusión es el cambio de la fase sólida a la fase líquida por medio de la transferencia de energía térmica hacia la sustancia, lo que provoca un aumento en la energía cinética de las partículas de la misma, lo que ocasiona a su vez la separación constante de sus partículas; arroja que: Las del primer grupo están asociadas con el paso de sólido a líquido y se limitan a mencionar solo eso. El segundo grupo de respuestas asocia la fusión con la evaporación. En las siguientes categorías se aprecia que los estudiantes no entendieron la pregunta, tal vez desconocen la palabra fusión.

9. En términos de calor y temperatura, explica con tus propias palabras lo que sucede mientras una sustancia se evapora

El primer grupo de respuestas, se dilatan las moléculas y se separan, hace suponer que la separación de moléculas sólo se da en la evaporación. En segundo lugar se asocia la evaporación con una pérdida de volumen, como si la sustancia desapareciera. El tercer grupo de respuestas asocia la evaporación con deshidratación, cosa que no necesariamente es precisa. Por último se tienen respuestas tales como: sale vapor, hierve, que evocan una idea superficial del fenómeno. Como ejemplo se tiene: “a. Salen burbujas y puede que se derrame el agua; b. Pues que va disminuyendo la sustancia; c. Las partículas se expanden y se separan; d. Se dilatan sus partículas, Sale vapor”. Para considerar que las respuestas son totalmente aceptables deberían contener elementos tales como: paso de la fase líquida a la gaseosa a partir del aumento en la temperatura de la sustancia provocado por la transferencia de calor hacia ella, lo que ocasiona un aumento en la separación de las partículas de la misma.

10. Explica tu definición de energía térmica

Esta pregunta fue la menos contestada, no relacionan la energía térmica con el total de la energía cinética promedio de las sustancias. El primer grupo de respuestas asocia la energía térmica con el calor. El segundo grupo lo asocia con la conservación de temperatura. El tercero menciona el calor que tiene un cuerpo, lo cual indica que no se conoce el concepto de calor como energía en tránsito entre cuerpos a diferente temperatura. Por último, se asocia la energía interna con la energía solar. Como ejemplos se tiene: “a. Es una energía de calor; b. Un calor o temperatura que se mantiene en un solo lugar; c. Es la energía que se presenta en forma de calor y toda la materia la presenta; d. No tengo palabras ni conocimiento necesario; e. Es cuando echa café a una taza térmica”.

Los ítems obtenidos a partir del análisis se presentan en el Anexo I que está conformado por dos cuestionarios. El primero corresponde a la versión para estudiantes de cerámica y el segundo, utilizado como instrumento de medición en el presente trabajo, a la versión aplicable a cualquier estudiante de cursos de termodinámica.

Al tomar como base problemas contextualizados, en este caso en el ámbito ceramista, el uso del AOP ayudaría a una mejor comprensión y retención de los conceptos de física. Esto debido a que los estudiantes manipulan directamente el objeto de estudio y lo aplican en contextos reales a la vez que se comportan como científicos.

Validación y calibración del test

A partir del análisis hecho a las respuestas de las entrevistas, se obtuvo un banco de 30 ítems con cinco opciones de respuesta. Una versión beta del instrumento fue aplicado a un grupo de 46 estudiantes de la Preparatoria de Tonalá del curso Física II, curso perteneciente al Bachillerato General por Competencias de la Universidad de Guadalajara. Cabe señalar que este curso es equivalente a *Termodinámica de los hornos cerámicos* en cuanto a contenidos se refiere, mas no en cuanto al uso del AOP y a la orientación hacia la cerámica. Posterior a la

aplicación, se obtiene una base de datos con las respuestas vertidas en el test, con base en esto se realizan los gráficos IRC

4.2 Uso del AOP dentro del módulo Termodinámica de los hornos cerámicos

Para el desarrollo de las actividades, además de las sesiones presenciales, se utilizó una plataforma gratuita que cuenta con funciones similares a Facebook y a Moodle. Dicha plataforma, llamada Edmodo se alhoja en la dirección <http://www.edmodo.com>. Las instrucciones para el desarrollo de las actividades, así como los instrumentos de evaluación y entrega de productos estaban disponibles en este espacio después de ser socializadas en las sesiones presenciales. Es importante notar que la evaluación de los productos se hacía en línea.

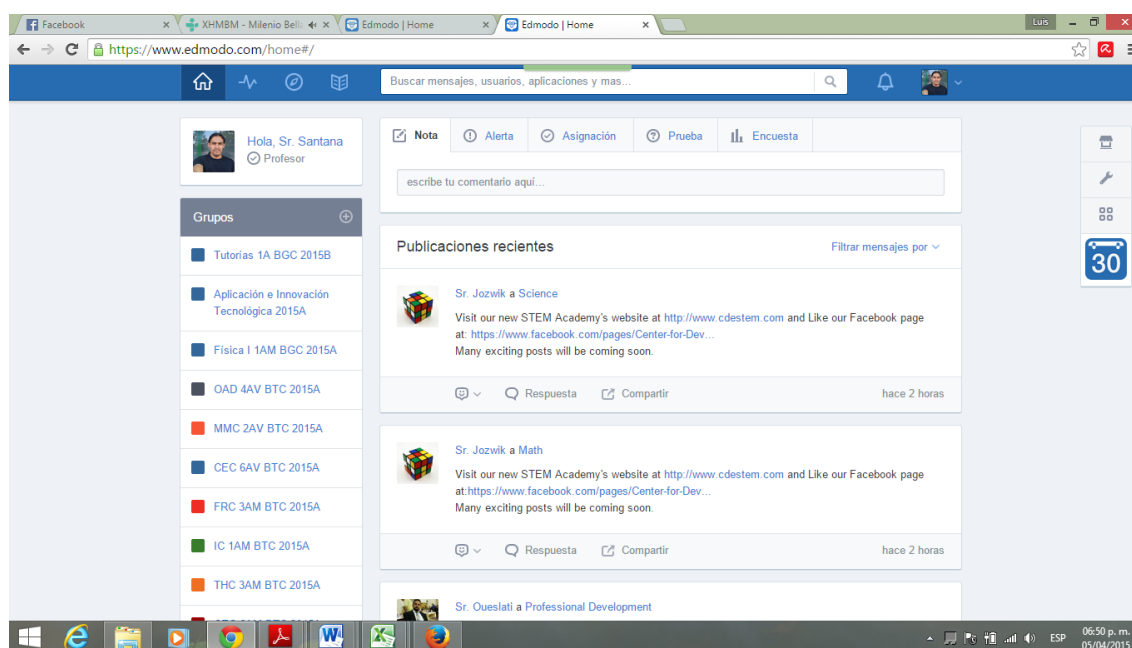


Figura 2: Captura de pantalla que muestra la página de inicio de la plataforma Edmodo

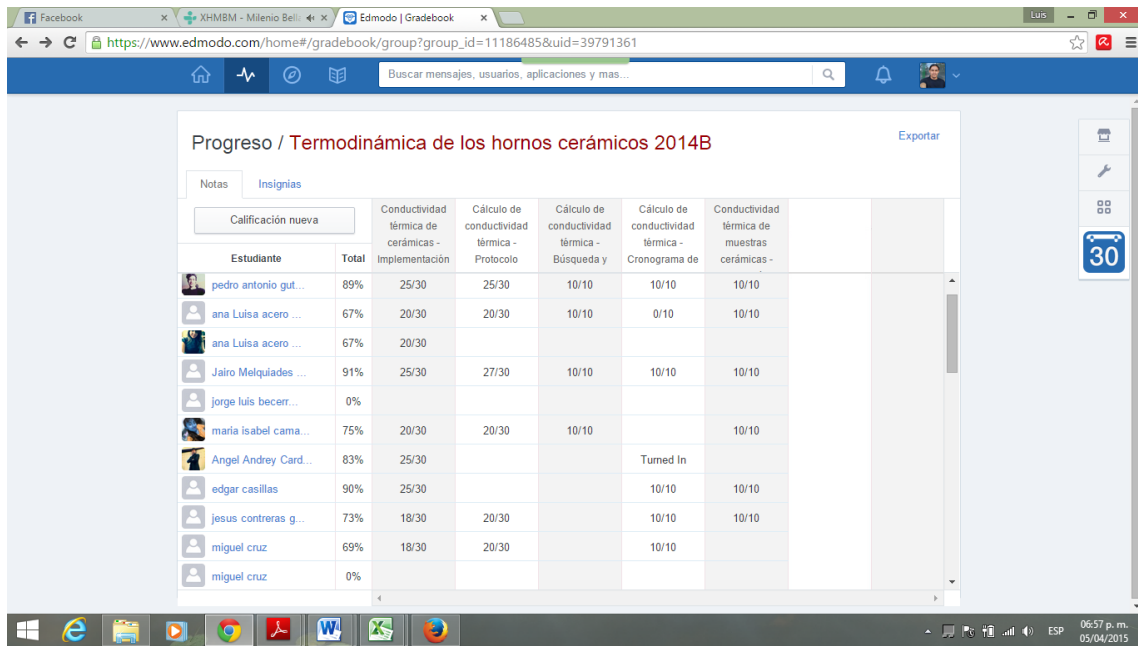
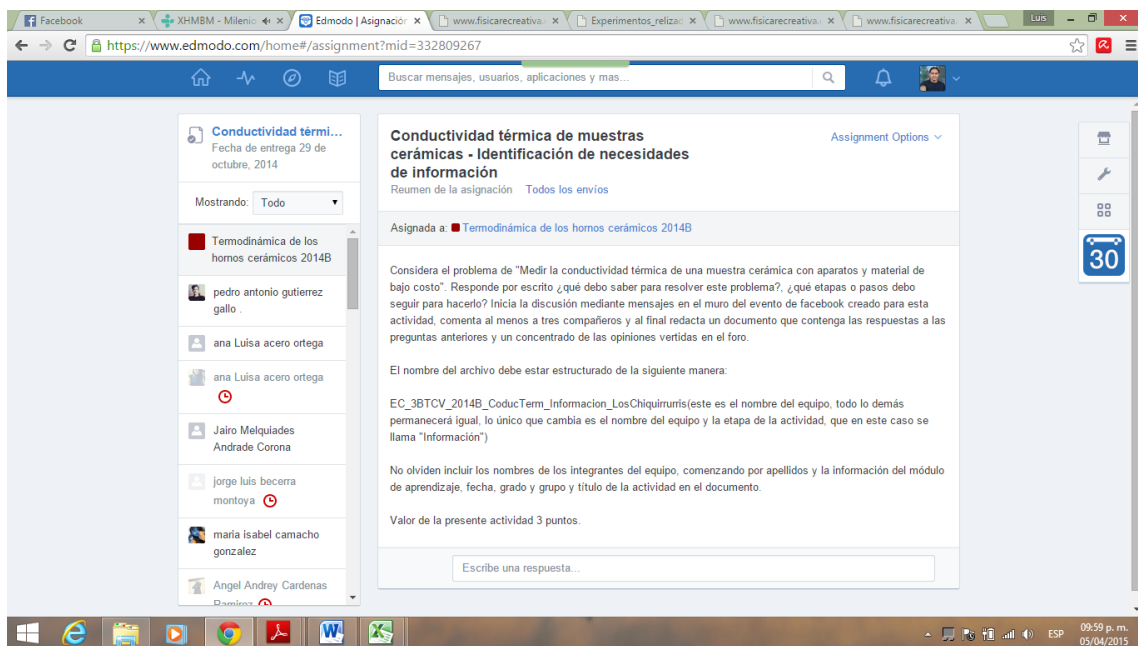


Figura 3: Captura de pantalla que muestra la ventana en la que se monitorea el avance de los miembros del grupo, con la relación de productos y calificaciones.

Como fue mencionado con anterioridad, se consideraron tres fases para la implementación de la secuencia didáctica con base en el AOP. Tres de las actividades fueron publicadas en Edmodo previo al desarrollo de las actividades, por lo que los alumnos tenían la posibilidad de haber adelantado trabajo.

a)



b)

The screenshot shows an Edmodo assignment page. The browser address bar displays <https://www.edmodo.com/home#/assignment?mid=332812669>. The assignment title is "Cálculo de conductividad térmica - Cronograma de trabajo". The due date is "Fecha de entrega 31 de octubre, 2014". The assignment is assigned to "Termodinámica de los hornos cerámicos 2014B". The instructions state: "Después de la identificación de necesidades de información, elabora un plan de trabajo que incluya cada una de las etapas necesarias para resolver el problema (considera tiempo para la experimentación, tendrás que hacer muestras y homearlas). Este cronograma debe ser un archivo de imagen. El nombre del archivo debe estar estructurado de la siguiente manera: EC_3BTCV_2014B_CoducTerm_Cronograma_LosChiquiriris (este es el nombre del equipo, todo lo demás permanecerá igual, lo único que cambia es el nombre del equipo y la etapa de la actividad, que en este caso se llama 'Cronograma')". It also notes: "No olviden incluir los nombres de los integrantes del equipo, comenzando por apellidos y la información del módulo de aprendizaje, fecha, grado y grupo y título de la actividad en el documento." The value of the activity is 3 points. A text input field with the placeholder "Escribe una respuesta..." is visible at the bottom.

c)

The screenshot shows an Edmodo assignment page. The browser address bar displays <https://www.edmodo.com/home#/assignment?mid=332817625>. The assignment title is "Cálculo de conductividad térmica - Búsqueda y procesamiento de información". The due date is "Fecha de entrega 7 de noviembre, 2014". The assignment is assigned to "Termodinámica de los hornos cerámicos 2014B". The instructions state: "Consulta el material presentado en las siguientes ligas." followed by a list of seven URLs (a) through (g). Below the list, it says: "Busca en libros de física información sobre los temas tratados y redacta un reporte con la información presentada, incluye las referencias de cada fuente y además tres referencias adicionales que encuentres en internet. Estas deben ser de una fuente confiable. Dicho reporte será entregado el 07 de noviembre de 2014. La bibliografía se reporta con el siguiente formato (APA 6ª Edición): Primer apellido del autor, Inicial del primer nombre del autor. (Año de publicación). Título de la obra. País de publicación: Editorial. Recuperado el Día de mes de año del sitio web dirección de internet (en caso de que la consulta haya sido en internet)." The value of the activity is 3 points.

d)

The screenshot shows the Edmodo interface for an assignment titled "Cálculo de conductividad térmica - Protocolo". The assignment is due on November 25, 2014. The main content area contains the following text: "Hasta el momento han recabado información y definido una serie de acciones para resolver el problema. Estos productos pueden ser insumo para dos secciones de un proyecto de investigación. La presente actividad tiene como objetivo la obtención de un documento con la estructura de un proyecto (o protocolo) de investigación-experimentación. Para tal efecto: (a) revisa las guías presentadas en los archivos adjuntos (b) Redacta tu proyecto con base en la estructura sugerida en las lecturas y envíalo para revisión." Below the text, there are two attachments: "plan_experimentacion_btc_2014a.docx" (DOCX File) and "guía para la elaboración... educativa_1_11u4a2.pdf" (PDF File). A list of students is visible on the left side of the interface.

e)

The screenshot shows the Edmodo interface for an assignment titled "Conductividad térmica de cerámicas - Implementación del proyecto e informe de resultados". The assignment is due on December 9, 2014. The main content area contains the following text: "Ejecuta el proyecto definido anteriormente. Entrega un informe final en el que además de las secciones presentes en el proyecto incluyas las secciones Análisis de resultados y Conclusiones. Prepara una presentación que será llevada a cabo en el aula a la hora de clase. Toma en consideración las características de los documentos señaladas en la rúbrica correspondiente, pues estas serán tomadas en cuenta para su evaluación." Below the text, there is a link: "Para redactar este informe considera la información contenida en la siguiente liga: <http://www.igeograf.unam.mx/siggg/utlidades/d...>" and one attachment: "rúbricas_reporte_presentación.docx" (DOCX File). A list of students is visible on the left side of the interface.

Figura 4: Capturas de pantalla con la publicación de instrucciones para el desarrollo de productos en la plataforma Edmodo, a) Identificación de necesidades de información, b) Cronograma de trabajo, c) Búsqueda y procesamiento de información, d) Protocolo, e) Implementación e informe final.

A continuación se describen las notas más importantes obtenidas durante el desarrollo de la secuencia:

Fase de información y planificación

04 de noviembre de 2014

Se procedió con la lectura de los recursos *Desarrollo histórico de la teoría del calor* (Greiner, Neise y Stöcker, s. f.), *Una manera simple de determinar la conductividad térmica de los materiales* (Ostachuk, Di Paolo y Orlando, 2000), *Método para la estimación experimental de la conductividad térmica de algunos materiales comunes en Colombia para aplicaciones HVAC/R* (Fonseca, Tibaquirá, 2008), *Calor Latente* (EcuRed, 2014), *Historia de la ciencia: Origen del concepto de calor* (Grupo Lentiscal de didáctica de la física y química, s. f.) relacionados con la conductividad, conceptos de calor y calor latente. Por equipos. Se les sugirió a los alumnos comenzar con los documentos referentes a la historia del concepto. Los alumnos hacían la lectura en silencio, había pocas voces y una que otra risa.

Se les pidió un reporte de lectura al final de la actividad, con siete días para entregarlo. Se les presentó, con ayuda de una pantalla y una computadora portátil, la rúbrica correspondiente a los reportes (ver Anexo VI). Algunos, a partir de la presentación de la rúbrica, pusieron más cuidado en la ortografía. Perdieron la concentración después de la presentación de la rúbrica.

10 de noviembre de 2014

Se solicitó la solución del siguiente problema: *Calcula la cantidad de calor necesaria para fundir 350g de sílice*. Pasado el tiempo destinado a la actividad, una hora, se les presentó la simulación *States of matter* del conjunto de simulaciones *PhET*. Se les explicó qué sucede antes y durante los cambios de fase.

18 de noviembre de 2014

Los alumnos iniciaron con la redacción del protocolo de experimentación. Algunos equipos se notaban estresados. Lo que puede ser un inconveniente para el trabajo. A esta fecha se notaba aun que el proceso de adaptación a este tipo de trabajo ha sido difícil. Muchos de los miembros del grupo abandonaron la clase antes de la hora marcada para su finalización. Los alumnos tienen la

libertad de elegir el lugar en el que desarrollan el trabajo, no necesariamente en el aula, pero dentro de las instalaciones del plantel. Cuando el docente les hacía comentarios en relación a los errores que presentaban, los alumnos se estresaban, creían que por tal motivo reprobarían. Seguían con la idea, equivocada, de que lo más importante son los resultados y no el proceso seguido. Producto tal vez de su falta de experiencia con este tipo de estrategias.

24 de noviembre de 2014

Los estudiantes no tenían idea, aún, de cómo realizar el experimento. Se decidió revisar una propuesta de experimento hecha por Ostachuk, Di Paolo y Orlando (2000) para el cálculo de conductividades térmicas de una manera simple. Al no tener idea, se les explica dicho experimento. Se les dio prórroga para la entrega del protocolo con la condición de que fueran preparando la muestra cerámica.

25 de noviembre de 2014

Los estudiantes comenzaron a trabajar en lo que restaba de sus protocolos. Uno de los equipos muestra sus avances, con pequeñas correcciones continúan con su trabajo. La mayoría de las dudas expresadas rondaban sobre aspectos relacionados con las hipótesis, objetivos y las variables que intervienen en el experimento.

Implementación

03 de diciembre de 2014

Se implementó el experimento para medir la conductividad térmica de muestras cerámicas en el laboratorio de ciencias de la escuela (no exclusivo para física). Fue la primera vez que entraron al laboratorio (aún cuando en programas de cursos de semestres anteriores se marca la visita al laboratorio). Omitieron material de laboratorio que fueron solicitando mientras se desarrollaba el experimento. Notaron que desde la planeación del experimento fueron omitidas algunas mediciones necesarias. Algunas observaciones fueron aprovechadas para explicar el cambio de la fase líquida a la fase gaseosa. Algunos estudiantes tenían dudas relacionadas con el cálculo de áreas, necesario para el cálculo de la conductividad. Otros todavía confundían calor con temperatura. Terminaron la

toma de datos del experimento en 90 minutos aproximadamente. Quedaron pendientes los cálculos.

Evaluación

09 de diciembre de 2015

Para la presentación de resultados, faltó un equipo completo a la clase. El equipo más sobresaliente tuvo las siguientes observaciones durante su presentación: no definieron bien la conductividad, sin embargo se notó algo de comprensión del fenómeno. Confundieron la ecuación adaptada presente en la propuesta de experimento, no identificaban con claridad el sentido físico de los símbolos. No hubo orden aparente en la presentación, no siguieron la estructura del informe. No prepararon una presentación. No explicaron la metodología. No mencionaron el problema, los objetivos, la hipótesis. Tuvieron error en los cálculos. En la figura 5 se recopilan algunas imágenes en que se aprecia el desarrollo experimental diseñado por los estudiantes durante la fase de *Información y planeación* y puesto en marcha en la fase de *implementación*.



Figura 5: Desarrollo del experimento

Resalta que fue la primera vez que se encontraban con esta forma de trabajo y la falta de compromiso de algunos de los estudiantes, inconvenientes que son mencionados por De Miguel (2005). Otra situación digna de mención es el hecho

de que los alumnos no comprenden aún la importancia del proceso dentro del desarrollo de aprendizajes. Hecho que llama la atención puesto que es el tercer ciclo de un bachillerato cuyo modelo está basado en competencias. Algunos de los productos obtenidos son presentados en el Anexo III, una revisión de ellos evidencia tanto el avance como los logros obtenidos durante el desarrollo del proyecto. Dicho anexo se compone por tres protocolos de tres equipos diferentes seguidos de tres informes finales de los mismos equipos.

Así, al comparar los protocolos contra los informes finales y las correspondientes rúbricas (ver Anexo VI) se tiene que:

- No hay análisis, interpretación de los resultados de los cálculos, incluso en algunos los cálculos son erróneos.
- Las conclusiones siguen en el nivel superficial de los fenómenos, tal vez derivado de la falta de interpretación de resultados.
- Se respeta la estructura general de protocolos e informes.
- La información es acorde al tema tratado
- El lenguaje utilizado en las pocas explicaciones que hacen de los fenómenos es limitado

Con la finalidad de recoger algunas de sus impresiones acerca de la actividad cerámica, antes de entrar al bachillerato y después de llevar el curso, se aplicó una encuesta por medio de *Google docs* (ver Anexo IV). Los resultados arrojan que si bien ingresaron al bachillerato por el gusto hacia la cerámica, consideraban que esta se limitaba a la elaboración de productos utilitarios y que no necesitaba de conocimientos de física o química. Lo anterior, en principio, evidencia una concepción minimalista de la cerámica y en segundo lugar un desconocimiento de las finalidades del bachillerato, sin embargo será necesario hacer análisis de discurso de las entrevistas para obtener mejores conclusiones, pero esto escapa a los objetivos del presente trabajo. Esta situación puede influir

en la motivación que se tenga hacia los módulos de aprendizaje relacionados con ciencias dentro del BTC.

4.3 Curvas IRC y Análisis de concentración

Las curvas IRC sirven para conocer la efectividad de los ítems, comprenden, además del porcentaje de personas que eligen una sola opción, curvas para cada una de las opciones. Lo anterior se hace para cada uno de los ítems. Por su parte, el análisis de concentración nos ayuda a identificar los modelos más populares representados en las opciones de cada ítem. Esto se fue aplicado al test diseñado que se presenta en el Anexo II.

Aunque el número de alumnos inscritos en el curso fue mayor, los que contestaron a ambos test fueron solamente 31, por lo que este es el número de estudiantes que se considera para el análisis. La elaboración de los gráficos *Item Response Curves* (IRC) considera el porcentaje de alumnos que elige una opción determinada por cada ítem, lo que se puede utilizar para conocer la efectividad de la pregunta.

Curvas IRC

Una semana posterior a la instrucción, esto incluye el diseño e implementación del experimento, fue aplicado nuevamente el test diseñado, los datos correspondientes a las opciones de respuesta fueron utilizados para elaborar los gráficos IRC, uno por cada pregunta. Para tal efecto, los niveles correspondientes a la variable independiente del gráfico fueron determinados por la cantidad de respuestas correctas en la prueba. Debido a que, de los 31 estudiantes que presentaron ambos test, el de menor calificación contestó cuatro ítems correctamente y el de mayor calificación contestó 15 de los treinta³ que conforman el test, hay un total de 12 calificaciones posibles (4 a 15), por lo que se determinó formar cuatro niveles con tres calificaciones cada uno; [4, 6], [7, 9], [10, 12] y [13, 15].

³ Inicialmente, puesto que, como se verá más adelante, el test quedó con 25 ítems a partir de los resultados de las curvas IRC y el análisis de concentración.

La distribución de alumnos por nivel son los siguientes:

| Tabla 8: Distribución de alumnos por nivel. | | |
|---|------------|------------|
| Nivel | Frecuencia | Porcentaje |
| [4, 6] | 5 | 16.13 |
| [7, 9] | 9 | 29.03 |
| [10, 12] | 9 | 29.03 |
| [13, 15] | 8 | 25.81 |

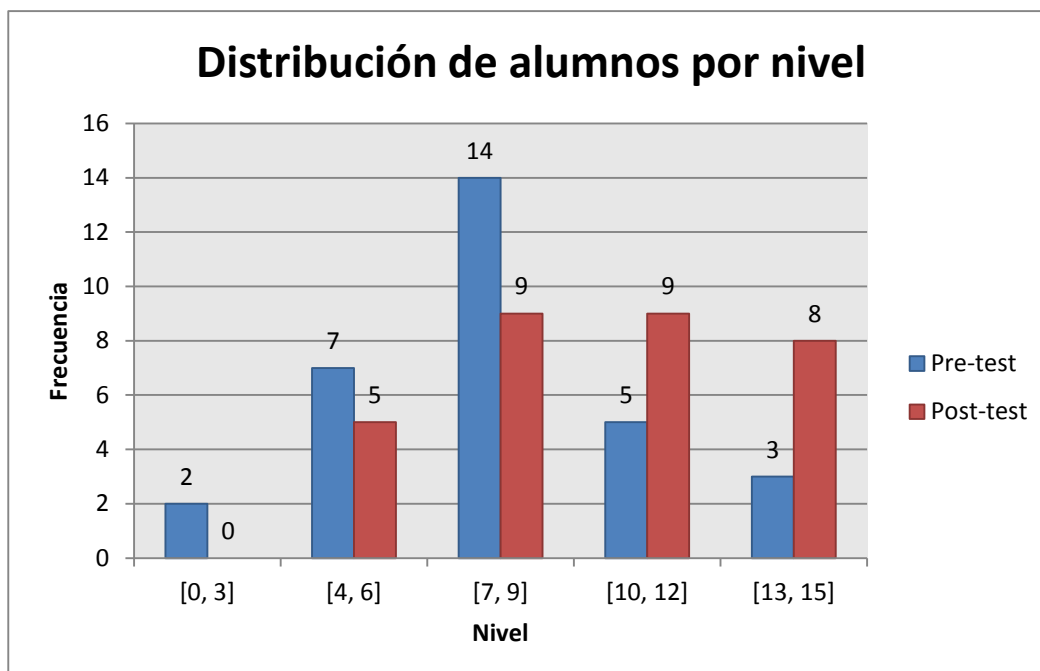


Figura 6: Comparación del número de respuestas por nivel entre el pre-test y el post-test.

Como se puede observar en la figura 6, hubo una disminución del número de alumnos dentro de las calificaciones más bajas y el consecuente aumento en los niveles más altos. Es importante resaltar que ningún estudiante contestó correctamente más de la mitad de las preguntas. Sin embargo, es evidente que la instrucción tuvo una influencia positiva en el aprendizaje.

Para el trazado de las curvas correspondientes al presente estudio, por cada ítem, el eje x corresponde a los niveles logrados en la prueba y el eje y corresponde al porcentaje de estudiantes contenido en cada nivel.

A continuación se presenta un análisis de las gráficas correspondientes a los ítems:

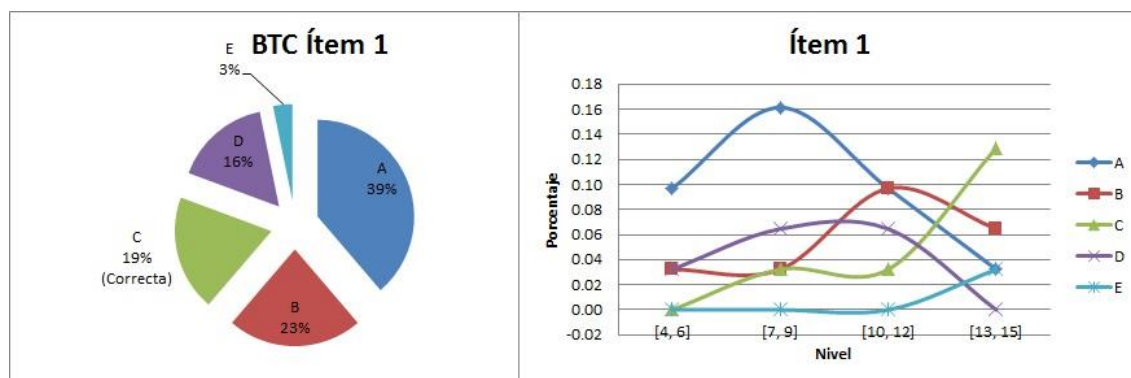


Figura 7: Gráfico IRC y distribución de respuestas para el ítem 1

En la gráfica anterior se puede observar que un 19% de los estudiantes eligió la opción correcta (C) lo que implica que es una respuesta muy difícil para el grupo. La curvatura de ésta, indica que es una opción que discrimina entre los alumnos de mayor calificación y los de menor. Además, es notorio que existe correlación entre el nivel y la puntuación obtenida en la prueba. Al centrar el análisis en los distractores se nota que la curva correspondiente a la opción más popular (A) muestra que también discrimina, el mismo caso de las opciones B y D. En el caso de la opción E, es notorio, por la leve curvatura, que no es una opción discriminante, sin embargo tiene una incidencia muy pequeña (3%). Lo anterior hace evidente que el ítem en cuestión es eficiente en cuanto a la medición del aprendizaje del concepto relacionado con la energía térmica de una sustancia.

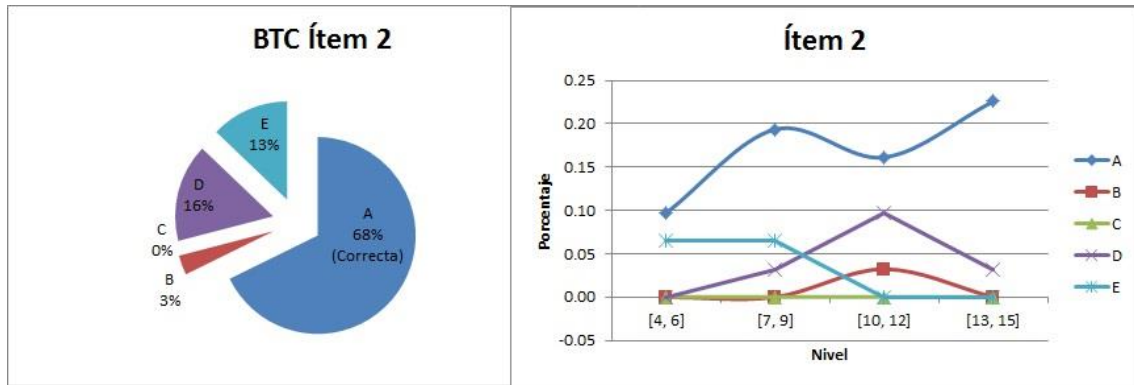


Figura 8: Gráfico IRC y distribución de respuestas para el ítem 2

En la figura 8 es posible apreciar que el ítem 2 tiene dificultad media debido a que el 68% de los estudiantes eligieron la opción correcta (A). La curva correspondiente muestra que, aunque hay correlación y discriminación moderadas, el desplazamiento hacia arriba de la curva confirma la dificultad del ítem. En relación con las opciones restantes, se tiene que D y E muestran leve discriminación y débil correlación. En cambio, las opciones B y E no discriminan, y en el caso de la primera el porcentaje es muy bajo, 3%. La combinación de estas características hace de éste ítem moderadamente eficiente.

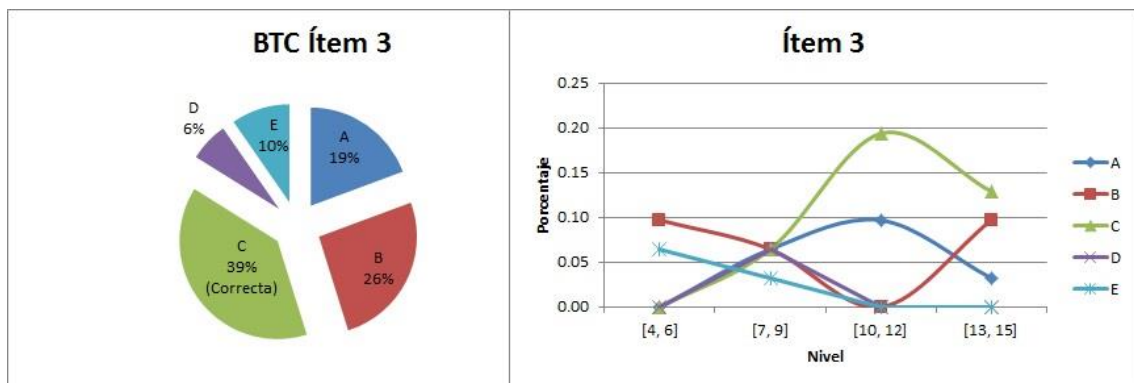


Figura 9: Gráfico IRC y distribución de respuestas para el ítem 3

El 39% de respuestas al elegir la opción C (correcta) mostrado en la figura anterior dan cuenta de que la dificultad del ítem 3 es medianamente difícil. Al observar la curva correspondiente se aprecia que hay correlación entre los niveles y el porcentaje de estudiantes que eligen esa respuesta, por lo que hay discriminación. La opción más popular coincide con la opción correcta (C), seguida por las opciones B y A con 26% y 19% respectivamente; en este caso,

las curvas correspondientes indican una leve discriminación. Las opciones D y E, las menos populares, presentan discriminación, pero en mucho menor grado. El ítem en cuestión, como se aprecia, se puede considerar que es moderadamente eficiente.

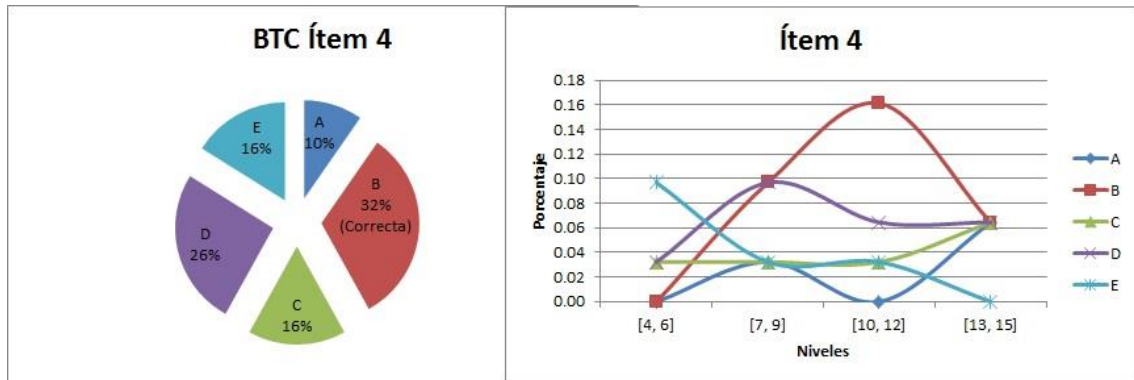


Figura 10: Gráfico IRC y distribución de respuestas para el ítem 4

El ítem 4 tiene una dificultad media, con base en el 32% de estudiantes que eligieron la opción B (correcta), la curvatura de la línea correspondiente a dicha opción indica que hay discriminación, sin embargo, el cambio de pendiente después del penúltimo nivel indica que no es una opción popular entre los estudiantes en el mayor nivel. La opción más popular coincide con la opción correcta, separada solo seis puntos de la opción D, con 26%, que en este caso no presenta discriminación. De las opciones restantes, la E, con un 16% de elecciones, presenta discriminación mientras que las opciones A y C, con 10% y 16% respectivamente, no lo hacen. Se puede decir que el ítem 4 es moderadamente eficiente con tendencia a ser baja.

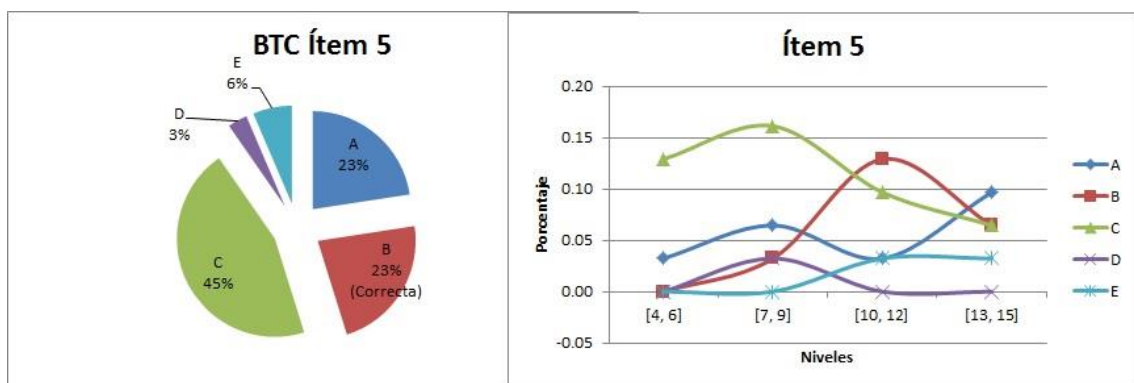


Figura 11: Gráfico IRC y distribución de respuestas para el ítem 5

El 23% de estudiantes que eligieron la opción correcta (B) indica que el ítem 5 es muy difícil, por otro lado, la pendiente de la curva correspondiente indica una moderada discriminación. En cuanto a la respuesta más popular, se tiene la opción C con un 45%, cuya curva indica una baja discriminación. Las opciones restantes A (23%), D (3%) y E (6%) también tienen baja discriminación. Éste ítem cuenta con una moderada eficiencia.

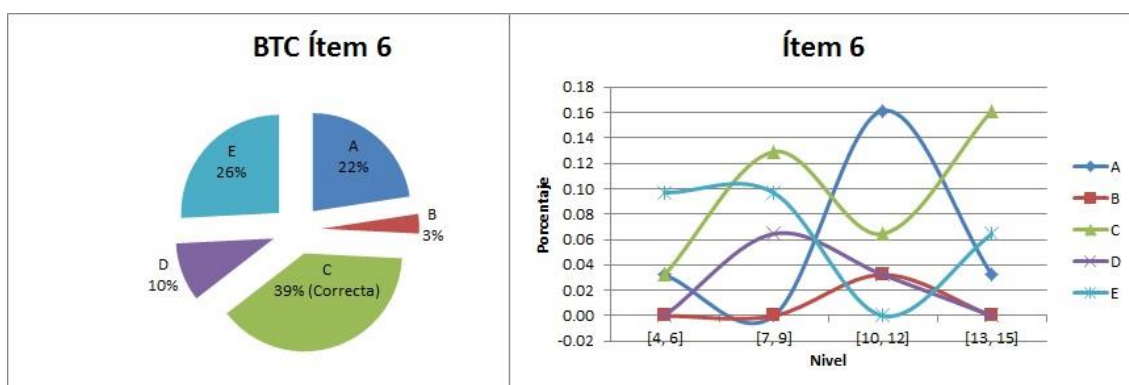


Figura 12: Gráfico IRC y distribución de respuestas para el ítem 6

El 39% en la elección de la opción correcta (C) en el ítem 6 indica que tiene dificultad medianamente difícil. La curva correspondiente indica una moderada discriminación. La opción más popular coincide con la correcta, seguida de las opciones A (22%) y E (26%) cuyas curvas indican moderada discriminación en el caso de ambas. Por su parte, las opciones B y D, con 3% y 10% respectivamente, no presentan discriminación. Lo anterior hace del ítem moderadamente eficiente.

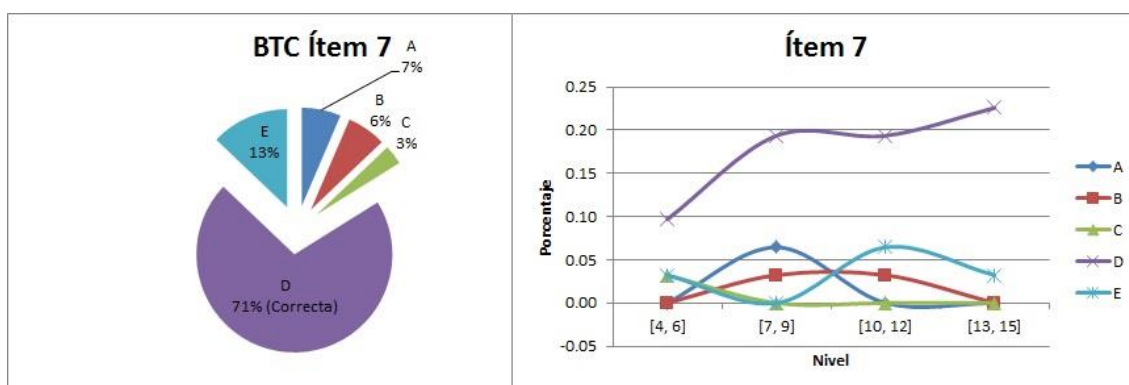


Figura 13: Gráfico IRC y distribución de respuestas para el ítem 7

Como se hace evidente con la figura anterior, el ítem en cuestión es medianamente fácil con un 71% de elección en la opción correcta (D), lo que la hace la más popular. La curva indica una discriminación moderada. Condición con la que no cumplen las opciones restantes cuya pendiente indica que no hay distinción en cuanto al nivel que elige cualquiera de ellas. Por lo anterior, se determina que el ítem 7 es moderadamente eficiente.

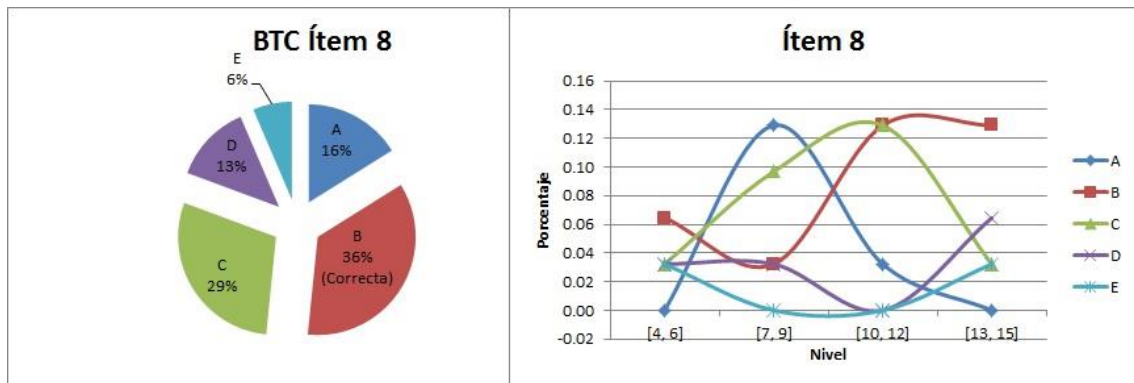


Figura 14: Gráfico IRC y distribución de respuestas para el ítem 8

En la figura anterior, se muestra que el 36% en la opción correcta (B) deja al ítem como medianamente difícil. La pendiente de la curva correspondiente, a partir del punto de inflexión en el segundo nivel ([7, 9]) indica que es una opción que discrimina. Respecto a la opción más popular se tiene la opción B seguida por la opción C (con un 29%). La gráfica correspondiente a esta última evidencia una moderada discriminación. En el caso de las opciones A, D y E, con 16%, 13% y 6% respectivamente, se puede observar que hay discriminación en la primera, pero no en las opciones restantes. Lo anterior hace de éste un ítem eficiente.

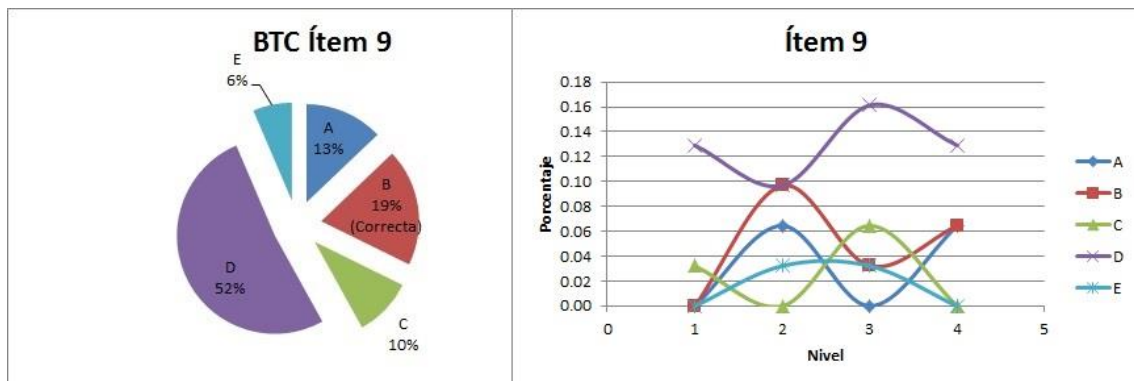


Figura 15: Gráfico IRC y distribución de respuestas para el ítem 9

Con respecto al ítem 9, la oscilación de la curva correspondiente a la opción B (correcta) es indicativa de que ésta no discrimina, debido a que lo hace dentro de un rango reducido. Con una incidencia del 19% de respuestas correctas se puede considerar como un ítem muy difícil. En el caso de la respuesta más popular, la marcada con D, se tiene un caso similar con el 52% de las respuestas. En el caso de los distractores restantes, se tiene que no son discriminantes. Por lo que es un ítem considerado como de baja eficiencia.

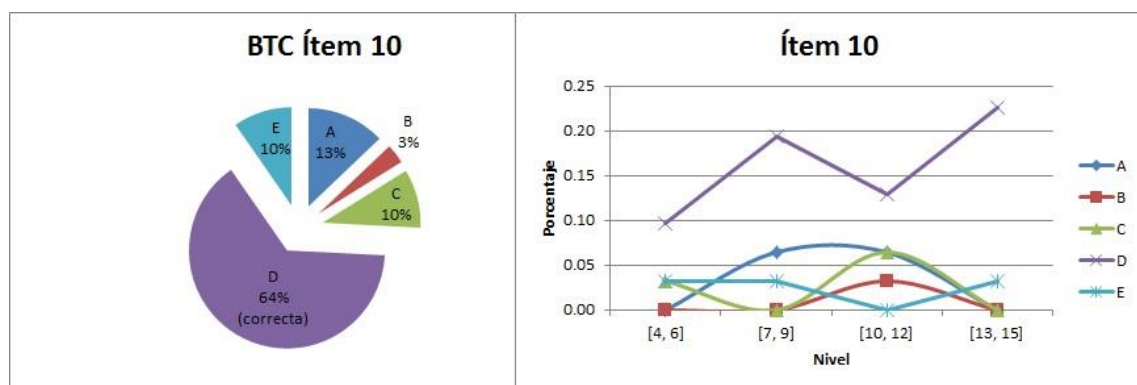


Figura 16: Gráfico IRC y distribución de respuestas para el ítem 10

El ítem 10 presenta una dificultad media debido al 64% de estudiantes que eligieron la opción correcta (D). Respecto a la curva, presenta una discriminación moderada. Las opciones restantes no presentan discriminación. El ítem en cuestión es moderadamente eficiente.

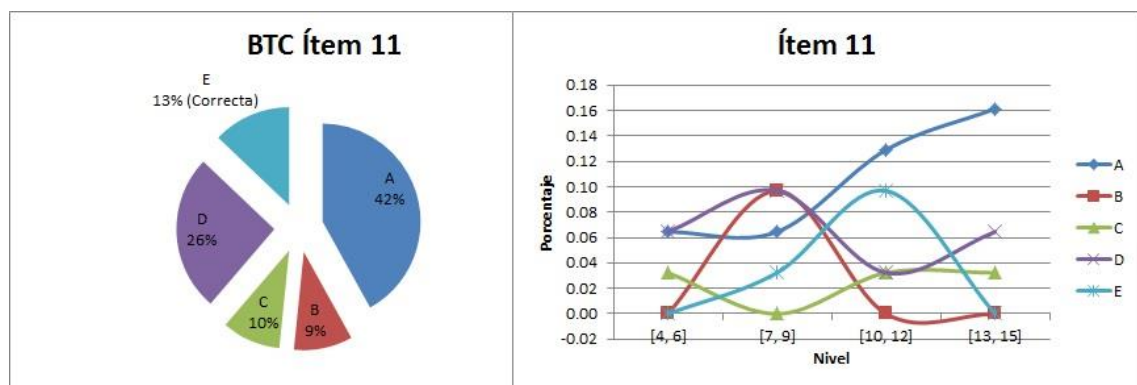


Figura 17: Gráfico IRC y distribución de respuestas para el ítem 11

El bajo porcentaje de elección de la opción correcta (E) para el ítem 11, 13%, lo ubica como una cuestión muy difícil. La curvatura de la gráfica asociada a éste indica una baja discriminación. La opción más popular es la A con un 42%, cuya curva indica una correlación entre el nivel y el porcentaje de alumnos que la eligen, cabe mencionar que la opción en cuestión se relaciona con el modelo que confunde el calor con la temperatura. Las opciones restantes no presentan discriminación importante. Aunque es un ítem difícil, es eficiente para la identificación del modelo antes mencionado.

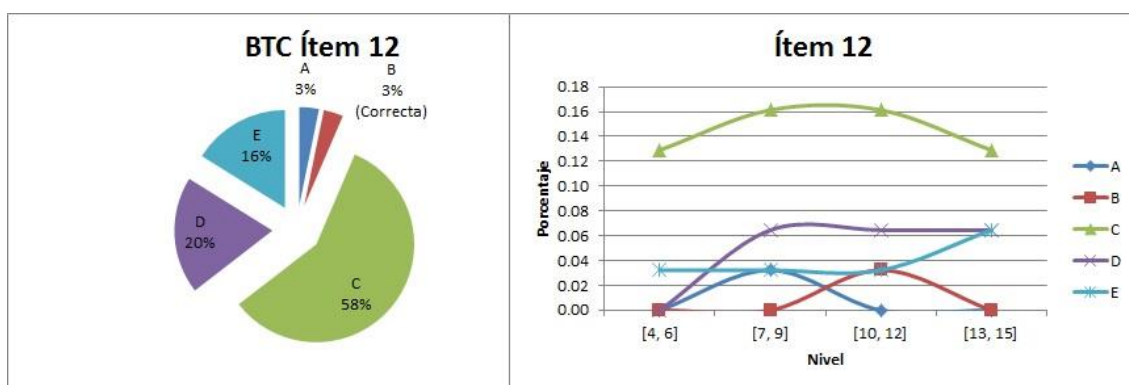


Figura 18: Gráfico IRC y distribución de respuestas para el ítem 12

La gráfica muestra que el ítem 12 puede ser clasificado como muy difícil, puesto que sólo el 3% de los estudiantes eligió la opción B (correcta). La curva correspondiente no presenta discriminación. La opción más popular, la (C), relacionada con un modelo en el que se confunde calor con temperatura tiene un 58% de elección, sin embargo su curva no presenta discriminación. Las opciones restantes no representan discriminación. Se puede considerar este ítem como de baja eficiencia.

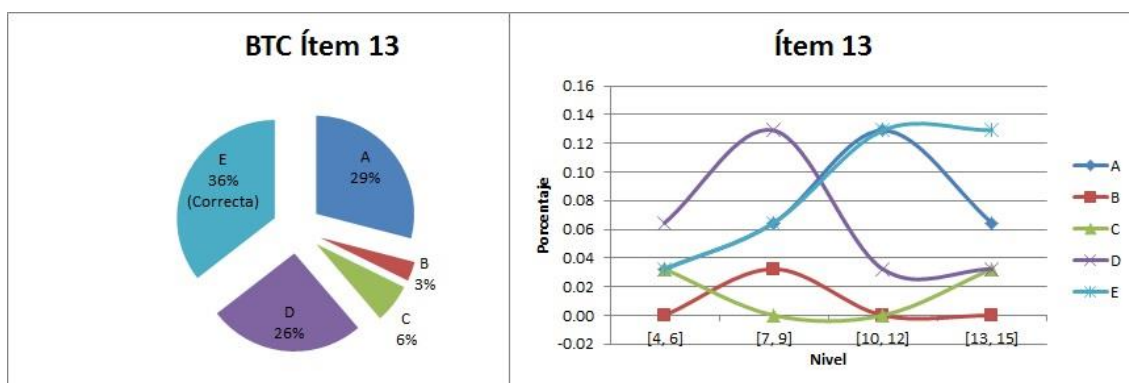


Figura 19: Gráfico IRC y distribución de respuestas para el ítem 13

En la figura anterior se puede apreciar que el porcentaje de alumnos que eligió la opción correcta (E) fue de 36%, lo que hace al ítem moderadamente difícil. Respecto a las respuestas populares, se tienen dos, la opción A y la opción D con 29% y 26% respectivamente. La curvatura de la opción E indica que ésta discrimina y además que hay una correlación entre el nivel y el porcentaje de alumnos que la eligen. En cuanto a las opciones A y D, se puede apreciar que hay discriminación y una leve correlación. Las opciones B y C tienen baja discriminación y bajo índice de elección entre los alumnos. Lo anterior indica que el ítem es eficiente para la evaluación del tema de transferencia de energía.

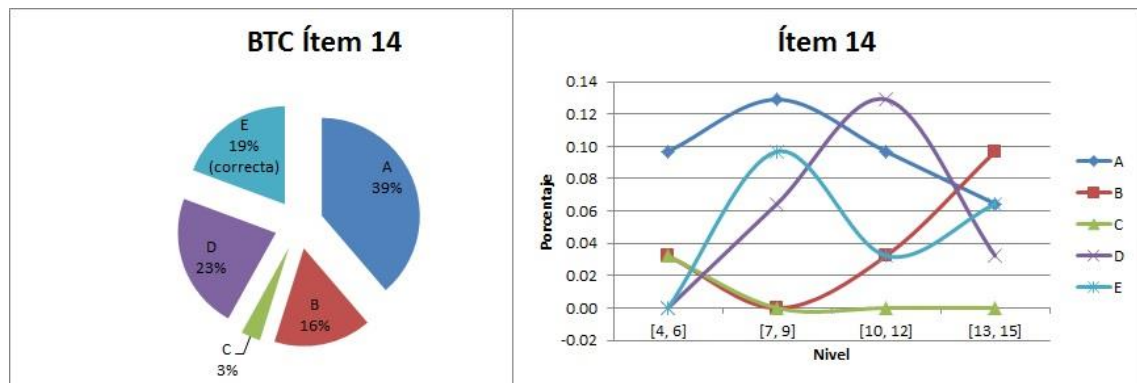


Figura 20: Gráfico IRC y distribución de respuestas para el ítem 14

La opción correcta (E), como se aprecia en la figura anterior, representa el 19% sobre las otras opciones, lo que hace al ítem 14 muy difícil. Sin embargo, se aprecia una moderada discriminación en la curva correspondiente. Con relación a la opción A⁴, la más popular con un 39%, la curva sugiere una moderada discriminación. El bajo porcentaje de la opción C, una opción fuera de contexto, sugiere que el ítem no fue respondido al azar. En relación con las restantes opciones, B, D con 16% y 23% respectivamente, ambas presentan discriminación, cabe señalar que estas dos opciones presentan conocimiento parcialmente correcto al hablar del fenómeno de la dilatación térmica. El ítem es moderadamente eficiente.

⁴ Relacionada con una concepción superficial del fenómeno físico.

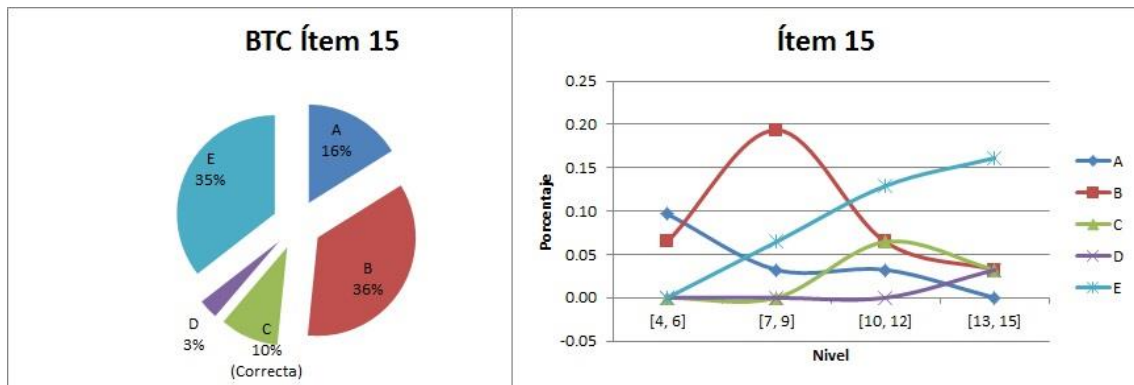


Figura 21: Gráfico IRC y distribución de respuestas para el ítem 15

La gráfica para el ítem 15 indica que es una cuestión de alta dificultad, pues solo el 10% eligieron la opción correcta (C). Respecto a la discriminación, la curva correspondiente muestra una ligera correlación entre los niveles altos y el porcentaje de estudiantes que eligen dicha opción. Las opciones más populares son la B con 36% y la E con 35%, y las curvas que la representa muestra moderada discriminación en el caso de la primera y baja en el caso de la segunda. El caso de la opción A muestra que es discriminante. La opción D es la menos elegida y no muestra discriminación. El ítem es moderadamente eficiente.

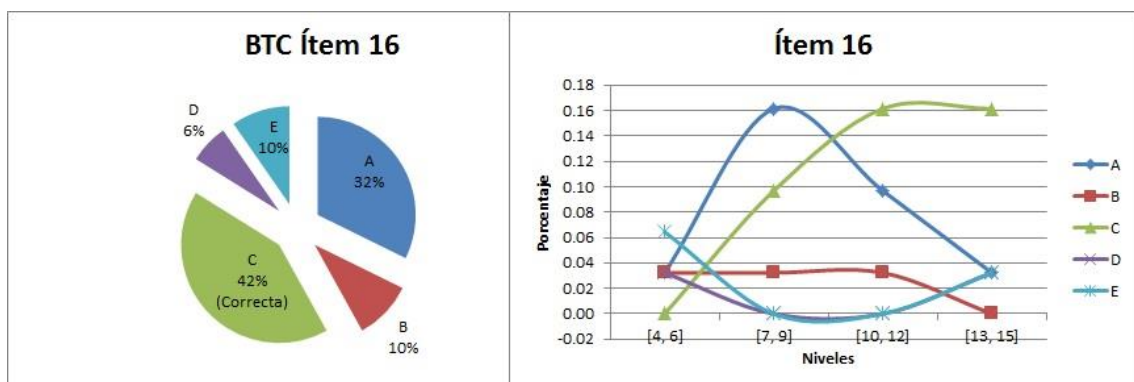


Figura 22: Gráfico IRC y distribución de respuestas para el ítem 16

En el ítem 16, como se aprecia en la figura 22, coincide la opción más popular (42%) con la correcta (C), lo que lo hace moderadamente difícil, además, la curva muestra que éste discrimina. Con relación a los distractores, la opción A, con 32% de elección, muestra una moderada discriminación. En cambio, las

opciones restantes, B, D y E, no presentan discriminación. Lo anterior lo hace un ítem moderadamente eficiente.

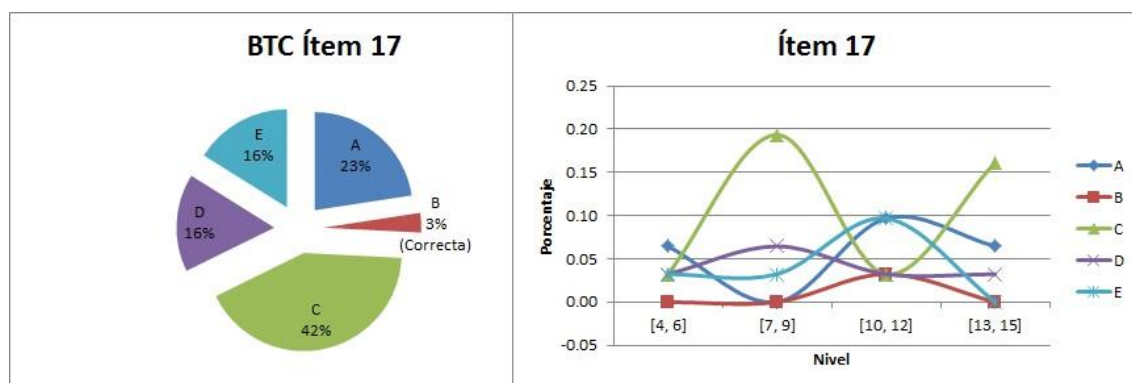


Figura 23: Gráfico IRC y distribución de respuestas para el ítem 17

Los gráficos para el ítem 17 muestran que éste tiene una dificultad alta, debido a que la respuesta correcta (opción B) fue elegida por un 3% de los estudiantes. La curva correspondiente a la opción mencionada muestra baja discriminación. Se puede apreciar que no hay una respuesta significativamente predominante en el caso de los distractores A, D y E, a excepción de la opción C que fue elegida por el 42% de los estudiantes. Las curvas correspondientes muestran una discriminación y correlación bajas. Éstas características, en conjunto, hacen que el ítem tenga una eficiencia baja para identificar el dominio del tema de energía térmica.

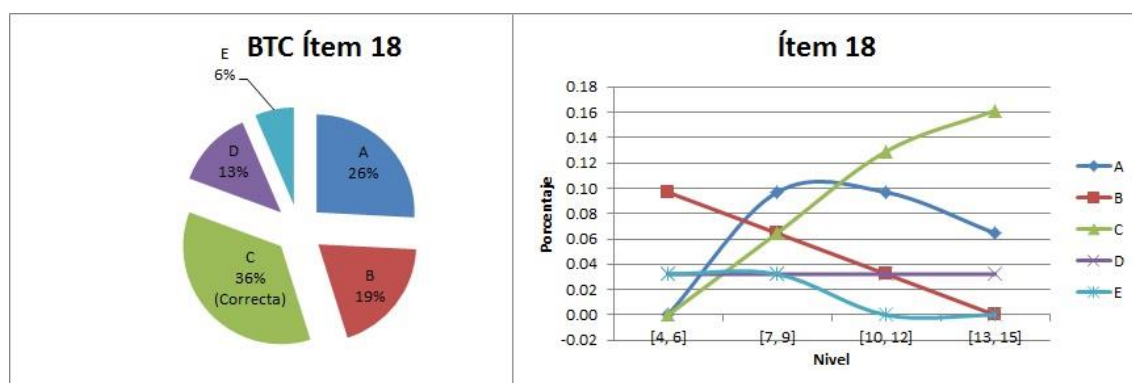


Figura 24: Gráfico IRC y distribución de respuestas para el ítem 18

La opción correcta (C) muestra una discriminación moderada como lo muestra la figura anterior, además, el 36% de elección evidencia que el 18 es un ítem

medianamente difícil. La opción más popular, con un 36%, coincide con la opción correcta. A ésta, le sigue la opción A con un 26% y cuya gráfica muestra una leve discriminación. Para la opción B, con 19%, aunque existe correlación entre el nivel y el porcentaje, la falta de curvatura demuestra la moderada discriminación. Las opciones D y E, con 6% y 13% respectivamente, no muestran discriminación significativa. El ítem en cuestión es considerado moderadamente eficiente para la identificación del dominio del concepto de transferencia de energía.

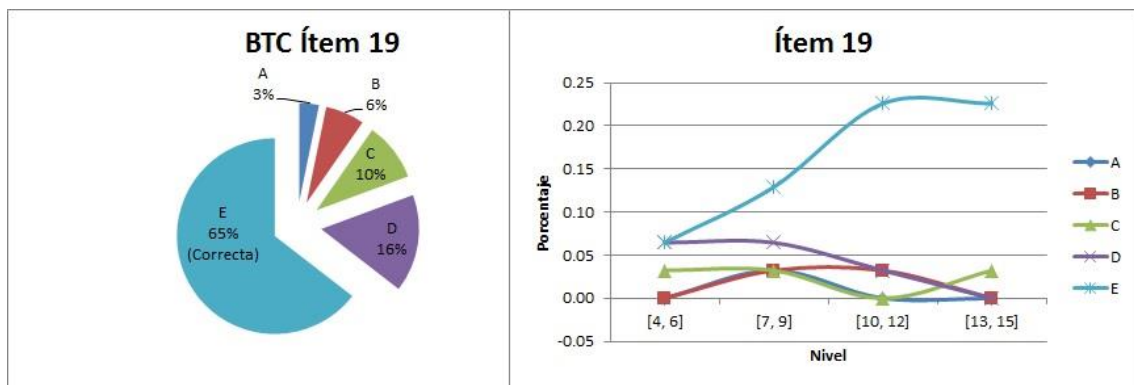


Figura 25: Gráfico IRC y distribución de respuestas para el ítem 19

El ítem 19 es de dificultad media debido al 65% de elección de la opción correcta (E) que muestra el gráfico, lo que además la hace la opción más popular. En relación con su discriminación, se puede observar que discrimina entre los estudiantes de mayor nivel y los de menor. Las opciones restantes presentan una baja discriminación. En conjunto, las características señaladas hacen de éste un ítem moderadamente eficiente.

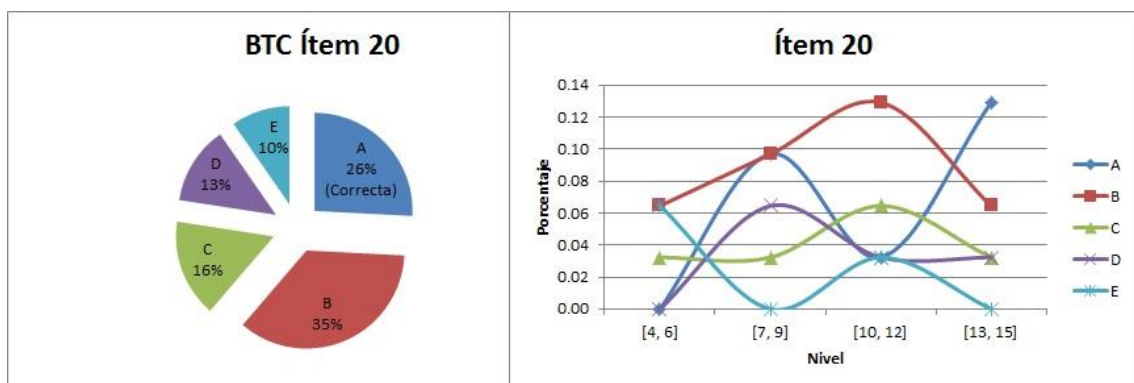


Figura 26: Gráfico IRC y distribución de respuestas para el ítem 20

Las gráficas correspondientes a las opciones para el ítem 20, en la figura 26, muestran que la opción A (correcta) fue elegida por el 26% de los estudiantes, lo que lo hace un ítem de dificultad alta. La curva que representa a dicha opción muestra discriminación. En cuanto a la opción más popular, la B con 35%, se tiene que, presenta baja discriminación. De las opciones restantes, la E muestra mayor discriminación, sin embargo sigue siendo baja. Lo antes mencionado hace del 20 un ítem moderadamente eficiente.

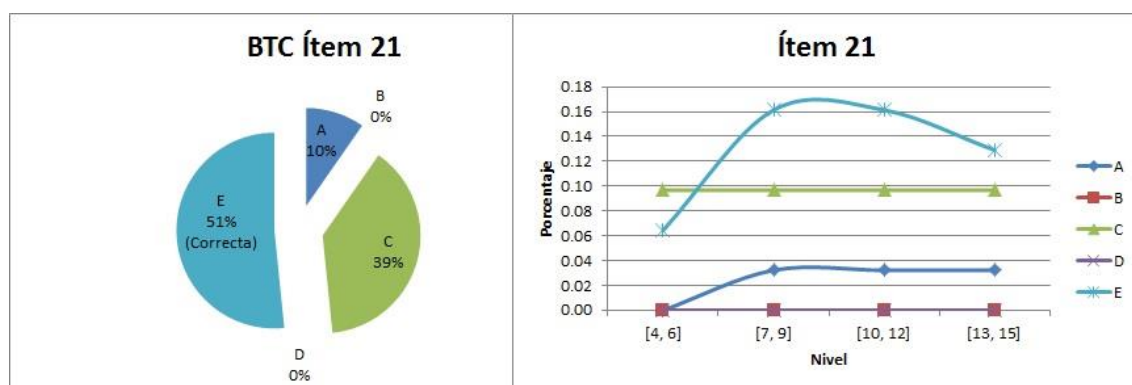


Figura 27: Gráfico IRC y distribución de respuestas para el ítem 21

El ítem 21 tiene una dificultad media con una discriminación, en la opción correcta E, moderada. Después de la opción E, con 51%, se tiene la C con 39% cuya gráfica es una recta paralela al eje x, lo que significa que no hay correlación entre nivel y porcentaje. La opción A presenta baja discriminación y las opciones restantes no figuran como opción de respuesta para los estudiantes. Por lo anterior, el ítem 21 es considerado moderadamente eficiente, pues dos de las opciones elegidas involucran algún tipo de cambio en las dimensiones del objeto.

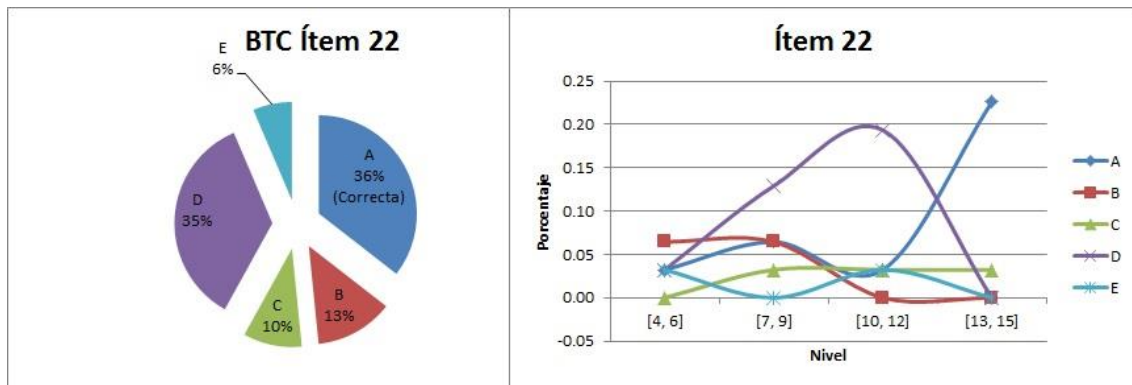


Figura 28: Gráfico IRC y distribución de respuestas para el ítem 22

La gráfica muestra que las opciones A y D tienen prácticamente el mismo porcentaje de elecciones (36% y 35% respectivamente), con una curva para la opción A que denota discriminación y para la D una discriminación moderada. Las opciones restantes, además de representar poco porcentaje de elección no muestran discriminación. Se trata de un ítem medianamente difícil y eficiente para identificar el aprendizaje de la transferencia de energía.

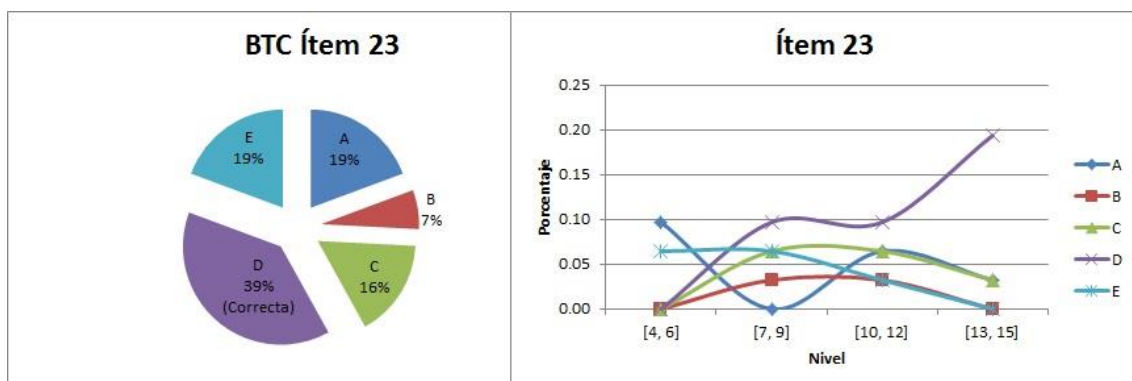


Figura 29: Gráfico IRC y distribución de respuestas para el ítem 23

La opción más popular, en relación al ítem 23, coincide con la opción correcta (D) con un 39%, esto la hace medianamente difícil. La curva correspondiente a esta opción muestra que dicha opción discrimina. Las opciones A y E, con 19% cada una, muestran una ligera discriminación, característica más evidente en la gráfica de la opción E. Las opciones restantes, B y C no representan discriminación. Por lo anterior se considera al ítem 23 como eficiente.

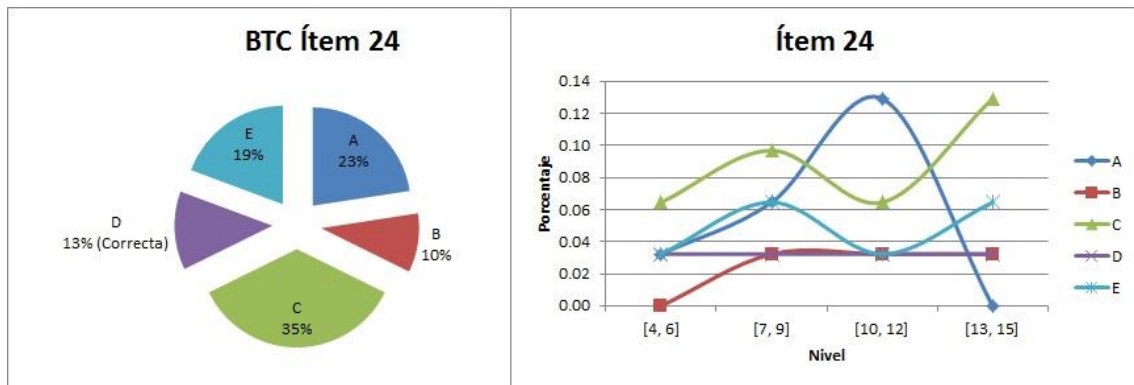


Figura 30: Gráfico IRC y distribución de respuestas para el ítem 24

En el caso del gráfico correspondiente al ítem 24 se puede apreciar que su dificultad es alta debido a que sólo el 13% elige la opción correcta (D). En cuanto a la discriminación, al ser la gráfica que lo representa un segmento de recta paralela al eje x, sugiere que fue elegida al azar, no hay discriminación. En referencia a las opciones restantes no hay una significativamente popular y la discriminación es baja o nula en el caso de la opción B. Así se determina que el ítem, relacionado con equilibrio térmico, es deficiente.

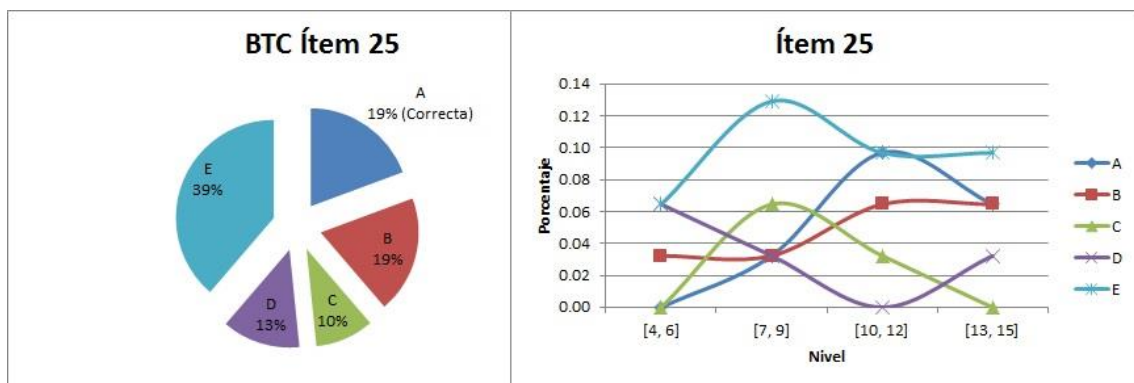


Figura 31: Gráfico IRC y distribución de respuestas para el ítem 25

El ítem 25 es de dificultad alta ya que el 19% de los estudiantes eligió la opción correcta (A). La curvatura de la gráfica correspondiente a dicha opción muestra una discriminación moderada. La opción más popular es la E con un 39% y cuya gráfica presenta una baja discriminación. De las opciones restantes, la D, con 13%, representa una mayor discriminación en comparación con la B y la C. Se considera moderadamente eficiente al ítem en cuestión.

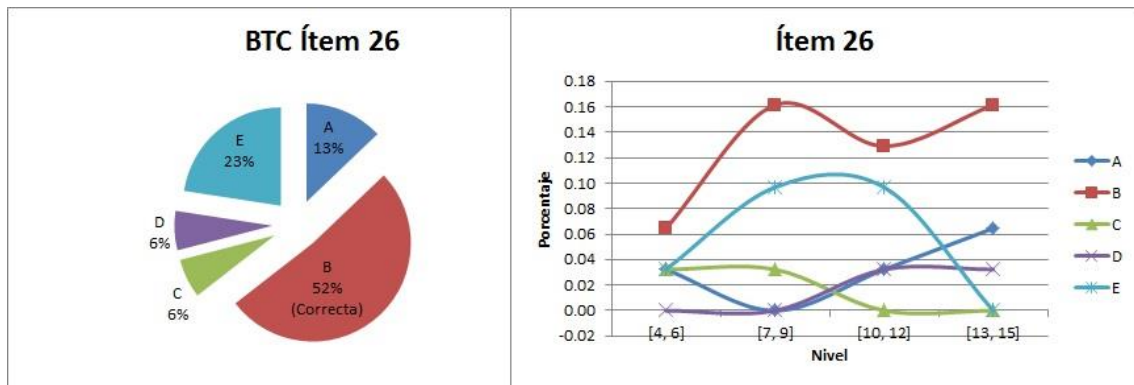


Figura 32: Gráfico IRC y distribución de respuestas para el ítem 26

La figura correspondiente al ítem 26 muestra, en primer lugar, que la dificultad es media, debido al 52% de estudiantes que eligieron la opción B (correcta). La pendiente de la curva correspondiente a esa opción indica una discriminación moderada. La opción más popular coincide con la opción correcta. La curva correspondiente a la opción C, indica que hay una leve discriminación. Las opciones restantes no presentan discriminación significativa. El ítem en cuestión es moderadamente eficiente.

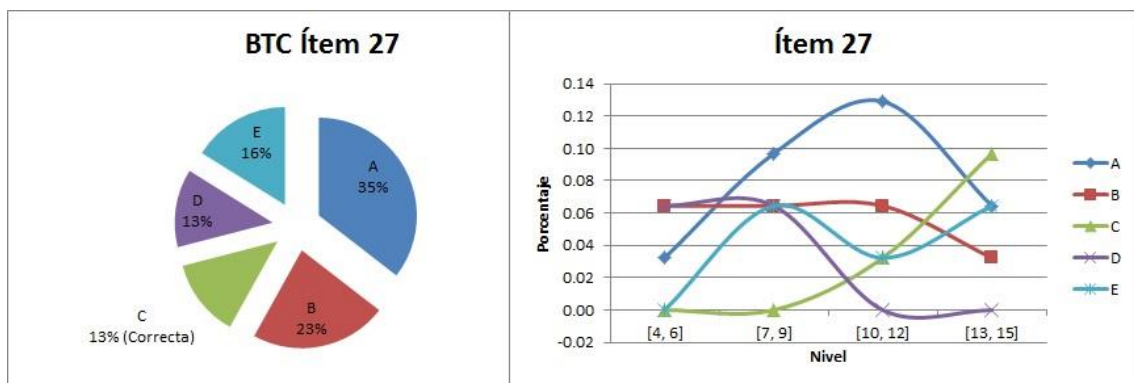


Figura 33: Gráfico IRC y distribución de respuestas para el ítem 27

El ítem 27 es considerado como de alta dificultad debido a que sólo 13% de los estudiantes eligieron la opción correcta (C), la figura 33 muestra que la gráfica correspondiente a dicha opción indica una leve discriminación. La opción más popular es la A con un 35%, cuya gráfica muestra moderada discriminación. La gráfica correspondiente a la opción D indica buena discriminación. En el caso de la B y E hay moderada discriminación. Se trata de un ítem de moderada eficiencia.

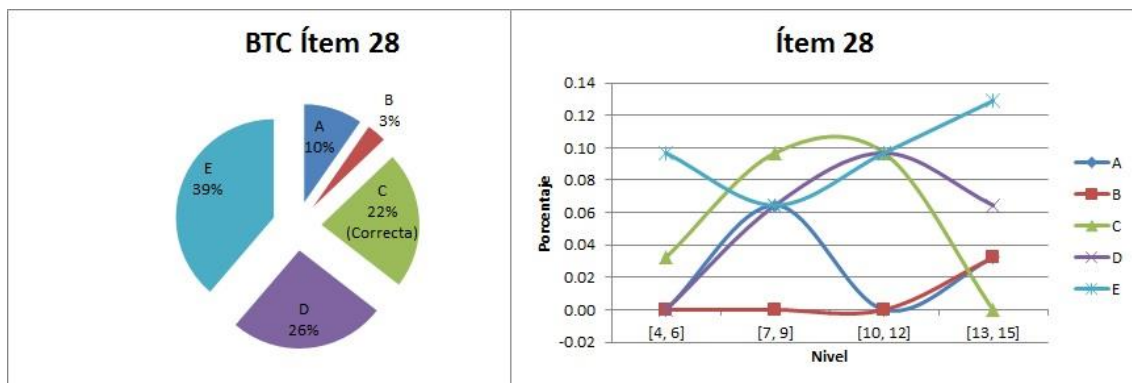


Figura 34: Gráfico IRC y distribución de respuestas para el ítem 28

En relación al ítem 28, la figura anterior muestra que con un 22% de elección a la opción correcta, es de alta dificultad. La curva correspondiente no muestra discriminación. La respuesta más popular es la E con un 39%, cuya curva muestra leve discriminación. Las opciones B y A no discriminan. La opción D discrimina pero se advierte correlación positiva entre el nivel y el porcentaje de elección. El ítem en cuestión es deficiente.

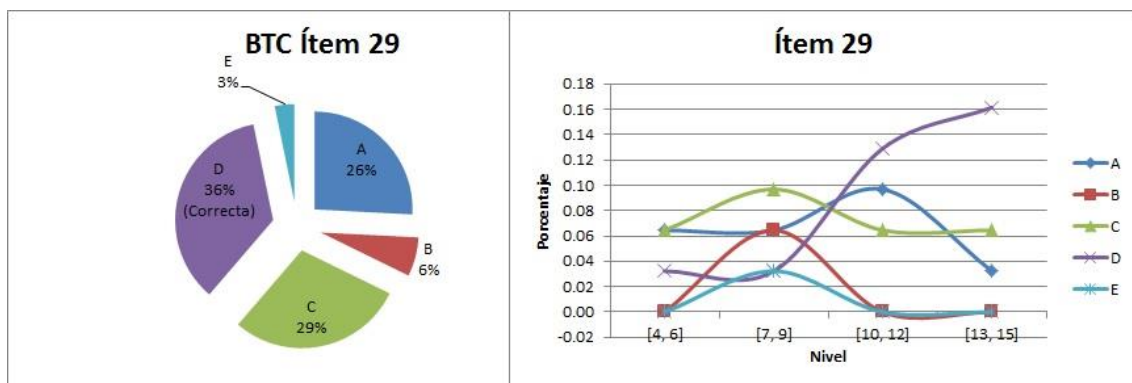


Figura 35: Gráfico IRC y distribución de respuestas para el ítem 29

El 36% indica que la dificultad del ítem 29 es medianamente difícil, la curva correspondiente indica que hay correlación y discriminación altas. Después de la opción correcta (D), las opciones A y C son las más populares con un 26% y 29% respectivamente y cuyas curvas indican que tienen una discriminación moderada a baja. Las opciones B y E con 6% y 3% respectivamente no presentan discriminación. En este sentido se puede decir que el ítem 29, relacionado con la transferencia de energía, es eficiente.

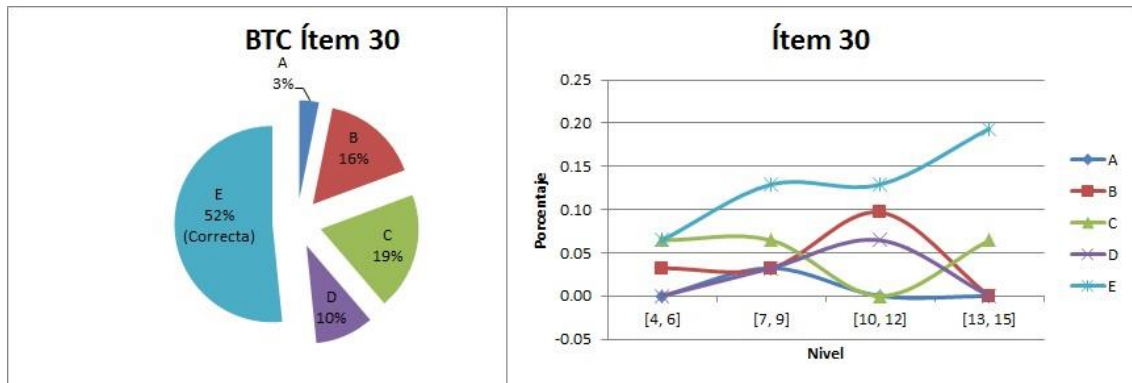


Figura 36: Gráfico IRC y distribución de respuestas para el ítem 30

Con base en la figura 36, se puede notar que la dificultad del ítem 30 es media. La opción más popular coincide con la opción correcta (E). La curva correspondiente muestra una discriminación moderada. Las opciones restantes muestran una discriminación baja. El ítem en cuestión es moderadamente eficiente.

Las tablas 9 y 10 resumen la eficiencia y dificultad de los ítems respectivamente.

| Tabla 9: Ítems agrupados según su eficiencia | |
|--|--|
| Eficiencia | Ítem |
| Deficiente | 9, 12, 17, 24, 28 |
| Moderadamente eficiente | 2, 3, 4, 5, 6, 7, 10, 14, 15, 16, 18, 19, 20, 21, 25, 26, 27, 30 |
| Eficiente | 1, 8, 11, 13, 22, 23, 29 |

En la tabla 9 se puede observar que hay cinco ítems deficientes (9, 12, 17, 24 y 28), lo cual sugiere que sean eliminados o rediseñados. Al eliminar dichos ítems el nivel de eficiencia del test es moderado.

| Tabla 10: Ítems agrupados según su dificultad | |
|---|------|
| Dificultad | Ítem |

| | |
|----------------------|--|
| Muy difícil | 1, 5, 9 , 11, 12 , 14, 15, 20, 24 , 25, 27, 28 |
| Medianamente difícil | 3, 4, 6, 8, 13, 16, 17 , 18, 22, 23, 29 |
| Media | 2, 10, 19, 21, 26, 30 |
| Medianamente fácil | 7 |
| Fácil | - |

Por su parte, la tabla 10 muestra la distribución de ítems según su dificultad, los números resaltados representan a los eliminados del cuestionario. Como se puede observar, no hay ítems fáciles. Por lo que la dificultad del cuestionario es medianamente difícil.

Análisis de concentración

El test diseñado se aplicó después de la instrucción, a partir de ello se contó con la información necesaria para realizar el análisis de concentración. La tabla 11 muestra los datos obtenidos de la aplicación del pre y del post-test junto con las codificaciones. Las preguntas 9, 12, 17, 24 y 28, sombreadas en gris (en negritas en la tabla 12) son las preguntas que se eliminaron con base en los resultados del análisis de los gráficos de IRC.

Tabla 11: Comparación Puntuación (*S*)-Concentración (*C*) en el Pre y Post-test. Los colores de las cifras en rojo, negro y azul corresponden con los niveles bajo, medio y alto respectivamente. Los sombreados en azul y rojo sirven para identificar cuáles ítems cambiaron de patrón.

| Pre-test | | | | Post-Test | | | |
|----------|--------------|--------------|--------|-----------|--------------|--------------|--------|
| Ítem | <i>S</i> | <i>C</i> | Patrón | Ítem | <i>S</i> | <i>C</i> | Patrón |
| 1 | 0.161 | 0.424 | LM | 1 | 0.194 | 0.485 | LM |
| 2 | 0.581 | 0.736 | MH | 2 | 0.677 | 0.835 | MH |
| 3 | 0.419 | 0.538 | MH | 3 | 0.387 | 0.488 | LM |
| 4 | 0.226 | 0.392 | LM | 4 | 0.323 | 0.424 | LM |
| 5 | 0.226 | 0.492 | LM | 5 | 0.226 | 0.562 | LH |
| 6 | 0.290 | 0.565 | LH | 6 | 0.387 | 0.506 | LH |
| 7 | 0.548 | 0.652 | MH | 7 | 0.710 | 0.869 | HH |
| 8 | 0.258 | 0.459 | LM | 8 | 0.355 | 0.47 | LM |
| 9 | 0.161 | 0.481 | LM | 9 | 0.194 | 0.598 | LH |
| 10 | 0.387 | 0.492 | LM | 10 | 0.645 | 0.770 | MH |
| 11 | 0.226 | 0.436 | LM | 11 | 0.129 | 0.506 | LH |

| | | | | | | | |
|----|--------------|--------------|----|----|--------------|--------------|----|
| 12 | 0.258 | 0.420 | LM | 12 | 0.032 | 0.701 | LH |
| 13 | 0.129 | 0.488 | LM | 13 | 0.355 | 0.513 | LH |
| 14 | 0.161 | 0.652 | LH | 14 | 0.194 | 0.485 | LM |
| 15 | 0.097 | 0.506 | LH | 15 | 0.097 | 0.524 | LH |
| 16 | 0.194 | 0.618 | LH | 16 | 0.419 | 0.548 | MH |
| 17 | 0.097 | 0.485 | LM | 17 | 0.032 | 0.510 | LH |
| 18 | 0.129 | 0.408 | LM | 18 | 0.355 | 0.459 | LM |
| 19 | 0.548 | 0.640 | MH | 19 | 0.645 | 0.775 | MH |
| 20 | 0.258 | 0.396 | LM | 20 | 0.258 | 0.447 | LM |
| 21 | 0.548 | 0.668 | MH | 21 | 0.516 | 0.733 | MH |
| 22 | 0.097 | 0.517 | LH | 22 | 0.355 | 0.513 | LH |
| 23 | 0.323 | 0.436 | LM | 23 | 0.387 | 0.466 | LM |
| 24 | 0.097 | 0.470 | LM | 24 | 0.129 | 0.440 | LM |
| 25 | 0.355 | 0.470 | LM | 25 | 0.194 | 0.459 | LM |
| 26 | 0.548 | 0.692 | MH | 26 | 0.516 | 0.611 | MH |
| 27 | 0.226 | 0.444 | LM | 27 | 0.129 | 0.432 | LM |
| 28 | 0.226 | 0.392 | LM | 28 | 0.226 | 0.506 | LH |
| 29 | 0.452 | 0.683 | MH | 29 | 0.355 | 0.513 | LH |
| 30 | 0.323 | 0.412 | LM | 30 | 0.516 | 0.608 | MH |

Con base en la tabla anterior se tiene que las respuestas pueden ser agrupadas en cuatro patrones LH, LM, MH y HH. Donde, como se mencionó en la sección 3.5, LH corresponde con un modelo dominante incorrecto; LM indica la posibilidad de tener dos modelos incorrectos; MH indica que los estudiantes responden bien y HH indica la presencia de un modelo correcto.

| Patrón | Ítems | |
|--------|--|---|
| | Pre-test | Post-test |
| LH | 6, 14, 15, 16, 22 | 5, 9 , 11, 12 , 13, 15, 17 , 22, 28 , 29 |
| LM | 1, 4, 5, 8, 9 , 10, 11, 12 , 13, 17 , 18, 20, 23, 24 , 25, 27, 28 , 30 | 1, 3, 4, 8, 14, 18, 20, 23, 24 , 25, 27 |
| MH | 2, 3, 7, 19, 21, 26, 29 | 2, 6, 10, 16, 19, 21, 26, 30 |
| HH | - | 7 |

Para continuar con el análisis es necesario reunir los resultados de la aplicación del pre-test. Dichos resultados se presentan en forma de tabla que recoge los porcentajes de respuesta para cada opción por cada ítem.

| Tabla 13: Opciones por ítem y sus porcentajes | | | | | |
|---|------------|-------|-------|-------|-------|
| Ítem | Opción (%) | | | | |
| | A | B | C | D | E |
| 1 | 35.48 | 16.13 | 16.13 | 12.9 | 19.35 |
| 2 | 58.06 | 6.45 | 3.27 | 29.03 | 3.27 |
| 3 | 29.03 | 16.13 | 41.94 | 3.23 | 9.68 |
| 4 | 16.13 | 22.58 | 19.35 | 29.03 | 12.90 |
| 5 | 25.81 | 22.58 | 35.48 | 0.00 | 16.13 |
| 6 | 6.45 | 6.45 | 29.03 | 12.90 | 45.16 |
| 7 | 3.23 | 6.45 | 19.35 | 54.84 | 16.13 |
| 8 | 19.35 | 25.81 | 35.48 | 12.90 | 6.45 |
| 9 | 16.13 | 16.13 | 9.68 | 41.94 | 16.13 |
| 10 | 16.13 | 3.23 | 16.13 | 38.71 | 25.81 |
| 11 | 22.58 | 3.23 | 29.03 | 22.58 | 22.58 |
| 12 | 6.45 | 25.81 | 19.35 | 19.35 | 29.03 |
| 13 | 32.26 | 12.90 | 6.45 | 35.48 | 12.90 |
| 14 | 54.84 | 12.90 | 0.00 | 16.13 | 16.13 |
| 15 | 41.94 | 12.90 | 9.68 | 9.68 | 25.81 |
| 16 | 51.61 | 0.00 | 19.35 | 16.13 | 12.90 |
| 17 | 16.13 | 9.68 | 41.94 | 19.35 | 12.90 |
| 18 | 16.13 | 22.58 | 12.90 | 16.13 | 32.26 |
| 19 | 19.35 | 6.45 | 9.68 | 9.68 | 54.84 |
| 20 | 25.81 | 25.81 | 12.90 | 22.58 | 12.90 |
| 21 | 16.13 | 3.23 | 22.58 | 3.23 | 54.84 |
| 22 | 9.68 | 38.71 | 12.90 | 32.26 | 6.45 |
| 23 | 25.81 | 6.45 | 16.13 | 32.26 | 19.35 |
| 24 | 38.71 | 9.68 | 19.35 | 9.68 | 22.58 |
| 25 | 35.48 | 6.45 | 16.13 | 12.90 | 29.03 |

| | | | | | |
|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 26 | 9.68 | 54.84 | 3.23 | 3.23 | 29.03 |
| 27 | 32.26 | 25.81 | 22.58 | 6.45 | 12.90 |
| 28 | 16.13 | 19.35 | 22.58 | 12.90 | 29.03 |
| 29 | 9.68 | 3.23 | 41.94 | 45.16 | 0.00 |
| 30 | 12.90 | 12.90 | 22.58 | 19.35 | 32.26 |

Al revisar las tablas 11 y 12 se puede apreciar la distribución y el *movimiento* de los patrones para cada uno de los ítems antes y después de la instrucción.

En seguida se presenta un análisis ítem a ítem del comportamiento de las respuestas:

Ítem 1. Se tiene que no hay cambio en cuanto al patrón que presenta. Una comparación entre las respuestas del pre y el post-test arroja que hubo un modesto aumento en cuanto al porcentaje de alumnos que eligió la respuesta correcta (16% al 19%). La concentración en el pre-test remite a las opciones A y E con 35% y 19% respectivamente. Ya en el post-test, prevalece la opción A con un 39% pero la otra respuesta cambia a la opción B con un 23%. En el caso de la respuesta más popular, la A, implica mayor conocimiento ya que contiene el concepto de energía térmica. En ese sentido se tiene también un aumento de 35% a 39%. Lo que evidencia un avance en el aprendizaje.

Ítem 2. El análisis de las respuestas arroja que los estudiantes responden bien a la pregunta aun sin instrucción.

Ítem 3. El patrón se mueve de MH a LM. Lo anterior significa que la instrucción causó confusión en los estudiantes en cuanto al tema de transferencia de energía por conducción entre dos materiales distintos.

Ítem 4. No presenta movimiento en cuanto a patrones se refiere. Se observa que la permanencia en la elección de la opción D indica la prevalencia de un modelo

en el que los objetos blandos aumentan más fácil su temperatura en comparación con los objetos blandos.

Ítem 5. El comportamiento de las respuestas indica que después de la instrucción, la concentración pasó de LM a LH; es decir, de elegir dos posibles modelos erróneos a elegir un solo. Dicho modelo, se podría decir que es el correspondiente a la opción B (es la que se mantuvo de las dos más altas después de la opción más popular). Esta opción relaciona la cantidad de calor necesaria para elevar la temperatura con la cantidad de masa. Lo que sugiere un avance en el aprendizaje.

Ítem 6. Se tiene que no hay movimiento de patrones antes y después de la instrucción (LH a LH). Previo a la instrucción, la tendencia era la opción E que se relaciona con una consideración superficial de los fenómenos térmicos. Después de la instrucción, la preferencia se divide entre dicha opción y la A, en este caso se asocia la cantidad de masa con la cantidad de calor que se almacena. Así, aunque se continúa con un modelo erróneo, hay traslado de la parte superficial a una concepción más adecuada de los fenómenos de transferencia de energía.

Ítem 7. En este caso los alumnos responden bien, incluso sin instrucción. Después del trabajo en el aula el patrón pasa de MH a HH, lo que indica que se ha logrado el efecto esperado en cuanto a transferencia de energía se refiere.

Ítem 8. Es otro de los ítems que no muestra movimiento entre patrones (LM), lo que indica la prevalencia de dos posibles modelos erróneos. La opción C, que es la siguiente en popularidad a la opción correcta, mantiene su tendencia antes y después de la instrucción. Dicha opción se relaciona con una consideración superficial de los fenómenos térmicos, en este caso los cambios en la temperatura.

Ítem 9. Uno de los ítems eliminados del cuestionario por su deficiencia, muestra un movimiento en cuanto a patrón de respuestas se refiere (de LM a LH). Prevalece la preferencia por la opción D con un incremento del 49% en el pre al

52% en el post-test. La opción mencionada es parcialmente correcta ya que, durante la fusión de una sustancia, la temperatura se mantiene, sin embargo menciona que el calor suministrado también lo hace. Esto demuestra cierto avance en la comprensión del fenómeno.

Ítem 10. Aunque previo a la instrucción, la preferencia por la respuesta correcta, la opción D, era mayor sobre las otras opciones, los porcentajes son similares. Lo anterior se justifica con el patrón LM correspondiente. Después de la instrucción, el patrón cambia a MH, lo que demuestra un cambio positivo en la comprensión del fenómeno de la transferencia de energía.

Ítem 11. La opción elegida con mayor frecuencia en el post-test corresponde con el modelo que confunde la temperatura con el calor. Sirve para identificar dicho modelo. En el pre-test había una preferencia por elegir la opción C, que se relaciona con una visión meramente superficial del fenómeno de transferencia de calor. Se muestra un avance al menos en la comprensión de la transferencia de energía. Esto debido a que en el post-test se elige una opción que aunque parcialmente errónea, indica una comprensión básica del equilibrio térmico.

Ítem 12. Otro de los ítems eliminados, en el pre-test se nota cierta tendencia a elegir respuesta de forma aleatoria, ya que el porcentaje no difiere demasiado en cuatro de las cinco opciones (B, C, D y E). Después de la instrucción, se tiene una preferencia por la opción C que confunde a la temperatura con algo sustancial y no con un parámetro que sirve para estimar las condiciones internas de la materia.

Ítem 13. Previo a la instrucción, las opciones preferidas (A y D), se relacionan con la consideración de que los materiales duros se calientan más lento. Después de la instrucción, la preferencia por la opción E, en primera instancia, indica que hubo avance en la comprensión del concepto de los aislantes térmicos; aunque se mantiene cierta preferencia por las opciones antes mencionadas. Lo anterior explica el movimiento de LM a LH.

Ítem 14. Previo a la instrucción, poco más de la mitad de los estudiantes tienden a elegir la opción A, un patrón LH, relacionada con una concepción superficial de los fenómenos térmicos. Después, crece la preferencia por otras dos opciones (D y E) en las que está presente el concepto de dilatación. Lo que indica un avance en éste sentido.

Ítem 15. No se aprecia movimiento del patrón LH correspondiente a éste ítem; sin embargo, el análisis de las respuestas en el pre-test y el post-test indica que se pasó de una concepción superficial a una, aunque errónea, en la que se considera la condición aislante de algunos materiales.

Ítem 16. Una vez más, previo a la instrucción, se tiene preferencia por la opción A que denota una concepción superficial de los fenómenos térmicos, lo que se evidencia además con el patrón LH. Después de la instrucción, aunque prevalece una cantidad importante que elige dicha opción, hay un incremento alentador en la cantidad de personas que elige la opción correcta con lo que se mueve el patrón a MH. Indicativo esto de un avance en el aprendizaje.

Ítem 17. Los patrones cambian de elegir dos modelos erróneos (LM) a elegir uno sólo (LH). Se mantiene la preferencia por la opción C que indica que lo que registra un termómetro es el *calor* corporal de un paciente. Este es otro de los ítems eliminados por su baja eficiencia.

Ítem 18. Aun cuando no hay diferencia en el patrón antes y después de la instrucción, es importante señalar que en el pre-test hay tendencia a elegir la opción que denota una concepción superficial de los fenómenos térmicos. En cambio, después de la instrucción, hay mayor preferencia por elegir la opción que describe el fenómeno de conducción, C; además cobra protagonismo la opción A que, aunque errónea, implica una transferencia de la parte más caliente a la más fría.

Ítem 19. El MH en el pre-test indica que los estudiantes responden bien a esta pregunta aun sin instrucción. Aunque hay un ligero aumento en el porcentaje de respuestas correctas. Lo que indica que la instrucción funciona.

Ítem 20. También sin movimiento en el patrón de respuesta LH. El análisis del pre y post-test arroja que previo a la instrucción las opciones se eligen al azar, mientras que después el 61% se acumulan en las opciones A y B, donde la primera es la correcta.

Ítem 21. Otro de los que los alumnos responden bien aun sin instrucción. La tendencia se mantiene aun después de implementado el curso.

Ítem 22. El patrón LH permanece antes y después de la instrucción, sin embargo, una cantidad en la preferencia de respuestas se mueve de la opción B, que denota la no comprensión de la conductividad térmica, hacia la opción A que es la correcta. Cabe recordar que este ítem se relaciona directamente con el tema principal tratado en la secuencia didáctica.

Ítem 23. El patrón LM se mantiene, sin embargo, del pre al post-test hay una mayor preferencia por la opción correcta (D). En este caso uno de los dos modelos presentes es correcto.

Ítem 24. Ítem eliminado. Antes de la instrucción, había preferencia por modelos que implican, por un lado, el cambio súbito en las condiciones de las sustancias al someterlos a cambios de temperatura, y por el otro, que la masa de un objeto aumenta al solidificarse. Después de la instrucción, una de las opciones más elegidas fue la que implica el modelo correcto, la opción C.

Ítem 25. En el caso del presente ítem, se tiene que, aun después de la instrucción, existen problemas para conceptualizar los fenómenos térmicos a nivel microscópico. Como se corrobora al notar que en el pre-test una de las opciones elegidas corresponde a la respuesta correcta mientras que después esa tendencia baja y se refieren opciones correspondientes a dos modelos erróneos, lo que explica, en ambos casos la prevalencia del patrón LM.

Ítem 26. Otro de los ítems en los que los estudiantes responden bien aun sin instrucción. El patrón se mantiene, por lo que la instrucción no incide de forma negativa en el aprendizaje.

Ítem 27. En el pre-test hay preferencia por tres opciones, dos de ellas con una diferencia pequeña entre sí, denotadas por un patrón LM. La opción con mayor preferencia en el pre-test denota poco conocimiento de las capacidades caloríficas de las sustancia, situación que se acentúa en el post-test. En este caso, la instrucción no afectó al aprendizaje.

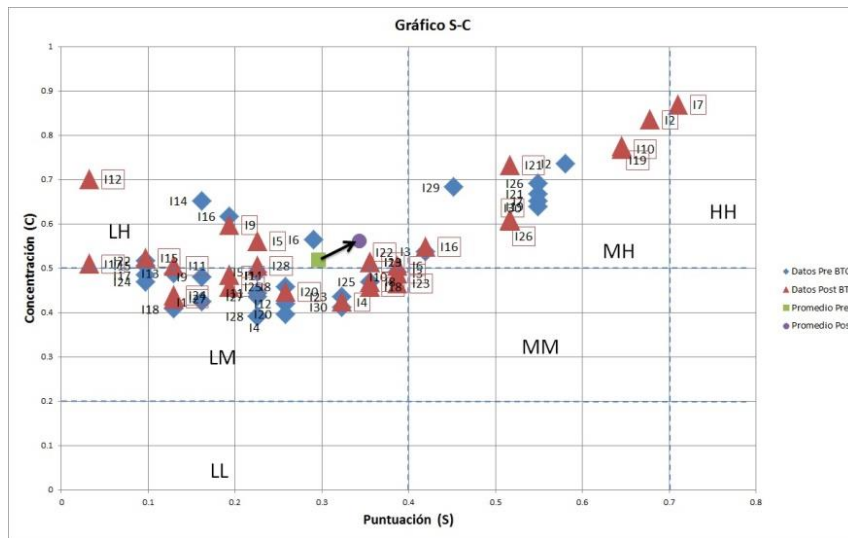
Ítem 28. En el caso del presente ítem, el patrón LM en el pre-test se sustituye por LH en el post-test. Pasa de tener un comportamiento aproximado al aleatorio a uno en el que las respuestas se concentran en una opción errónea alejada de un modelo correcto. Cabe mencionar que responder a éste ítem requiere de la consideración factores que involucran un conocimiento muy amplio de la situación a la que se hace referencia. Otro de los ítems eliminados.

Ítem 29. El cambio de patrón, de MH a LH puede deberse a un error en la redacción, error detectado y corregido hasta la aplicación del post-test. Por lo que este ítem no será tomado en cuenta para la aplicación del test en esta ocasión.

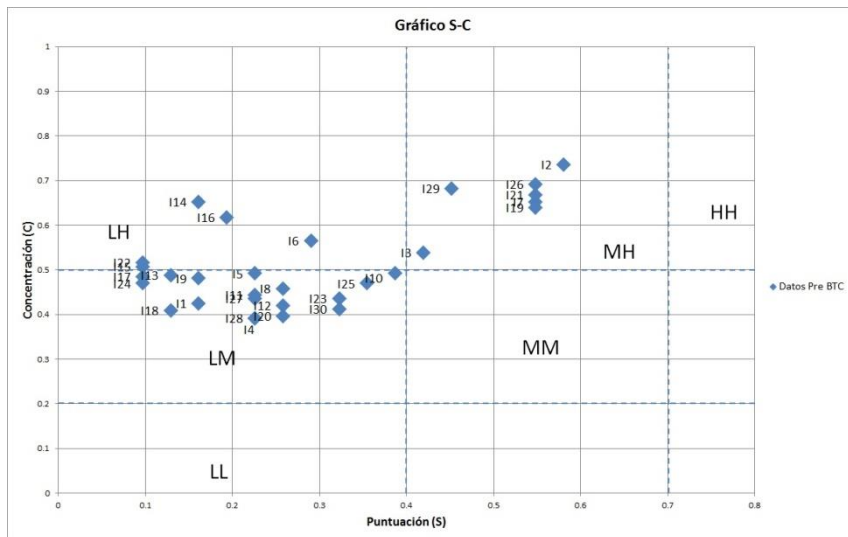
Ítem 30. El patrón se mueve de LM a MH, lo cual indica incidencia positiva de la instrucción. En el pre-test se nota cierta similitud en los porcentajes de elección de cada respuesta, situación que se modifica en el post-test, ya que además del aumento en el porcentaje de la opción correcta, se aprecia predilección por una opción (C) que implica una mejor comprensión del fenómeno de transferencia de calor por radiación.

Como resultado del análisis, se tiene que en su mayoría, las respuestas muestran una incidencia positiva de la instrucción, lo cual confirma el potencial de la estrategia para el desarrollo de aprendizaje de conceptos de calor y temperatura. Para respaldar el análisis cualitativo anterior, se realizó un gráfico de dispersión cuya variable dependiente es la concentración C y la variable independiente es la puntuación o *score* S obtenidos en el pre y post-test. La distribución de ítems en las regiones dentro de la gráfica $S - C$ se muestra en las gráficas siguientes.

a)



b)



c)

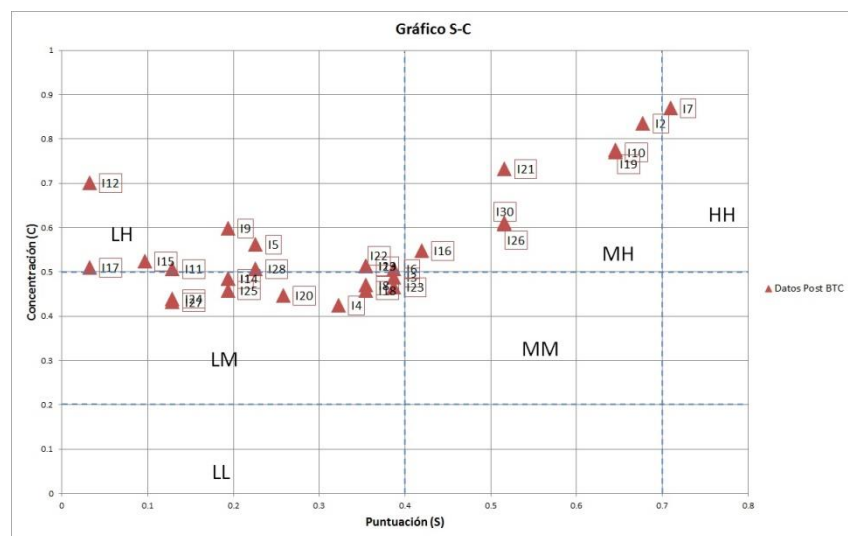


Figura 37: Gráficos S-C para los 30 ítems, a) datos del Pre y el Post-test, b) datos del pre-test, c) datos del post-test.

La figura 37 muestra un movimiento general hacia la zona MH; en particular se tiene la cercanía de los ítems 2, 10 y 19 a la zona HH y el ítem 7 en esa zona. Lo que implica una mejora en el aprendizaje de conceptos de calor y temperatura. Así lo corrobora, en 37a), el desplazamiento promedio representado por el cuadro para el pre-test y el círculo para el post-test.

Con los datos obtenidos de la aplicación del pre-test y el post-test se procedió al cálculo del factor de Hake. Es importante señalar que el mismo test fue aplicado a un grupo de Bachillerato General por Competencias (BGC) que lleva el curso Física II, cuyos temas y finalidades son los mismos que los del grupo de estudio, la diferencia radica en las estrategias planteadas de origen en el programa. Los resultados obtenidos son presentados a continuación:

| Tabla 14: Ganancia promedio sin el ajuste al test en el grupo experimental | |
|--|-------|
| Porcentaje de respuestas correctas en el pre-test | 0.28 |
| Porcentaje de respuestas correctas en el post-test | 0.33 |
| Ganancia promedio | 0.065 |

| Tabla 15: Ganancia promedio con el ajuste al test en el grupo experimental | |
|--|------|
| Porcentaje de respuestas correctas en el pre-test | 0.30 |
| Porcentaje de respuestas correctas en el post-test | 0.37 |
| Ganancia promedio | 0.10 |

| Tabla 16: Ganancia promedio sin el ajuste al test en el grupo del BGC | |
|---|-------|
| Porcentaje de respuestas correctas en el pre-test | 0.278 |
| Porcentaje de respuestas correctas en el post-test | 0.284 |
| Ganancia promedio | 0.008 |

| Tabla 17: Ganancia promedio con el ajuste al test en el grupo del BGC | |
|---|--------|
| Porcentaje de respuestas correctas en el pre-test | 0.310 |
| Porcentaje de respuestas correctas en el post-test | 0.303 |
| Ganancia promedio | -0.011 |

Como se puede observar, aunque la ganancia está dentro de la zona baja, es notoria la ventaja que hay respecto del grupo del BGC. Lo que da un panorama alentador al uso de la estrategia implementada en el curso *Termodinámica de los hornos cerámicos*.

Como se desprende del análisis del desarrollo de la secuencia didáctica, los principales problemas surgidos son: adaptación al modelo (incluyendo el tipo de trabajo que debe realizarse), disciplina, motivación. En su mayoría, estos problemas tienen una fuerte carga externa, toda vez que, por ejemplo, no se puede lograr la adaptación a determinado modelo educativo a partir de un solo módulo de aprendizaje; la disciplina puede ser influida por el entorno en que viven y la motivación, como lo sugiere la encuesta mencionada, se ve influenciada por un desconocimiento de la relación de las ciencias experimentales con la cerámica.

5. CONCLUSIONES

Parte importante del presente estudio radica en la identificación de los instrumentos de evaluación tanto cualitativos como cuantitativos para evaluar el impacto del AOP en el aprendizaje de conceptos de física dentro de un curso del BTC. En este sentido, a partir del análisis de competencias se determinaron los productos que evidenciaría su desarrollo, estos productos, en sí mismos sirven como instrumentos de evaluación cualitativos. Referente a los instrumentos cuantitativos, se tiene el desarrollo del test constituido por 25 ítems cuya eficiencia sirve para medir el aprendizaje de conceptos de calor y temperatura. Recordar que, como se mencionó en el capítulo cuatro, el proceso de diseño inició con un banco de 15 ítems, una vez sometidos a revisión por otros profesionistas y a sugerencia de ellos se decide aplicar encuestas y entrevistas para complementar el test y mejorar los distractores. Posteriormente se probó y a partir de los análisis IRC se eliminaron ítems para quedar con una versión final de 25 preguntas con cinco opciones cada una.

Respecto a lo encontrado a partir del levantamiento de encuestas y las entrevistas se tiene que, en general, el calor es asociado con temperaturas altas, con la sensación que tenemos los humanos ante una temperatura ambiental alta «cercana a los 30°C». En este sentido se cree que las cosas tienen calor como si se tratara de una sustancia en sí misma. Según las respuestas, la temperatura es equiparable al calor en la mayoría de los casos, también ésta es considerada como la fiebre en los humanos, los grados con que se mide el calor. La temperatura es concebida con frecuencia como una cualidad, no como un aspecto que puede ser medido, aunque se le asocie un número.

En cuanto a los mecanismos de transferencia de calor en general son desconocidos y las respuestas se basan en la interpretación de la palabra que lo describe. Así, por ejemplo, se tiene que al tratar de explicar la convección sólo se menciona que hay transmisión de calor de un cuerpo a otro pero no se especifica la manera en que ésta se da ni en qué tipos de sustancias. Esto da la impresión de que los fenómenos de transmisión se dan de manera espontánea, como si no hubiera algún proceso.

Otros consideran que objetos duros no transmiten el calor igual que los blandos. La mayoría entiende como equilibrio térmico un balance de temperaturas, temperatura tibia. Sin mencionar el concepto de contacto térmico. La transmisión se da en ambos sentidos, del frío al caliente y del caliente al frío. Como si el frío fuera una suerte de antic calor, calor negativo entendido, desde su perspectiva, como equivalente a la temperatura. Esto tal vez a partir de la escala Celsius, en la que es posible hablar de temperaturas bajo cero. Se asocia volumen con los estados condensados de la materia. Desde esta perspectiva el vapor no ocupa volumen, cuando una sustancia se evapora, lo pierde.

Referente a los efectos del calor en las sustancias se cree que mientras se da cualquier cambio de fase, la temperatura sigue aumentando, el calor se fusiona con la sustancia. En este rubro, las respuestas rondan alrededor de los efectos macroscópicos, visibles, ebullición, vapor, licuefacción. Estos cambios de fase se dan instantáneos en opinión de algunos de los entrevistados. Situación que se manifiesta en los protocolos e informes finales como se apunta en la sección de *Resultados*. Conciben una evaporación como una pérdida de materia. Algunas respuestas sugieren que las sustancias comienzan a evaporarse (los líquidos) desde que empiezan a calentarse. En particular, los estudiantes de cerámica confunden la dilatación con la pérdida por ignición.

Si bien, la ganancia en el aprendizaje de conceptos no se registra en la zona mayor a 0.3, se observó que el aprendizaje es mayor en comparación con grupos en los que no se aplican estrategias similares. La baja ganancia puede ser resultado de una deficiente aplicación del modelo de los módulos de aprendizaje en su conjunto. Por lo anterior se puede decir que los objetivos se cumplieron, no así la hipótesis pues fue cubierta parcialmente.

En resumen se tiene que:

- El test queda con 25 ítems cuya eficiencia es suficiente para evaluar el aprendizaje de conceptos de calor y temperatura.
- Los productos tales como protocolos e informes finales, constituyen, junto con las rúbricas, instrumentos de evaluación cualitativa de los aprendizajes. Una traducción o codificación de la aplicación de la rúbrica nos ofrece un instrumento cuantitativo para la evaluación del aprendizaje. Los dos puntos anteriores ofrecen los instrumentos cuantitativos y cualitativos para evaluar la eficiencia del AOP en la enseñanza de la física dentro del curso *Termodinámica de los hornos cerámicos*.
- El uso de problemas situados en la cerámica tradicional ayuda a motivar al estudiante siempre que éste esté convencido de la relación de la cerámica con las ciencias experimentales. Esto cubre la necesidad de identificar las actividades del AOP en función de los temas de cerámica tradicional.
- El uso del AOP centrado en situaciones de la cerámica tradicional ofrece resultados alentadores en comparación con otras metodologías, con lo que se cumple el objetivo general.

6. RECOMENDACIONES

Como se mencionó anteriormente, el carácter de las conclusiones hechas a partir del análisis de resultados en el presente trabajo no es definitivo, puesto que corresponden a un pre-experimento. En ese mismo sentido es posible sugerir lo siguiente.

- Aplicar el test en futuras investigaciones dentro del mismo curso para reafirmar su eficiencia.
- Se sugieren cambios en la secuencia didáctica encaminados a elevar la rigurosidad de la supervisión en la fase de *Información y planeación*. Dichos cambios incluyen: la invitación de asesores externos que supervisen el trabajo de preparación de los estudiantes, expertos no necesariamente académicos; la implementación de una actividad en la que presenten la metodología a seguir durante el experimento, lo cual ayudaría a resolver posibles omisiones durante el trabajo en el laboratorio.
- Realizar una investigación en torno a la aplicación del modelo por competencias, pues pareciera que, aunque se tiene alrededor de 10 años trabajando bajo éste, no se comprende la intención y las finalidades del mismo.
- Seguir recabando datos de los cursos de *Termodinámica de los hornos cerámicos* para reafirmar o descartar algunas de las conclusiones hechas en el presente trabajo.
- Hacer un análisis de discurso de las entrevistas para reforzar o descartar las conclusiones.

Además, un elemento que puede ayudar a la fundamentación del diseño del test es el análisis taxonómico de cada uno de los ítems. Como, de cierta forma, cada ítem representa un objetivo a lograr, se sugiere la aplicación de la taxonomía revisada de Bloom (Amer, 2006), la que ayudaría a determinar con mayor precisión el nivel de cognición que el ítem evalúa además del aprendizaje del concepto. En otras palabras, ayuda a identificar si aprende el concepto y en qué nivel lo aprende.

7. REFERENCIAS

Aceves, G. (1998). Loza de agua y loza de fuego. *Artes de México, No. 14, 2ª. Edición, Cerámica de Tonalá, 51-59 .*

- Amer, A. (2006). *Reflections on Bloom's Revised Taxonomy*. Electronic Journal of Research in Education Psychology, No. 8, Vol. 4. Consultado el 26 de octubre de 2014 en http://www.investigacion-psicopedagogica.org/revista/articulos/8/english/Art_8_94.pdf
- Bao, L.; Redish, E. (2001). Concentration analysis: A quantitative assessment of student states. *Physics Education Research, American Journal of Physics*. 69 (7).
- Benítez, Y.; Mora, C. (2011). *Enseñanza tradicional vs aprendizaje activo para alumnos de ingeniería*. Cuba: Revista Cubana de Física, Vol. 27.
- Cameratti, C., y Escobar, R. (2007). *Aprendizaje Activo en Ingeniería: Un Caso de Estudio en "Termotecnia I"*. Recuperado el 10 de septiembre de 2012, de: <http://www.ici.ubiobio.cl/ccei2007/papers/130.pdf>
- Catalano, A.; Avolio, S; Sladogna, M. (2004). *Diseño curricular basado en normas de competencia laboral: conceptos y orientaciones metodológicas*. Buenos aires, Argentina: Banco Interamericano de Desarrollo.
- Cooper, E. (1987). *Historia de la cerámica*. España: CEAC.
- De Miguel, M. (2005). *Modalidades de Enseñanza Centradas en el Desarrollo de Competencias*. Recuperado el 10 de julio de 2011, de: <http://www.uv.mx/facpsi/proyectoaula/documents/modalidades.pdf>
- Díaz Barriga, F. (2003). *Cognición situada y estrategias para el aprendizaje significativo*. Revista electrónica de investigación educativa, 5 (2). México: UNAM, Facultad de psicología.
- Díaz Barriga, F. (2006). *Enseñanza Situada: Vínculo entre la escuela y la vida*. México: McGraw-Hill.
- EcuRed. (2014). *Calor latente*. Página web consultada en http://www.ecured.cu/index.php/Calor_Latente
- Espejo y col. (2010). *Tutoriales como propuesta metodológica en la enseñanza de la Cinemática y la Dinámica en primer año universitario*. XXIV Congreso de Educación en Ingeniería. Recuperado el 4 de septiembre de 2012, de: <http://sochedi2010.uach.cl/programa/ponencias/M07.pdf>
- Fonseca, N.; Tibarquirá, J. (2008). *Método para la estimación experimental de la conductividad térmica de algunos materiales comunes en Colombia para aplicaciones HVAC/R*. Scientia et Technica, No. 39. Documento

- electrónico recuperado el 27 de mayo de 2014 de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84920503085>
- Gil, D., y Guzmán, M. (1993). *Enseñanza de las Ciencias y la Matemática. Tendencias e Innovaciones*. España: OEI. Recuperado el 1 de octubre de 2012, de: <http://www.oei.es/oeivirt/ciencias.pdf>
- Greiner, W.; Neise, L.; Stöcker. (s. f.). *Desarrollo histórico de la teoría del calor*. Documento electrónico recuperado el 27 de mayo de 2014 de <http://www.fis.cinvestav.mx/~jmendez/JMMA/historia%20calor.pdf>
- Grupo Lentiscal de didáctica de la física y química (s. f.). *Historia de la ciencia: Origen del concepto de calor*. Documento electrónico recuperado el 27 de mayo de 2015 de la dirección <http://www.gobiernodecanarias.org/educacion/3/usrn/lentiscal/2-CD-Fiisca-TIC/ficherospdf/historiacienenergia-calor.pdf>
- Hake, R. (1998). *Interactive-engagement versus traditional methods: A sixth-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses*. Documento electrónico recuperado el 23 de octubre de 2012 del sitio web: <http://www.physics.indiana.edu/~sdi/ajpv3i.pdf>.
- Hamilton, D. (1989). *Alfarería y cerámica*. España: CEAC.
- Hernández, R.; Fernández, C.; Baptista, M. (2010). *Metodología de la investigación. Quinta edición*. México: McGraw-Hill.
- Meza, A., y Zamorano, N. (2007). *El desafío de innovar en la enseñanza de la física: Ejemplo de una implementación exitosa*. Chile: XXI Congreso Chileno de Educación en Ingeniería. Recuperado el 24 de octubre de 2012, de: <http://www.ici.ubiobio.cl/ccei2007/papers/116.pdf>
- Morales, J. (2005) *Tecnología de los materiales cerámicos*. España: Díaz de Santos.
- Morris, G. y colaboradores. (2006). *Testing the test: Item response curves and test quality*. American Journal of Physics, 74 (5).
- Ostachuk, A.; Di Paolo, L.; Orlando, U. (2000). *Una manera simple de determinar la conductividad térmica de los materiales*. Física Recreativa, Sitio web administrado por Salvador Gil de la Universidad de la Universidad Nacional de San Martín, Buenos Aires, Argentina. Documento recuperado el 20 de noviembre de 2012 de la dirección http://www.fisicarecreativa.com/informes/infor_termo/conduc_term.pdf
- Ramírez, M. Santana, J. (2014). *El ABP y el aprendizaje de conceptos de calor y temperatura mediante aplicaciones en cerámica*. Revista Innovación

Educativa, No. 66. Documento disponible el 30 de enero de 2015 en la dirección <http://www.innovacion.ipn.mx/Revistas/Documents/REVISTA-2014/revista-66/revista-66-el-aprendizaje-basado-en-proyectos.pdf>

Santana, J. (2014). *Aprendizaje de los conceptos de calor y temperatura mediante el AOP y aplicaciones en cerámica*. Memorias del VIII Foro de Investigación Educativa del IPN. Documento electrónico disponible el 30 de enero de 2015 en la dirección

<http://www.fie.cgfie.ipn.mx/content/Memorias%20FIE/FIE2014.pdf>

Secretaría de Educación Pública. (2008). *Acuerdo 444 RIEMS*. México: Diario Oficial de la Federación.

ANEXOS

Anexo I. Ítems versión preliminar

A. Versión para estudiantes de cerámica

1. Considera un témpano de hielo comparado con una taza con café caliente. ¿Cuál de los siguientes enunciados establece una relación correcta?

- a. La taza con café tiene mayor cantidad de energía térmica que el témpano de hielo porque está más caliente.
- b. La taza con café tiene mayor calor que el témpano de hielo porque está caliente.
- c. El témpano de hielo tiene mayor energía térmica debido a su mayor cantidad de masa.
- d. La taza con café es la única que tiene energía térmica.
- e. La taza con café tiene más calor porque el calor derrite al hielo.

2. Una barra de plástico y una barra de cerámica vidriada son frotadas vigorosamente entre sí, ¿cuál de las opciones siguientes describe mejor lo que sucede?

- a. La fricción provoca que las moléculas del material vibren con mayor rapidez, lo que ocasiona un aumento en la temperatura.
- b. Se libera temperatura de ambas lo que provoca un aumento de temperatura.
- c. La temperatura de la barra de plástico fluye hacia la barra de cerámica vidriada porque el plástico es más caliente que la cerámica.
- d. La energía almacenada en la cerámica durante el horneado es transmitida al plástico.
- e. Se nota un aumento de temperatura en el material más blando.

3. Un lote de piezas cerámicas cuya temperatura de maduración es 1250°C es sometida a horneado; sin embargo el ciclo de horneado se interrumpió a 1200°C. ¿Cuál de las opciones describe la situación?

- a. Como las piezas ya fueron horneadas anteriormente estas ya almacenaron cierta cantidad de energía, por lo que sólo se necesita calentar hasta llegar a 50°C.

- b. Sólo algunas partículas de calor depositadas en las piezas se pierde, el resto se conserva.
- c. Parte de la energía ganada por las piezas se pierde, por lo que el horneado debe realizarse nuevamente hasta llegar a los 1250°C.
- d. El calor que se conserve durante el tiempo que el horno permanezca apagado sirve para utilizar menos energía en el próximo ciclo de horneado.
- e. c y d.

4. Durante ciclo de horneado, un termómetro marca una temperatura de 1050°C dentro del horno cerámico. ¿qué opción presenta una explicación correcta en términos de equilibrio térmico al medir la temperatura interior con un termómetro?

- a. La suma de las temperaturas de cada una de las piezas es igual a lo que marca el termómetro dentro del horno.
- b. Piezas, placas y postes tienen la misma temperatura que la atmósfera dentro del horno.
- c. La capa gaseosa que rodea a las piezas tiene una mayor temperatura.
- d. Las piezas tienen mayor temperatura que la capa de gas que las rodea.
- e. No se puede decir algo con la información que se provee.

5. Dos lotes de piezas cerámicas del mismo material y de características similares, pero en cantidades diferentes son sometidas al ciclo de horneado. Los ciclos para cada lote tienen la misma temperatura máxima. Elige la frase que creas correcta.

- a. Los dos lotes necesitan la misma cantidad de calor para llegar a la temperatura máxima.
- b. El lote con mayor número de piezas necesita mayor cantidad de calor para llegar a la misma temperatura que el lote con menor número de piezas.
- c. Si los dos ciclos duran el mismo tiempo, se utiliza la misma cantidad de calor para llevar las piezas de los dos lotes a la misma temperatura.

- d. Si un ciclo dura más que otro, se utilizó mayor cantidad de calor en el que duró más.
- e. a y d.

6. Los lotes de piezas de la pregunta anterior, después del horneado, se dejan enfriar bajo las mismas condiciones ambientales. Bajo estas circunstancias:

- a. El lote con mayor cantidad de piezas tarda más tiempo en enfriarse
- b. El lote que tardó más en calentarse tardará más en enfriarse.
- c. Los dos lotes tardan el mismo tiempo en enfriarse.
- d. Si el ambiente es frío los dos lotes de piezas tardan el mismo tiempo en enfriarse.
- e. Hace falta información

Considera las siguientes formas de transmisión del calor para responder las preguntas 7 y 8.

- 1. Convección
- 2. Conducción
- 3. Radiación

7. ¿Cuál de las formas de transmisión se dan dentro de un horno cerámico en funcionamiento lleno de piezas?

- a. Sólo la 1.
- b. Sólo la 2.
- c. Sólo la 3.
- d. La 1 y la 2.
- e. Todas (1, 2 y 3).

8. Cuál de las formas se da en una taza dentro del horno en funcionamiento?

- a. Sólo la 1.
- b. Sólo la 2.

- c. Sólo la 3.
- d. La 1 y la 2.
- e. Todas (1, 2 y 3).

9. Para obtener el vidriado de las piezas cerámicas, es necesario fundir la sílice (SiO_2). ¿Qué sucede mientras se funde el material?

- a. El calor suministrado y la temperatura se siguen elevando para poder fundir por completo el material.
- b. El calor suministrado aumenta, pero la temperatura se mantiene.
- c. El calor suministrado se mantiene, pero la temperatura se eleva.
- d. El calor suministrado y la temperatura se mantienen hasta que el material se funde por completo.
- e. Ninguna de las anteriores, puesto que el material comienza a fundirse desde que se le suministra calor.

10. Por lo general las cerámicas son utilizadas como aislante térmico, eso significa que:

- a. No conducen calor.
- b. No conducen temperatura.
- c. Conducen temperatura pero no calor.
- d. Conducen el calor de manera más lenta que muchos otros materiales.
- e. a y b.

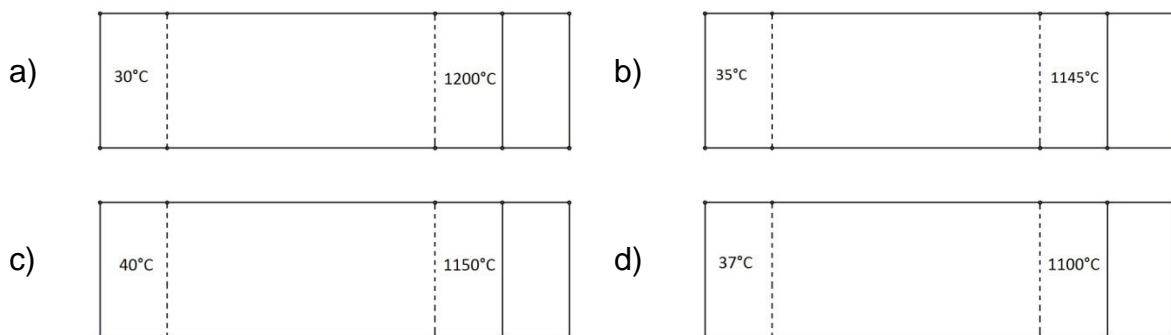
11. Dos materiales cerámicos a diferente temperatura están en contacto térmico. Elige la opción que mejor describa lo que sucede a dichos materiales.

- a. La temperatura se transmite del material más caliente al más frío hasta que los dos llegan a la misma.
- b. El calor fluye del material de mayor temperatura al de menor haciendo que el que pierde también pierda masa y el que gana sea más masivo.

- c. El material más caliente hace que el material más frío eleve su temperatura hasta que alcanza la temperatura del más caliente sin que su temperatura disminuya.
- d. Después de un rato, la temperatura de los dos es mayor que cualquiera antes del contacto térmico.
- e. Hay una transferencia de energía del material con mayor temperatura al de menor temperatura, lo que provoca que disminuya la temperatura del que cede y aumente la temperatura del que recibe.

Considera la situación descrita a continuación para contestar las preguntas 12 y 13:

Las figuras siguientes son esquemas de hornos de túnel en los que se representan las zonas de calentamiento y de máxima temperatura. Supóngase que están perfectamente aislados y que dentro de los hornos prevalecen las mismas condiciones.



12. Después de ser apagados, ¿en cuál de los hornos se llega más rápido al equilibrio térmico?

- a. En el horno a)
- b. En el horno b)
- c. En el horno c)
- d. En el horno d)
- e. En todos es lo mismo

13. Después de ser apagados, ¿cuál de los siguientes enunciados es correcto?

- a. b) y c) tardan el mismo tiempo en llegar al equilibrio térmico
- b. a) es el que tarda menos en llegar al equilibrio térmico
- c. b) es el que tarda menos en llegar al equilibrio térmico
- d. b) y d) tardan el mismo tiempo en llegar al equilibrio térmico
- e. Todos tardan lo mismo en llegar al equilibrio térmico

14. Con base en la situación a la que hacen referencia las preguntas 12 y 13, ¿qué enunciado explica mejor la situación?

- a. Al tratarse del mismo medio de propagación dentro de todos los hornos, se tarda el mismo tiempo en llegar al equilibrio térmico
- b. No importa el medio de propagación, lo que interesa es la diferencia de temperaturas entre los extremos para saber cuánto tarda en llegar el equilibrio térmico
- c. Al tratarse del mismo medio de propagación, lo que determina la rapidez con que se llega al equilibrio térmico es la diferencia de temperaturas entre los extremos
- d. No hay propagación, el horno simplemente se va enfriando.
- e. Ninguna de las anteriores

15. Las piezas cubiertas con un mismo vidriado son distribuidas en tres hornos, después de cierto tiempo, el vidriado en cada horno comienza a fundirse. ¿En cuál de los hornos el vidriado tiene la menor temperatura?

- a. El del horno que tiene menos tiempo prendido.
- b. El del horno que tiene más tiempo prendido.
- c. El último en comenzar a fundirse.
- d. El vidriado tiene la misma temperatura en todos los hornos.
- e. No hay datos suficientes para contestar a esta pregunta.

B. Versión general

1. Considera un témpano de hielo comparado con una taza con café caliente. ¿Cuál de los siguientes enunciados establece una relación correcta?

- a. La taza con café tiene mayor cantidad de energía térmica que el témpano de hielo porque está más caliente.
- b. La taza con café tiene mayor calor que el témpano de hielo porque está caliente.
- c. El témpano de hielo tiene mayor energía térmica debido a su mayor cantidad de masa.
- d. La taza con café es la única que tiene energía térmica.
- e. La taza con café tiene más calor porque el calor derrite al hielo.

2. Dos barras de distintos materiales son frotados vigorosamente entre sí. ¿Cuál de los siguientes enunciados expresa con mayor precisión lo que sucede?

- a. La fricción provoca que las moléculas del material vibren con mayor rapidez, lo que ocasiona un aumento en la temperatura.
- b. Se libera temperatura de ambas lo que provoca un aumento de temperatura.
- c. La temperatura de la barra de plástico fluye hacia la barra de cerámica vidriada porque el plástico es más caliente que la cerámica.
- d. La energía almacenada en cada material es liberada debido a la fricción.
- e. Se nota un aumento de temperatura en el material más blando.

3. Dos sustancias previamente calentadas son puestas en contacto térmico. Si suponemos que antes del contacto tenían distinta temperatura, ¿qué sucede en términos de transferencia de energía?

- a. La que tiene mayor temperatura pierde mayor energía, en consecuencia la de menor temperatura gana más energía.
- b. La que tiene menor temperatura pierde mayor cantidad de energía, en consecuencia la de mayor temperatura absorbe mayor temperatura.

- c. La energía que pierde la de mayor temperatura es la misma que la energía que gana la de menor temperatura.
- d. La sustancia más blanda gana más energía.
- e. No hay datos suficientes para establecer qué sustancia pierde y qué sustancia gana energía.

4. Considera la situación en que un alimento es cocinado en el horno. Al término del horneado, ¿qué opción presenta una explicación correcta, en términos de equilibrio térmico, al medir la temperatura interior con un termómetro?

- a. La lectura del termómetro indica que la temperatura es tibia.
- b. Alimentos y recipientes tienen la misma temperatura que la atmósfera dentro del horno.
- c. La capa gaseosa que rodea a los alimentos tiene una mayor temperatura.
- d. El recipiente que contiene al alimento, al ser más duro, tiene menor temperatura que los alimentos por ser más blandos.
- e. No se puede decir algo con la información que se provee.

5. Dos lotes de piezas cerámicas del mismo material y de características similares, pero en cantidades diferentes son sometidas al ciclo de horneado. Los ciclos para cada lote tienen la misma temperatura máxima. Elige la frase que creas correcta.

- a. Los dos lotes necesitan la misma cantidad de calor para llegar a la temperatura máxima.
- b. El lote con mayor número de piezas necesita mayor cantidad de calor para llegar a la misma temperatura que el lote con menor número de piezas.
- c. Si los dos ciclos duran el mismo tiempo, se utiliza la misma cantidad de calor para llevar las piezas de los dos lotes a la misma temperatura.
- d. Si un ciclo dura más que otro, se utilizó mayor cantidad de calor en el que duró más.
- e. a y d.

6. Los lotes de piezas de la pregunta anterior, después del horneado, se dejan enfriar bajo las mismas condiciones ambientales. Bajo estas circunstancias:

- a. El lote con mayor cantidad de piezas tarda más tiempo en enfriarse
- b. El lote que tardó más en calentarse tardará más en enfriarse.
- c. Los dos lotes tardan el mismo tiempo en enfriarse.
- d. Si el ambiente es frío los dos lotes de piezas tardan el mismo tiempo en enfriarse.
- e. Hace falta información

Considera las siguientes formas de transmisión del calor para responder las preguntas 7 y 8.

- 1. Convección
- 2. Conducción
- 3. Radiación

7. ¿Qué sucede dentro del horno en términos de transferencia de calor?

- a. Hay una mayor transferencia de calor hacia las sustancias más blandas.
- b. Los líquidos comienzan a evaporarse cuando comienzan a calentarse.
- c. a y b.
- d. El aire se calienta por convección mientras los alimentos reciben calor por conducción a través del recipiente y aire, además de la radiación de la flama principalmente.
- e. Todas (1, 2 y 3).

8. Se enciende la calefacción en un auto, los orificios de esta se configuran de tal manera que se caliente por la parte más cercana a los pies, en este caso, ¿qué sucede dentro del auto?

- a. Se queda en la parte baja, se va acumulando y esto hace que después de un tiempo sólo hay aire caliente dentro del auto .

- b. Se eleva, desplazando al aire frío hacia abajo, esto hace que después de un tiempo sólo haya aire caliente dentro del auto.
- c. Se mezcla con el aire frío hasta que todo está a la misma temperatura
- d. Se calienta todo el aire al llegarle calor, no importa que sea por abajo.
- e. La temperatura dentro del auto se tibia.

9. Para obtener el vidriado de las piezas cerámicas, es necesario fundir la sílice (SiO_2). ¿Qué sucede mientras se funde el material?

- a. El calor suministrado y la temperatura se siguen elevando para poder fundir por completo el material.
- b. El calor suministrado aumenta, pero la temperatura se mantiene.
- c. El calor suministrado se mantiene, pero la temperatura se eleva.
- d. El calor suministrado y la temperatura se mantienen hasta que el material se funde por completo.
- e. Ninguna de las anteriores, puesto que el material comienza a fundirse desde que se le suministra calor.

10. Por lo general las cerámicas son utilizadas como aislante térmico, eso significa que:

- a. No conducen calor.
- b. No conducen temperatura.
- c. Conducen temperatura pero no calor.
- d. Conducen el calor de manera más lenta que muchos otros materiales.
- e. a y b.

11. Dos materiales cerámicos a diferente temperatura están en contacto térmico. Elige la opción que mejor describa lo que sucede a dichos materiales.

- a. La temperatura se transmite del material más caliente al más frío hasta que los dos llegan a la misma.
- b. El calor fluye del material de mayor temperatura al de menor haciendo que el que pierde también pierda masa y el que gana sea más masivo.

- c. El material más caliente hace que el material más frío eleve su temperatura hasta que alcanza la temperatura del más caliente sin que su temperatura disminuya.
- d. El material con mayor temperatura transfiere calor al de menor y el de menor transfiere frío al de mayor temperatura.
- e. Hay una transferencia de energía del material con mayor temperatura al de menor temperatura, lo que provoca que disminuya la temperatura del que cede y aumente la temperatura del que recibe.

12. El aire acondicionado de un automóvil es puesto en funcionamiento durante el verano, después de un rato se abre la ventana, en este caso, elige la opción que mejor explique lo que sucede

- a. El frío se transfiere del interior del auto hacia el medio.
- b. El calor del medio se transfiere hacia el aire en el interior del auto.
- c. La temperatura del exterior se transfiere hacia el interior.
- d. La temperatura del interior se eleva hasta llegar a una temperatura intermedia con el exterior.
- e. La temperatura del interior se iguala a la del exterior inmediatamente.

13. La razón por la cual es preferible elegir una chamarra de lana a una de mezclilla en una noche fría de invierno es.

- a. La mezclilla, al ser más dura que la lana, se enfría más rápido.
- b. La lana evita que entre el frío.
- c. La mezclilla es más fría.
- d. La lana genera más calor
- e. La lana es mejor aislante.

14. Después de pasar por un calentador, el agua pasa por una tubería hacia la regadera. Bajo estas condiciones, elige la opción que mejor explique lo que sucede con la tubería.

- a. La tubería se calienta
- b. La tubería se dilata

- c. La tubería se encoge
- d. La tubería se dilata porque se humedece con el vapor
- e. La tubería aumenta en dimensiones debido al cambio de temperatura

15. Una puerta de madera está expuesta a los rayos del sol de manera directa. ¿Qué cambios experimenta durante el intervalo de tiempo desde el amanecer hasta el momento en que recibe de lleno los rayos solares?

- a. Solo se calienta.
- b. Se hincha porque pierde el agua que absorbe durante la mañana.
- c. Aumentan sus dimensiones conforme aumenta su temperatura.
- d. Absorbe el calor por ser más blanda que las paredes.
- e. Se calienta poco porque la madera es aislante.

Anexo II. Test versión general (incluye las preguntas no consideradas)

1. Considera un témpano de hielo comparado con una taza con café caliente. ¿Cuál de los siguientes enunciados establece una relación correcta?

- (A) La taza con café tiene mayor cantidad de energía térmica que el témpano de hielo porque está más caliente.
- (B) La taza con café tiene mayor calor que el témpano de hielo porque está caliente.

- (C) El témpano de hielo tiene mayor energía térmica debido a su mayor cantidad de masa.
- (D) La taza con café es la única que tiene energía térmica.
- (E) La taza con café tiene más calor porque el calor derrite al hielo.

2. Dos barras de distintos materiales son frotados vigorosamente entre sí. ¿Cuál de los siguientes enunciados expresa con mayor precisión lo que sucede?

- (A) La fricción provoca que las moléculas del material vibren con mayor rapidez, lo que ocasiona un aumento en la temperatura.
- (B) Se libera temperatura de ambas lo que provoca un aumento de temperatura.
- (C) La temperatura de la barra de plástico fluye hacia la barra de cerámica vidriada porque el plástico es más caliente que la cerámica.
- (D) La energía almacenada en cada material es liberada debido a la fricción.
- (E) Se nota un aumento de temperatura en el material más blando.

3. Dos sustancias previamente calentadas son puestas en contacto térmico. Si suponemos que antes del contacto tenían distinta temperatura, ¿qué sucede en términos de transferencia de energía?

- (A) La que tiene mayor temperatura pierde mayor energía, en consecuencia la de menor temperatura gana más energía.
- (B) La que tiene menor temperatura pierde mayor cantidad de energía, en consecuencia la de mayor temperatura absorbe mayor temperatura.
- (C) La energía que pierde la de mayor temperatura es la misma que la energía que gana la de menor temperatura.
- (D) La sustancia más blanda gana más energía.
- (E) No hay datos suficientes para establecer qué sustancia pierde y qué sustancia gana energía.

4. Considera la situación en que un alimento es cocinado en el horno. Al término del horneado, ¿qué opción presenta una explicación correcta, en términos de equilibrio térmico, al medir la temperatura interior del horno con un termómetro?

- (A) La lectura del termómetro indica que la temperatura es tibia.
- (B) Alimentos y recipientes tienen la misma temperatura que la atmósfera dentro del horno.
- (C) La capa gaseosa que rodea a los alimentos tiene una mayor temperatura.
- (D) El recipiente que contiene al alimento, al ser más duro, tiene menor temperatura que los alimentos por ser más blandos.
- (E) No se puede decir algo con la información que se provee.

5. Dos lotes de piezas cerámicas del mismo material y de características similares, pero en cantidades diferentes son sometidas al ciclo de horneado. Los ciclos para cada lote tienen la misma temperatura máxima. Elige la frase que creas correcta.

- (A) Los dos lotes necesitan la misma cantidad de calor para llegar a la temperatura máxima.
- (B) El lote con mayor número de piezas necesita mayor cantidad de calor para llegar a la misma temperatura que el lote con menor número de piezas.
- (C) Si los dos ciclos duran el mismo tiempo, se utiliza la misma cantidad de calor para llevar las piezas de los dos lotes a la misma temperatura.
- (D) Si un ciclo dura más que otro, se utilizó mayor cantidad de calor en el que duró más.
- (E) A y D.

6. Los lotes de piezas de la pregunta anterior, después del horneado, se dejan enfriar bajo las mismas condiciones ambientales. Bajo estas circunstancias:

- (A) El lote con mayor cantidad de piezas tarda más tiempo en enfriarse.
- (B) El lote que tardó más en calentarse tardará más en enfriarse.
- (C) Los dos lotes tardan el mismo tiempo en enfriarse.
- (D) Si el ambiente es frío los dos lotes de piezas tardan el mismo tiempo en enfriarse.
- (E) No importan las condiciones ambientales, la temperatura simplemente baja

Considera las siguientes formas de transmisión del calor para responder las preguntas 7 y 8.

- 1. Convección
- 2. Conducción
- 3. Radiación

7. ¿Qué sucede dentro de un horno en términos de transferencia de calor?

- (A) Hay una mayor transferencia de calor hacia las sustancias más blandas.
- (B) Los líquidos comienzan a evaporarse cuando comienzan a calentarse.
- (C) A y B.
- (D) El aire se calienta por convección mientras los alimentos reciben calor por conducción a través del recipiente y aire, además de la radiación de la flama principalmente.
- (E) Conducción y radiación.

8. Se enciende la calefacción en un auto, los orificios de esta se configuran de tal manera que el aire caliente salga dirigido a los pies, en éste caso, ¿qué sucede dentro del auto?

- (A) El aire caliente se queda en la parte baja, se va acumulando y esto hace que después de un tiempo sólo hay aire caliente dentro del auto.
- (B) El aire caliente se eleva, desplazando al aire frío hacia abajo, esto hace que después de un tiempo sólo haya aire caliente dentro del auto.
- (C) Se mezcla con el aire frío hasta que todo está a la misma temperatura.
- (D) Se calienta todo el aire al llegarle calor, no importa que sea por abajo.
- (E) La temperatura dentro del auto se tibia.

9. Para obtener el vidriado de las piezas cerámicas, es necesario fundir la sílice (SiO_2). ¿Qué sucede mientras se funde el material?

- (A) El calor suministrado y la temperatura se siguen elevando para poder fundir por completo el material.
- (B) El calor suministrado aumenta, pero la temperatura se mantiene.
- (C) El calor suministrado se mantiene, pero la temperatura se eleva.
- (D) El calor suministrado y la temperatura se mantienen hasta que el material se funde por completo.
- (E) Ninguna de las anteriores, puesto que el material comienza a fundirse desde que se le suministra calor.

10. Por lo general las cerámicas son utilizadas como aislante térmico, eso significa que:

- (A) No conducen calor.
- (B) No conducen temperatura.
- (C) Conducen temperatura pero no calor.
- (D) Conducen el calor de manera más lenta.
- (E) A y B.

11. Dos materiales cerámicos a diferente temperatura están en contacto térmico. Elige la opción que mejor describa lo que sucede a dichos materiales.

- (A) La temperatura se transmite del material más caliente al más frío hasta que los dos llegan a la misma.
- (B) El calor fluye del material de mayor temperatura al de menor haciendo que el que pierde también pierda masa y el que gana sea más masivo.
- (C) El material más caliente hace que el material más frío eleve su temperatura hasta que alcanza la temperatura del más caliente sin que su temperatura disminuya.
- (D) El material con mayor temperatura transfiere calor al de menor y el de menor transfiere frío al de mayor temperatura.
- (E) Hay una transferencia de energía del material con mayor temperatura al de menor temperatura, lo que provoca que disminuya la temperatura del que cede y aumente la temperatura del que recibe.

12. El aire acondicionado de un automóvil es puesto en funcionamiento durante el verano, después de un rato se abre la ventana, en éste caso, elige la opción que mejor explique lo que sucede.

- (A) El frío se transfiere del interior del auto hacia el medio.
- (B) El calor del medio se transfiere hacia el aire en el interior del auto.
- (C) La temperatura del exterior se transfiere hacia el interior.
- (D) La temperatura del interior se eleva hasta llegar a una temperatura intermedia con el exterior.
- (E) La temperatura del interior se iguala a la del exterior inmediatamente.

13. La razón por la cual es preferible elegir una chamarra de lana a una de mezclilla en una noche fría de invierno es:

- (A) La mezclilla, al ser más dura que la lana, se enfría más rápido.
- (B) La lana evita que entre el frío.
- (C) La mezclilla es más fría.
- (D) La lana genera más calor
- (E) La lana es mejor aislante.

14. Después de pasar por un calentador, el agua caliente pasa por una tubería hacia la regadera. Bajo estas condiciones, elige la opción que mejor explique lo que sucede con la tubería.

- (A) La tubería se calienta.
- (B) La tubería se dilata.
- (C) La tubería se encoge.
- (D) La tubería se dilata porque se humedece con el vapor.
- (E) La tubería aumenta en dimensiones debido al cambio de temperatura.

15. Una puerta de madera está expuesta a los rayos del sol de manera directa. ¿Qué cambios experimenta durante el intervalo de tiempo desde el amanecer hasta el momento en que recibe de lleno los rayos solares?

- (A) Solo se calienta.
- (B) Se hincha porque pierde el agua que absorbe durante la mañana.
- (C) Aumentan sus dimensiones conforme aumenta su temperatura.
- (D) Absorbe el calor por ser más blanda que las paredes.
- (E) Se calienta poco porque la madera es aislante.

16. Una tubería de metal conduce vapor de agua. Bajo estas condiciones, ¿qué opción explica mejor lo que sucede?

- (A) El vapor transfiere calor al tubo, por lo que éste se calienta.
- (B) El vapor ocupa poco volumen porque pierde masa.
- (C) El vapor transfiere calor al tubo, éste se dilata con el aumento de temperatura.
- (D) El vapor transfiere temperatura al tubo, por lo que el vapor se tibia.
- (E) El tubo transfiere frío al vapor por lo que éste se condensa.

17. La temperatura que registra un médico con ayuda de su termómetro durante una revisión es:

- (A) Fiebre del paciente.
- (B) La energía térmica promedio del paciente.
- (C) El calor corporal del paciente.
- (D) Los grados de calor del paciente.
- (E) El calor que se transfiere del paciente al termómetro.



Figura 1: Ladrillo con el extremo derecho incandescente.

La figura 1 muestra un ladrillo cuyo extremo más luminoso (derecho) se encuentra a una mayor temperatura que el resto. Utiliza esta información para contestar las preguntas 18 y 19.

18. Al desprestigiar la interacción del medio con el ladrillo de la figura 1, ¿qué sucede, en términos de transferencia de energía, con el ladrillo?

- (A) La temperatura fluye al extremo más frío.
- (B) El ladrillo simplemente se enfría.
- (C) El calor se conduce hacia el extremo más frío.
- (D) El frío se conduce al extremo más caliente.
- (E) El extremo más caliente se quema.

19. ¿Qué podría apreciarse si se observara al microscopio el ladrillo de la figura 1?

- (A) Las partículas de la parte más caliente brillarían.
- (B) Un tránsito de partículas de la parte fría a la parte caliente.
- (C) Un tránsito de partículas de la parte caliente a la parte fría.
- (D) Las partículas de la parte caliente pierden su brillo paulatinamente.
- (E) Las partículas más calientes vibran más rápido y al chocar con las otras transfieren parte de esa vibración.

20. Se requiere elegir un material aislante térmico, de un conjunto de muestras, para componentes electrónicos. ¿Qué argumento usarías para sugerir un material?

- (A) El que tenga mayor capacidad calorífica específica.
- (B) El que tenga menor capacidad calorífica específica.

- (C) Cualquiera que tenga capacidad calorífica específica similar al del hierro.
- (D) Cualquiera que tenga capacidad calorífica específica mayor que el hierro.
- (E) El que tenga capacidad calorífica específica menor que el hierro.

21. Un diseñador de componentes eléctricos necesita colocar un aro de metal en una base de material con baja dilatación. Si el componente debe ser sometido a cambios constantes de temperatura, ¿Cómo debe fabricarse la base para el aro?

- (A) Un poco más pequeña para que ajuste al tamaño.
- (B) Lento para que esté a tiempo.
- (C) Del mismo tamaño para que coincida.
- (D) Rápido para que esté a tiempo.
- (E) Un poco más grande para que se ajuste al tamaño.

22. ¿Qué sucedería mientras se opera un horno si, durante la construcción, se sustituye un material por otro de menor conductividad térmica?

- (A) Se conservaría mejor el calor, por lo que sería más fácil elevar la temperatura dentro del horno.
- (B) La temperatura se perdería más rápido, por lo que sería necesario más calor dentro del horno.
- (C) El calor se transmitiría más rápido hacia afuera del horno, lo que ocasiona una baja en la temperatura.
- (D) Circularía más lento el calor, en consecuencia tardaría más en elevarse la temperatura dentro del horno.
- (E) La temperatura se perdería más lento, por lo que habría más calor dentro del horno.

23. El termómetro de un refrigerador que contiene frutas, verduras, bebidas enlatadas, carnes y envases de vidrio, marca una temperatura de 3°C. Si suponemos que no se ha abierto en 30 minutos, se puede concluir que:

- (A) Latas y botellas estarán más frías que frutas, verduras y carnes.
- (B) Verduras y frutas estarán menos frías que latas, botellas y carnes.
- (C) Carnes tendrán una temperatura mayor que frutas y verduras, pero menor que latas y botellas.
- (D) Todo lo que está dentro tendrá la misma temperatura.
- (E) Las latas estarán más frías que los demás artículos.

24. ¿Qué pasaría si a un gas se somete, súbitamente, a una temperatura por debajo de su punto de solidificación?

- (A) Perdería toda su energía muy rápido, por lo que se solidificaría inmediatamente.
- (B) Se solidificaría inmediatamente al perder toda su temperatura muy rápido.
- (C) Perdería paulatinamente su temperatura por lo que sus partículas se moverían más lento.

- (D) Al perder su calor paulatinamente iría bajando su temperatura hasta el equilibrio térmico.
- (E) Se haría más pesado porque al solidificarse ganaría masa.

25. En un plano microscópico, el resultado de poner en contacto dos sustancias a diferente temperatura es:

- (A) El aumento en la energía cinética de las partículas de la sustancia de menor temperatura.
- (B) La disminución de la temperatura de la sustancia más caliente.
- (C) La disminución de la energía cinética de las partículas de menor temperatura.
- (D) La disminución de la temperatura de la sustancia más fría.
- (E) El equilibrio térmico entre las dos sustancias.

26. Se intenta abrir un frasco de vidrio con tapa de metal, al ser sacado del refrigerador, debido a la dificultad para hacerlo, se decide calentar. Esto hace más fácil poder abrir el frasco. La razón por la cual sucede es:

- (A) La tapa se hace más suave y resbala fácilmente sobre el vidrio.
- (B) El aumento de temperatura provoca una mayor dilatación de la tapa.
- (C) El aumento de temperatura produce una disminución de tamaño en el frasco.
- (D) La sustancia que contiene el frasco se hace más fluida y permite que la tapa resbale.
- (E) El vapor que se genera dentro del frasco sirve de lubricante para que resbale la tapa.

27. Una máquina necesita trabajar con aumentos de temperatura no mayores a dos grados para funcionar eficientemente. Dicha máquina está recubierta con una membrana impermeable (que no permite el paso de sustancias a través de ella). Si suponemos que de alguna manera se mantiene la temperatura dentro de la membrana alrededor de 25°C. ¿Cómo se minimizaría el efecto del medio sobre los cambios de temperatura?

- (A) Soplando aire constantemente.
- (B) Dejando la máquina en la sombra.
- (C) Rociando con agua la superficie.
- (D) Pintando de blanco la membrana.
- (E) Cubriendo la membrana con arena.

28. Es común que se recomiende el uso de nitrógeno en lugar de aire para llenar las llantas de un auto debido a que con el primero se mantiene una mayor área de contacto entre la llanta y el piso. Al considerar que el rodamiento de la llanta provoca un aumento de temperatura. Una explicación a esto es que:

- (A) Al ser más frío, el nitrógeno es más pesado que el aire.

- (B) El aire se calienta más en el mismo intervalo de temperatura por lo que se evapora más y pierde masa.
- (C) El nitrógeno se dilata menos que el aire en el mismo intervalo de temperatura.
- (D) El nitrógeno absorbe más calor que el aire en el mismo intervalo de temperatura.
- (E) El nitrógeno hace que la llanta sea más dura al enfriarla.

29. Dos objetos huecos de formas y composición similares, uno cubierto con pintura negra y otro con pintura blanca, son expuestos al sol. Después de una media hora, se mide la temperatura dentro de los objetos y ésta se nota ligeramente más elevada en uno de los objetos. Elige la opción que se adecúe mejor a la hipótesis que explique el fenómeno.

- (A) El negro es más caliente que el blanco por lo que la temperatura es más elevada en el objeto negro.
- (B) El objeto blanco es el de temperatura más elevada porque el blanco refleja el calor.
- (C) El objeto negro es el de temperatura más elevada porque conduce mejor el calor.
- (D) La radiación es absorbida en su totalidad por el objeto negro, por lo que esta transfiere más calor por radiación.
- (E) El calor llega a los objetos por radiación, pero el blanco conduce mejor el calor y este aumenta la temperatura dentro.

30. Una persona, dentro de un cuarto oscuro experimenta una temperatura baja. Decide utilizar una prenda negra pues eso, argumenta, es más caliente que una prenda con un color cualquiera. Según tus propias ideas, ¿qué opción explica mejor la ventaja o desventaja de esta decisión?

- (A) Es muy buena decisión ya que el negro absorbe mejor el calor.
- (B) En efecto, el negro es más caliente que cualquier otro color. Lo que da una ventaja al uso de esta prenda.
- (C) Al absorber mejor la radiación, el negro guarda mejor la temperatura. Por lo que es una decisión acertada.
- (D) Por absorber toda la radiación, las partículas de la prenda negra vibran más, tienen una mayor temperatura.
- (E) La prenda negra solo daría cierta ventaja en presencia de una fuente luminosa como el sol. Para este caso no es relevante.

Anexo III. Algunos productos obtenidos durante el curso

Sistema de educación media superior

UDG

Preparatoria de Tonalá

Bachillerato tecnológico en cerámica

Termodinámica de los hornos cerámicos

Prof. José Luis Santana Fajardo
Jairo Melquiades Andrade Corona
Viviana Montserrath Partida Hernández
Ignacio Javier De la Cerda Domínguez
3° “A” T/V
Cálculo de conductividad térmica-protocolo

Índice

1. Portada.
2. Índice.
- 3-5. Aspectos introductorios.
- 6-8. Metodología.
- 9-10. Aspectos operativos.
11. Bibliografía.

1) Aspectos introductorios.

1.1-. Presentación del tema.

“La conductividad térmica es la propagación de calor por conducción y se realiza de molécula a molécula” (Ayala 2013)

Cuando el calor es aplicado a un cuerpo que sea buen conductor este se propaga, es decir ese calor se propaga de principio a fin del cuerpo, hasta estar a la misma temperatura que se le aplica completamente.

Se diseñara un experimento que nos permita calcular la conductividad térmica para explicar con exactitud este concepto, llevar a cabo una explicación teórica-experimental de una manera sencilla y fácil de comprender.

1.2-. Planteo y formulación del problema.

Cuando hablamos de conductividad térmica, en nuestro interés surge una pregunta:

¿Cómo calcular la conductividad térmica?

Sabemos de una manera breve la definición del concepto, como ya se había mencionado, es la propagación de calor de molécula en molécula, pero surge el problema “como calcular la conductividad térmica” por lo que se realizarán ciertos procedimientos y experimentación.

1.3-. Justificación y relevancia del problema.

Nos interesa aprender a calcular la conductividad térmica mediante cálculos, investigación teórica y experimental, ya que en la cerámica se crean diversas muestras con diferentes composiciones de las cuales no existe un coeficiente de conductividad térmica, por lo que queremos encontrar una manera de encontrar dichos coeficientes dado nuestro problema:

¿Cómo calcular la conductividad térmica?

1.4-. Antecedentes.

De acuerdo con la segunda ley de la termodinámica el calor siempre fluye en la dirección de la temperatura más baja.

“La conductividad térmica es una propiedad física que describe la capacidad de un material de transferir calor por conducción. (Padial, 2014)”, es decir, se trasmite el calor por conducción de molécula a molécula, esto implica que la transmisión de calor se da de un cuerpo a otro que está a menor temperatura o entre zonas de un mismo material pero con temperatura diferente.

“Las partículas que forman un objeto, como sus moléculas, con alta energía térmica se mueven más rápido que las de un objeto con menor energía térmica. (Padial, 2014)”, en otras palabras, cuánto más caliente está un objeto más energía cinética tienen los átomos y moléculas que lo forman.

Cuándo las moléculas de una parte del objeto se calientan, pueden moverse y chocar entre sí transfiriendo la energía térmica a otras moléculas del objeto. En el caso de los sólidos, cuándo se calientan sus partículas vibran más rápido haciendo que las partículas adyacentes vibren también más rápido al transferir el calor. La partícula que transfiere la energía se enfría y su movimiento se hace más lento, y la partícula que absorbe la energía se calienta y se mueve o vibra más rápido. Esto continúa hasta que el objeto alcanza el equilibrio térmico.

La expresión algebraica correspondiente para la conductividad térmica viene determinada por la Ley de Fourier: $H=Q/t=k \frac{A}{d} (T_2 - T_1)$

El calor por conducción depende del tiempo, del área, de la variación de temperatura y depende de la distancia del objeto.

Entonces “H” el flujo de calor, “Q” la cantidad de calor en Joules (J) transmitida, “t” el tiempo en segundos, “A” el área de las caras, (T₂ - T₁) la diferencia de temperaturas que existe entre las dos superficies, “d” la distancia que separa ambas caras y “k” el coeficiente de conductividad térmica.

Se dice que la conductividad térmica depende de la naturaleza de la sustancia y que también es función de la temperatura y aumenta ligeramente a medida que aumentan las temperaturas.

“La conductividad térmica expresa la capacidad de un material dado en conducir el calor, y es propia esencial de cada material. (Agustín Ostachuk, Leonardo Di Paolo, 2000)”

“Para encontrar el valor de la conductividad lo único que falta es hallar una expresión que nos permita determinar el calor transferido. $\Delta Q = m L_f$. (Agustín Ostachuk, Leonardo Di Paolo, 2000)”

Para concluir, la fórmula que se usará en este proyecto será:

$$k = \frac{mL_f \Delta x}{\Delta t A \Delta T}$$

1.5- Objetivos.

Objetivos específicos:

- 1-. Definir un procedimiento experimental para medir la conductividad térmica de la muestra cerámica.
- 2-. Buscar experimentos del fenómeno para el diseño del experimento propio.

Objetivo general:

- 1-. Conocer la conductividad térmica de una muestra cerámica.

1.6-. Hipótesis.

El cálculo de la conductividad se aplicara en una muestra cerámica que se elaborara, por lo tanto sabemos que el coeficiente que calcularemos será demasiado bajo ya que los materiales cerámicos son malos conductores del calor, entonces el coeficiente de C.T será menor que el coeficiente de conductividad térmica del zinc que es de:

$$95.44 \frac{kcal}{mhr^{\circ}C}$$

2) Metodología.

El conocimiento se obtendrá mediante la investigación, la experimentación y la comprobación de resultados., Con los pasos a seguir para la realización del experimento dejará datos empíricos que servirán como base para su comparación con coeficientes de conductividad térmica ya conocidos.

2.1-. Caracterización de la investigación.

Esta investigación se caracteriza por los siguientes rasgos:

- Naturaleza:

Dentro de otros puntos que tiene esta investigación, además en la parte experimental se observará la conductividad térmica, es decir, se estudiará en dos casos (se ejecutarán dos experimentos en uno para ser más precisos en los resultados). En resumen la naturaleza de este proyecto es experimental.

- Finalidad:

En esta investigación se explora dentro de la información, se trata de describir como se llevará a cabo el trabajo, es decir esta investigación es explicativa, explica paso a paso como se va a realizar la investigación la experimentación etc.

- Enfoque paradigmático:

Nos enfocamos en buscar resultados basados en números, por lo que el enfoque se define como cuantitativo.

2.2-. Situaciones que se estudiarán (área de estudio).

El estudio se enfocará en una muestra cerámica a partir de la siguiente situación:

Conocemos diversos coeficientes de conductividad térmica de diferentes materiales, pero en la cerámica se da otro punto diferente, en ciertas ocasiones las muestras son creadas, son compuestas de distintos elementos, entonces varía el coeficiente de conductividad térmica en cada muestra.

Dada esta situación de encontrar la manera de calcular el coeficiente de conductividad térmica de cualquier material, elemento, muestra., con una fórmula o ecuación útil.

2.3-. Caracterización de las muestras y de los procesos de muestreo que se realizarán.

Las muestras serán elaboradas por el equipo, se optó por utilizar barro como material principal, con este se elaborarán dos placas aproximadamente de 150gr cada una formadas con un molde rectangular de 15cm de largo por 11cm de ancho y 1.5cm de alto, las medidas de las placas no se tomarán mucho en cuenta ya que el barro permanece húmedo y cuando llegue a la cocción disminuirán sus dimensiones., por lo anteriormente mencionado el tipo de muestreo es intencional.

Para el proceso de elaboración de dichas muestras se seguirán los pasos:

- Se tomarán aproximadamente 150gr de barro para cada placa.
- Se mezclará con una cierta cantidad de agua hasta obtener la consistencia firme.
- Una vez teniendo la mezcla con su consistencia firme se amasará y se pondrá dentro del molde rectangular.
- Se cortarán con un instrumento filoso a las medidas que se mencionaron.
- Como penúltimo paso, se dejan secando y como último y para finalizar se llevan a la cocción, se quemarán aproximadamente a 600°C.

2.4-. Exposición de las variables de análisis que se considerarán.

En este apartado se exponen las variables de nuestro análisis, que son las siguientes:

- m = masa de la muestra en gramos.
- L_f = calor de fusión del hielo que se utilizará.
- Δx = la distancia que recorrerá el calor.
- Δt = el tiempo que tardara en hacer el recorrido el calor.
- A = el área por la que se propagará el calor.
- ΔT = diferencia de la temperatura entre las dos caras.

2.5 Definición y caracterización de las técnicas de recolección de datos que se utilizarán para la recolección de datos.

Para recolectar datos dentro del trabajo de campo se utilizará un cronometro para medir el tiempo que tardará en propagarse, un termómetro para medir la temperatura del calor, un vernier para hacer las mediciones que se necesiten (en especial el grosor de la muestra) y una calculadora para obtener resultados numéricos.

2.6-. Presentación del protocolo del trabajo de campo.

Los materiales que se utilizaran constan de los siguientes:

Una base, un generador de vapor, dos placas cerámicas, un molde de hielo.

El generador de vapor se colocara sobre la base, en un orificio del matraz se colocara un termómetro y en el otro se conectara con una manguera de látex el

tapón con la boca chica del embudo, haciendo hervir agua dentro del matraz, en la boca grande el embudo se colocará la placa y encima de la placa el molde de hielo destapado con la boca hacia abajo.

Al hacer hervir el agua entonces tendremos una diferencia de temperatura de 95°C (aprox.) que será medida con el termómetro entonces obtendremos ΔT , la boca grande del embudo se medirá y se calculará el área que es el área por la que pasará el calor obteniendo así A , el ancho de la placa en la que se realizará el estudio será medido con el vernier entonces también tendremos ya Δx , cuando el hielo se derrita se recolectará la masa para obtener el dato m , pero antes de eso se tomara el tiempo que tardo en derretirse con el cronometro obteniendo otro de los datos Δt , por ultimo para obtener L_f simplemente es el calor de fusión del hielo, es decir, el calor que se necesitará para fundir dicho hielo.

Y con el seguimiento de este plan de experimentación se puede estudiar la conductividad térmica en nuestra muestra cerámica.

2.7.- Caracterización del plan de análisis de los datos.

La información o datos recolectados durante el experimento se emplearán dentro de las siguientes fórmulas:

1-. $\Delta Q = mL_f$, que será usada para encontrar una expresión de calor transferido.

2-. Ya que contamos con todos los datos usamos: $k = \frac{mL_f\Delta x}{\Delta t A \Delta T}$ donde k será el coeficiente de

Conductividad térmica.

3) Aspectos operativos.

En este último punto se mencionan operaciones que son importantes, que se realizarán para la elaboración del proyecto como el cronograma, recursos humanos e infraestructura.

3.1.- Cronograma de actividades.

Las fechas asignadas para la elaboración del trabajo se organizan en el cronograma a comenzar, se tiene del 20 de Nov al 01 de Dic.

| ACTIVIDAD | FECHA |
|-----------------------------------|------------|
| 1-. Procesamiento de información. | 18-20 Nov. |
| 2-. Redacción del protocolo. | 20-27 Nov. |

| | |
|------------------------------|------------|
| 3-. Elaboración de muestras. | 28-29 Nov. |
| 4-. Trabajo de campo. | 03- Dic. |

3.2-. Recursos humanos.

En el siguiente cuadro se organiza el número y definición de las actividades junto con el nombre del miembro del equipo que se le asigno cierta actividad:

| ACTIVIDAD | MIEMBRO |
|--|--|
| 1-. Procesamiento de información. | Todos los miembros (3). |
| 2.- Redacción del protocolo. | Jairo Melquiades Andrade Corona y Viviana Montserrath Partida Hernández. |
| 3-. Redacción de antecedentes del protocolo. | Ignacio Javier De la Cerda Domínguez. |
| 4-. Elaboración de muestras. | Viviana Montserrath Partida Hernández. |
| 5-. Trabajo de campo. | Todos los miembros (3). |

3.3-. Infraestructura y equipamiento.

En las siguientes listas se informa con lo que se cuenta de material y lo que se necesita para la realización de las actividades.

Equipamiento disponible:

- Se cuentan con los materiales de laboratorio que se necesitaran para el trabajo de campo como el matraz, el termómetro, el mechero, el embudo y en dado caso el soporte universal.
- Calculadora.
- Cronometro.
- Entorno para la realización (laboratorio).
- Vernier.
- Hielo.
- Manguera de látex.
- Baso de precipitado.

Equipamiento necesario (no disponible):

- Material para las muestras (barro).
- Impresora (no se cuenta con este instrumento para que el protocolo sea impreso en hojas).
- Horno cerámico (para la cocción de las muestras).

3.4-. Recursos humanos.

En este último apartado del proyecto se ordenan los gastos que aremos para la realización del proyecto.

| MATERIAL | CANTIDAD | COSTO |
|---------------------------------------|-------------|------------------|
| - Material para las muestras (barro). | 300 gramos. | \$15.00. |
| - Impresiones. | 11 | \$5.00 (aprox). |
| - Cocción de las muestras. | 1 | \$10.00 (aprox). |
| COSTO TOTAL | | \$30.00 (aprox). |

Bibliografía.

1-. W. Greiner, L. Neise y H. Stöcker.

DESARROLLO HISTÓRICO DE LA TEORÍA DEL CALOR.

2-. Agustín Ostachuk, Leonardo Di Paolo y Ulises Orlando – Termodinámica, Física I – Universidad Nacional de General

San Martín – Julio (2000) - e-mail: aostachuk@hotmail.com

Una manera simple de determinar la conductividad térmica de los

Materiales.

Revista: Scientia Et Technica (2008) XIV (39)

3-. Koshkin, Shirkévich. Manual de Física elemental, Edt. Mir (1975) págs. 74-75.

4-. Tecnología Azucarera del ing. María C. Santibáñez.

5-. Néstor Fonseca Días, Juan Esteban Tibaquirá.

Método para la estimación experimental de la conductividad térmica en algunos materiales comunes en Colombia para aplicaciones HVAC/R.

Scientia Et Technica, vol. XLV, núm. 39, septiembre, 2008, pp. 464-469,

Universidad Tecnológica de Pereira Colombia.

6-. YouTube, <http://www.youtube.com/watch?v=y5XtxmNWmtk>. Prof. Jorge Ayala, conductividad térmica-ley de Fourier, 04 de Mayo del 2013.

Universidad de Guadalajara.

Preparatoria de Tonalá.

Pedro Antonio Gutiérrez Gallo.

3°A T/V Bachillerato tecnológico en cerámica.

Termodinámica de los hornos cerámicos.

José Luis Santana Fajardo.

Protocolo.



Índice.

1. Portada
2. Índice
3. Presentación del tema, planteo y formulación del tema, justificación y relevancia
4. Exposición de antecedentes y formulación de un esquema conceptual (resumen e información redactada)
5. Formulación de objetivos, Formulación de hipótesis o anticipaciones de sentido, Caracterización según de la investigación diferentes criterios, Definición de la población o situaciones que se estudiarán, Caracterización de las muestras y de los procesos de muestreo que se realizarán
6. Exposición de variables o categorías de análisis que se considerarán
7. Definición y caracterización de las técnicas de investigación que se Utilizarán para la recolección de los datos y presentación del protocolo.

8. Características de plan de análisis de los datos, cronograma de trabajo, recursos humanos e infraestructura y equipamiento
9. Recursos económicos y bibliografía.

Presentación del tema

<<La conductividad térmica es la cantidad de calor que en condiciones estacionarias pasa en una unidad de tiempo a través de la unidad de área de una muestra de material>> (RODRIGO MANUEL ERAZO ANDRADE, OCTUBRE 2007)

Cuando a un cuerpo se le aplica calor ese se transmite del punto en el que se le aplica hasta el extremo final por medio de la conducción.

En los materiales cerámicos por el modo de fabricación la conductividad térmica se transmite a la hora de estar en el horno que es donde el calor se propaga pues se les transmite el calor desde que se eleva la temperatura dentro del horno.

Se buscara una forma de calcular la conductividad térmica en una pieza cerámica para explicar con precisión

Planteo y formulación del problema

De forma general en la conductividad térmica el calor se propaga sobre la pieza cerámica haciendo que sus moléculas se alteren y rompan enlaces haciendo que esta cambie de estado al elevar su temperatura.

Se conocen distintas maneras de calcular la conductividad térmica en distintos materiales, pero dado que dentro de la cerámica existen diversas composiciones de los materiales y usos, por lo que es necesario saber la conductividad térmica de los materiales cerámicos, es decir, a partir de aquí surge la pregunta

¿Cómo calcular la conductividad térmica en una muestra cerámica?

Justificación y relevancia

Debido a que se conoce la conductividad térmica de varios materiales tales como ladrillos, acero, hierro, aluminio y otros tipos de metales y materiales de construcción. No es posible conocer o contar con un registro para todas las composiciones cerámicas, debido a que estas composiciones son infinitas es por eso que surge nuestra necesidad de calcular su conductividad térmica.

Exposición de antecedentes y formulación de un esquema conceptual (resumen e información redactada)

La conductividad térmica

Es transmitir calor de parte por parte hasta que la materia se calienta totalmente, al aplicarle calor a un sólido sus moléculas se alteran y comienzan a dispersarse y a romperse los enlaces haciendo que este cambie de estado llegando a su punto de fusión, la mayoría de los sólidos son buenos conductores de calor pero en específico los metales son los mejores conductores de calor por su estructura molecular bien formada de los metales que tienen mayor conductividad térmica son oro, plata, bronce, cobre y aluminio en líquidos el calor se propaga de mal manera igual que en los gases ya que se le conocen como aislantes hay muchos materiales que son aislantes debido a que conducen mal el calor como la madera el plástico etc. Cuenta

mucho en caso de los sólidos por su tamaño ya que entre más grandes sean sus dimensiones más tardara el calor en fluir por el cuerpo.

La conductividad térmica es una capacidad elevada en los metales y en general en cuerpos continuos, y es más baja en los gases, siendo muy baja en algunos materiales especiales tales como la fibra de vidrio, denominados por ello, aislantes térmicos. Para generar la conducción térmica se necesita una sustancia, por tal razón, es nula en el vacío. El coeficiente de conductividad térmica (λ) caracteriza la cantidad de calor necesario por m^2 , para que atravesando durante la unidad de tiempo, 1 m de material homogéneo obtenga una diferencia de 1 °C de temperatura entre las dos caras. Este es un mecanismo molecular de transferencia de calor que se genera por la excitación de las moléculas. Se presenta en todos los estados de la materia con predominancia en los sólidos. En mayor o menor medida, todos los materiales oponen resistencia al paso del calor a través de ellos. Los metales son los que tienen menor resistencia, por ello se dice que tienen buena **conductividad térmica**. Los materiales de construcción (yesos, ladrillos, morteros) tienen una resistencia media. Los materiales que ofrecen una alta resistencia térmica se llaman aislantes térmicos específicos o sencillamente, aislantes térmicos.

De tal modo que el comportamiento de los cerramientos y en general de los componentes de la construcción, tienen un papel doble desde el punto de vista térmico; por un lado, uno puramente de resistencia y otro, al que se le da mucha menor importancia, que es el *capacitivo* o *inercial*.

El *resistivo* depende directamente del espesor e inversamente del coeficiente de conductividad térmica, y el *capacitivo* es directamente proporcional al calor específico, al espesor y a la densidad. Por lo tanto, los muros de gran espesor, contruidos antiguamente, consiguen resistencias y capacidades elevadas.

Se dice que los materiales no metálicos se consideran como aislantes térmicos ya que debido a su estructura no son buenos conductores, el valor de la conductividad térmica se define a través del desorden estructural esto quiere decir que si las moléculas de la materia están muy dispersas este tiende a tener menos conductividad térmica, en la cerámica la porosidad en una pieza es señal de que no tiene muy buena conductividad ya que los poros contienen aire lo cual son de muy baja conductividad

Formulación de objetivos

Objetivo general: conocer la conductividad térmica en la muestra cerámica.

Objetivo específico: saber cómo calcular la conductividad térmica de las muestras cerámicas.

Formulación de hipótesis o anticipaciones de sentido

m = Masa

L_f = Calor latente de fusión

Δx = Distancia que recorrerá el calor

Δt = Variación de tiempo

A = Área de la materia

ΔT = Variación de la temperatura.

Definición y caracterización de las técnicas de investigación que se utilizaran para la recolección de los datos.

Se utilizaran varios instrumentos para la recolección de datos los cuales serán:

1 vernier

1 termómetro

1 calculadora

El vernier se utilizara para medir las muestras (placas de barro), el termómetro será utilizado a la hora de calcular la temperatura y la calculadora se utilizada para calcular los datos numéricos recolectados.

Presentación del protocolo de trabajo de campo

Desarrollo experimental

En esta parte se presenta el experimento el cual se llevara a cabo con los siguientes materiales: manguera, matraz, embudo, termómetro, agua, placas de barro, hielo, mechero y vernier; las placas de barro serán colocadas sobre la cámara de vapor, a las cuales se le pondrá el hielo encima, ya una vez puesta la cámara de vapor bajo la muestra se le aplicara fuego con el mechero al matraz y con un termómetro se medirá la temperatura del mechero, y con el vapor generado por el agua que lleva el matraz el calor atravesara la muestra, el calor (energía térmica) transferido al hielo será utilizado para fundirlo para la recolección de datos se necesita hallar el tiempo en el cual se funde la masa de hielo. Es importante no comenzar la adquisición de datos antes de que el hielo comience a fundirse al final de la experiencia entonces se toman los valores de masa tiempo y por tanto (R) El calor transferido por la cámara de vapor no es el único transferido al hielo, sino también el calor del ambiente al estar a mayor temperatura que el hielo el ambiente también cede calor para la fundición del hielo así que tenemos que restar la temperatura ambiente a la

temperatura que nos resulte al final, y así se medirá la conductividad térmica de las muestras.

Características del plan de análisis de los datos

La información recolectada la cual se llevará a cabo en esta parte del trabajo es cuantitativa ya que se necesitan calcular números para saber precisamente la conductividad térmica a la hora del muestreo.

Cronograma de actividades

| | |
|--------------|--|
| 25 noviembre | Iniciar leyendo la guía para la elaboración del protocolo y recolectando información. |
| 26 noviembre | Analizar la información y comenzar a elaborar los puntos 1.1, 1.2 y 1.3 |
| 27 noviembre | Seguir con la elaboración de los puntos 1.4, 1.5 y 1.6 y elaborar las muestras (placas de barro) |
| 28 noviembre | Comenzar la metodología y comenzar a elaborar los puntos 2.1, 2.2 y 2.3 |
| 29 noviembre | Terminar la metodología llevando a cabo los puntos 2.4, 2.5, 2.6 y 2.7 |
| 30 noviembre | Comenzar y terminar los aspectos introductorios 3.1, 3.2, 3.3 y 3.4 |
| 1 diciembre | Entregar el protocolo ya terminado al profesor |

Recursos humanos.

Este protocolo fue hecho solo por mí por lo que le dediqué el tiempo adecuado para que quedara bien presentado, las tareas fueron realizadas por mí en el lapso del 25 de noviembre hasta el 1 de diciembre con 2 hrs dedicadas a diario.

Infraestructura y equipamiento.

1. Manguera
2. Matraz
3. Embudo
4. Termómetro
5. Agua
6. Placas de barro
7. Hielo
8. Mechero
9. Vernier
10. Charola
11. Soporte universal
12. Bascula
13. Tapón bioradado
14. Cronometro.

Recursos económicos.

| Gastos de equipamiento | Material de laboratorio | Materiales fungibles |
|--------------------------|-------------------------|----------------------|
| Barro \$10 | Mechero | Papel \$3 |
| Hielo \$1 | Agua | Impresiones \$6 |
| Bata de laboratorio \$10 | Manguera | |
| | Matraz | |
| | Embudo | |
| | Termómetro | |
| | Vernier | |
| | Charola | |
| | Soporte universal | |
| | Bascula | |
| | Tapón bioradado | |
| Precio total \$21 | Cronometro | Precio total \$9 |

Bibliografía

FISICA PREUNIVERSITARIA LA ENCICLOPEDIA DE LA EDITORIAL RUBIÑOS Publicado el 04/05/2013

<https://www.youtube.com/watch?v=y5XtxmNWmtk>

Agustín Ostachuk, Leonardo Di Paolo y Ulises Orlando – Termodinámica, Física I – Universidad Nacional de General San Martín – Julio 2000 - e-mail: aostachuk@hotmail.com

http://www.fisicarecreativa.com/informes/infor_termo/conduc_term.pdf

Estas fueron las fuentes de información consultadas para enriquecer este trabajo las cuales me sirvieron de mucho para su elaboración.



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
PREPARATORIA TONALA
CONDUCTIVIDAD TERMICA

3°A B.T.C

QUIÑONEZ GOMEZ ANTONIO

CRUZ IZARRARAZ MIGUEL ALBERTO

CONTRERAS GONZALEZ JESUS

VALLEJO CHAVEZ GERMAN EDUARDO

IÑIGUEZ GARCIA BRYAN EDUARDO

Índice:

- Índice..... 1
- Planteo del problema..... 2
- Metodología..... 3
- Cronograma..... 4
- Antecedentes.....5-8

PLANTEO DEL PROBLEMA

* Saber la conductividad térmica de una muestra Cerámica, utilizando las formulas químicas.

*Mediante el uso de un dispositivo experimental adecuado, medir la conductividad térmica de materiales utilizados para la cerámica.

JUSTIFICACION

Se elaboraran placas de barro para dar a conocer cuánta es su resistencia al someter ha temperaturas de 100°, también de 0° y con base a lo que dice en nuestra experimentación sabremos la conductividad térmica del barro.

OBJETIVOS

*Comprobar la conductividad térmica con una placa de barro

*identificar las necesidades para medir la conductividad térmica.

HIPOTESIS

La conductividad del barro va hacer 80% menor que la de la fibra cerámica, y mayor que la de la madera, por que el barro es mas poroso y es menor conductor térmico.

METODOLOGIA

Para el experimento utilizaremos los siguientes materiales:

- Un matraz
- 250 ml de agua
- Mechero
- Base
- 1 cubo de hielo
- dos placas cerámicas
- una manguera de látex
- un corcho bioradado
- un termómetro
- un embudo.

El matraz lo llenaremos con los 250 ml de agua, le colocaremos el corcho con la manguera y el termómetro, conectaremos el embudo a la manguera para controlar la salida de vapor, procederemos a colocar el matraz sobre una base y el mechero debajo de matraz, luego prenderemos el mechero para que el agua evapore a 100°C, ya que el agua está evaporando vamos a colocar la primer placa sobre el embudo y sobre la placa dos cubos de hielo, con la siguiente formula vamos a saber cuánta es su conductividad del barro.

$$K=m.L_f.V_x/V_t.A.VT$$

ANTECEDENTES

Para medir el calor de vaporización se coloca un recipiente metálico con una masa m de agua sobre un hornillo eléctrico de potencia P . Sea la temperatura inicial del agua es T_a . A medida que transcurre el tiempo se va elevando la temperatura del agua, hasta que entra en ebullición a 100 °C. Anotamos el tiempo t_1 . El agua se evapora, disminuyendo el nivel de agua en el recipiente hasta que toda el agua se ha convertido en vapor. Anotamos el tiempo t_2 que transcurre desde el comienzo de la ebullición hasta que se consume el agua.

Para determinar el calor de fusión del hielo se pueden seguir dos procedimientos:

1. Se mide la energía (potencia por tiempo) suministrada por un calentador eléctrico a una masa m de hielo a 0° C que se convierte en agua a la misma temperatura.
2. Se introduce una masa m de hielo a un calorímetro con agua a una temperatura T ligeramente por encima de la temperatura ambiente T_a y se agita la mezcla hasta que el hielo se funde completamente. Se elige la masa m del hielo de modo que la temperatura T_e de equilibrio esté ligeramente por debajo de la temperatura ambiente, es decir, de modo que $T-T_a \approx T-T_e$.

De este modo, el calor cedido al ambiente en la primera etapa de la experiencia se compensa con el calor ganado en la segunda etapa.

En la experiencia que se describe a continuación, se emplea el procedimiento de las mezclas pero no se tiene en cuenta las pérdidas o ganancias de calor entre el calorímetro y el medio ambiente.

Una masa m_a de agua a la temperatura inicial T_a se mezcla con una masa m_h de hielo a 0° C en un calorímetro. La mezcla de agua y hielo se agita hasta que se alcanza una temperatura final de equilibrio T_e .

| Sustancia | T fusión °C | $L_f \cdot 10^3$ (J/kg) | T ebullición °C | $L_v \cdot 10^3$ (J/kg) |
|--------------|---------------|-------------------------|-------------------|-------------------------|
| Hielo (agua) | 0 | 334 | 100 | 2260 |

| | | | | |
|-----------------|-------|---------|-------|------|
| Alcohol etílico | -114 | 105 | 78.3 | 846 |
| Acetona | -94.3 | 96 | 56.2 | 524 |
| Benceno | 5.5 | 127 | 80.2 | 396 |
| Aluminio | 658.7 | 322-394 | 2300 | 9220 |
| Estaño | 231.9 | 59 | 2270 | 3020 |
| Hierro | 1530 | 293 | 3050 | 6300 |
| Cobre | 1083 | 214 | 2360 | 5410 |
| Mercurio | -38.9 | 11.73 | 356.7 | 285 |
| Plomo | 327.3 | 22.5 | 1750 | 880 |
| Potasio | 64 | 60.8 | 760 | 2080 |

Los cambios de estado se pueden explicar de forma cualitativa del siguiente modo: En un sólido los átomos y moléculas ocupan las posiciones fijas de los nudos de una red cristalina. Un sólido tiene en ausencia de fuerzas externas un volumen fijo y una forma determinada. Los átomos y moléculas vibran, alrededor de sus posiciones de equilibrio estable, cada vez con mayor amplitud a medida que se incrementa la temperatura. Llega un momento en el que vencen a las fuerzas de atracción que mantienen a los átomos en sus posiciones fijas y el sólido se convierte en líquido. Los átomos y moléculas siguen unidos por las fuerzas de atracción, pero pueden moverse unos respecto de los otros, lo que hace que los líquidos se adapten al recipiente que los contiene pero mantengan un volumen constante. (Koshkin, Shirkévich. *Manual de Física elemental*, Edt. Mir (1975) págs. 74-75)

Calor latente. Cuando un líquido pasa al estado gaseoso, toma calor latente; cuando un gas se condensa y pasa al estado líquido, cede calor latente. Durante esos procesos la temperatura no experimentará cambio alguno. En la figura se muestra la condensación del vapor de agua ambiente en las paredes externas de un vaso lleno de agua con hielo.

Si se entrega calor (calor sensible) a cierta masa de [hielo](#) cuya temperatura es menor a 0o C a 1 atm de presión, permanecerá en estado sólido hasta que su temperatura alcance los 0o C. En este punto el hielo permanece a temperatura constante y comienza a fundirse (calor latente). La fusión es una transición de fase, una transformación desde la fase sólida ordenada a la fase líquida desordenada. Esta transición ocurre cuando el calor "rompe" algunas de las ligaduras químicas de las moléculas de agua permitiendo así que éstas se muevan más libremente. El hielo se transforma en [agua](#), perdiendo su forma, su rigidez y su estructura cristalina. La temperatura de fusión del hielo es 0o C a 1 atm.

La [mezcla](#) de hielo y agua continúa a 0o C hasta que todo el hielo se haya fundido. Cuando sólo hay agua el calor entregado produce aumento de la temperatura. Las ligaduras entre las moléculas de agua son relativamente fuertes, de manera que el calor latente de fusión del [agua](#) es grande: se necesitan alrededor de 333 000 J de calor para convertir 1kg de hielo a 0o C en 1kg de agua a 0o C. Esta misma cantidad de calor es suficiente para elevar la temperatura de 1kg de agua líquida en 80 o C ; de manera que se necesita casi

la misma cantidad de calor para fundir un trozo de hielo que para calentar el agua resultante casi hasta la temperatura de ebullición.

El calor latente de solidificación reaparece cuando se enfría agua a su temperatura de fusión y comienza a solidificar. A medida que se extrae calor del agua, ésta se solidifica en hielo y su temperatura no desciende. El calor que se libera cuando cierta masa de agua se transforma en hielo, sin cambiar su temperatura, es también el calor latente de fusión. Este enorme calor latente de fusión es lo que mantiene una mezcla de agua y hielo a 0 °C. Si se transfiere suficiente cantidad de calor al agua (o al hielo), ésta puede vaporizarse (o sublimarse).

- La cantidad de calor necesaria para transformar cierta masa de líquido o de sólido en gas, sin cambiar su temperatura, se denomina calor latente de vaporización o de sublimación respectivamente. El calor latente de vaporización del agua es sorprendentemente alto debido a que sus moléculas son difíciles de separar. Se necesitan alrededor de 2 300 000 J de calor para convertir 1 kg de agua a 100 °C en 1 kg de vapor de agua a 100 °C. Esta misma cantidad de calor elevaría la temperatura de 1 kg de agua en más de 500 °C. Aun más cantidad de calor se necesita para convertir directamente hielo en vapor de agua (sublimación).
- (Tecnología Azucarera del ing. María C. Santibáñez)

Definición.

Se define como la cantidad de calor que necesita una sustancia para pasar del estado sólido a líquido o de líquido a gas sin cambio de temperatura. En el caso del agua, el calor latente de fusión del hielo se define como la cantidad de calor que necesita un gramo de hielo para pasar del estado sólido al líquido manteniendo la temperatura constante en el punto de fusión (273 K).

Calor latente de fusión del hielo a 0 °C, 80 cal/g

Calor latente de evaporación del agua a 100 °C, 540 cal/g

Determinación del calor latente de fusión del hielo.

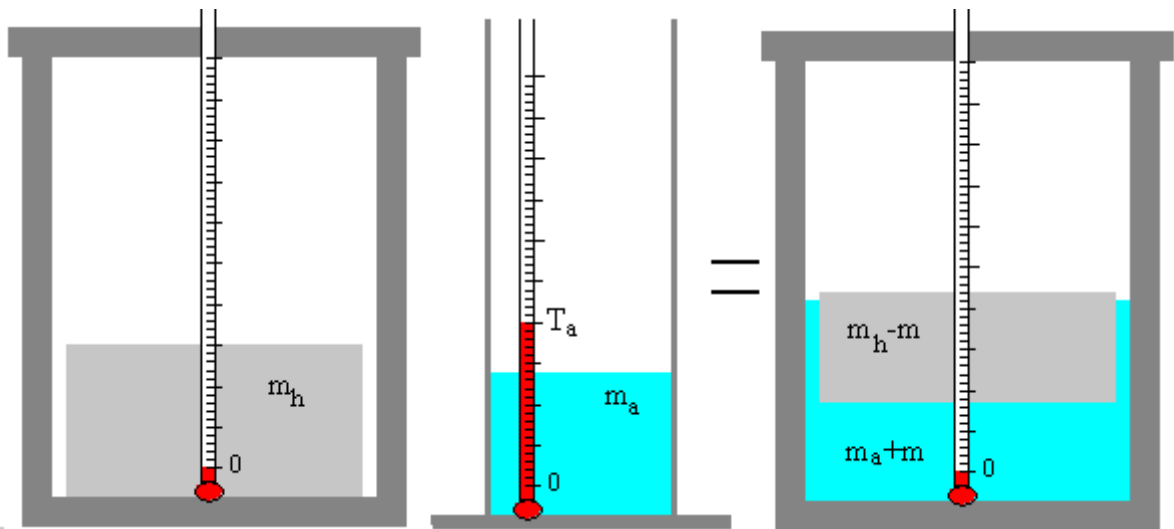
Para determinar el calor latente de fusión del hielo, L , se utiliza el método de las mezclas que consiste en mezclar en un calorímetro cierta cantidad de hielo con otra cantidad de agua y medir la temperatura de equilibrio de la mezcla. De esta forma el calor ganado por el hielo será igual al calor perdido por el agua.

Determinación del equivalente en agua del calorímetro.

Es la masa de agua capaz de absorber la misma cantidad de calor que el calorímetro para una misma elevación de temperatura.

Para calcularlo, se vierte un volumen conocido de agua (M1) a una temperatura (Tc) superior a la temperatura ambiente. Por otro lado se enfría otra cantidad de agua (M2) hasta una temperatura (Tf) inferior a la temperatura ambiente y se añade al calorímetro. Se agita y se mide la temperatura (Te) del equilibrio de la mezcla. El calor ganado por el agua fría es igual al calor perdido por el agua caliente y el calorímetro:

$$C (M1 + K) (Tc - Te) = C M2 (Te - Tf)$$





**Universidad
de Guadalajara**

Sistema de educación media superior

(BTC) Bachillerato Tecnológico en Cerámica 3°A T/V

**Integrantes: De la Cerda Domínguez Ignacio Javier, Andrade Corona Jairo
Melquiades y Partida Hernández Viviana Montserrath.**

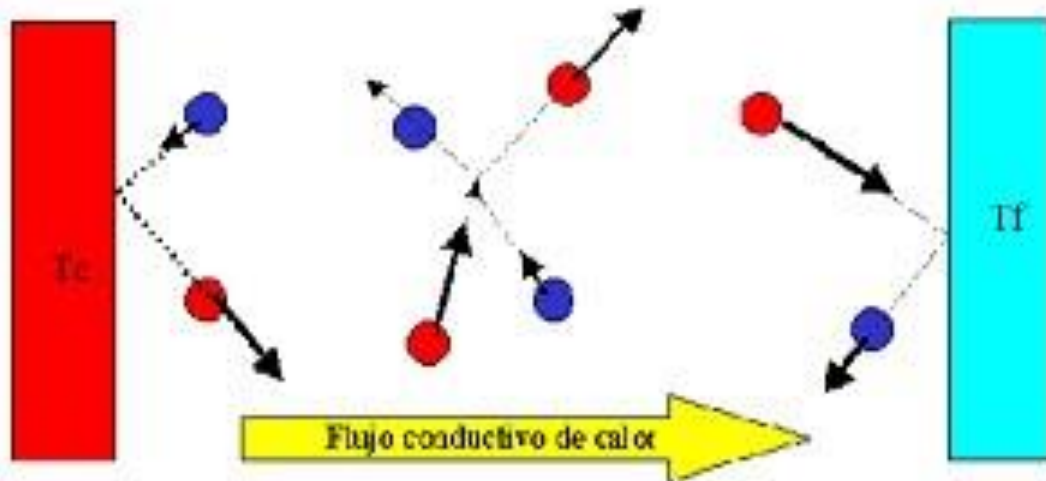
Prof. Santana Fajardo José Luis

INFORMA FINAL

Calculo de la conductividad térmica

TRANSFERENCIA DE CALOR POR CONDUCCION

Transferencia de calor por choques entre moléculas rápidas ● con moléculas más lentas ●



La conducción de calor ocurre en todas las fases de la materia, aunque es la vía principal de transferencia de calor en sólidos

Resumen

Se realizó dos experimentos:

En el primer experimento se construyó un mecanismo de vapor armado con los materiales del laboratorio, se calentó el agua del mecanismo con su debida precaución para que esta se convirtiera en vapor y lo expulsara sobre una muestra cerámica que enzima contenía 26 gramos de hielo y con la transferencia de calor por conducción que se daba sobre ella lo derritiera. Registramos las observaciones con sus debidas conclusiones.

En el segundo se colocó 26 gramos de hielo sobre otra placa cerámica este sin aplicarle calor con algún equipo simplemente se dejó así para que el hielo absorbiera el calor que se propagaba en el ambiente y calcular esa cantidad de calor. Registramos las observaciones y sus debidas conclusiones.

Introducción

Descripción del problema

Calcular la conductividad térmica de la muestra cerámica resulta algo laborioso pero no imposible, el cálculo de la conductividad térmica es la medición de la capacidad que tiene un material para conducir calor, en otras palabras es la

capacidad de una sustancia de transferir la energía cinética de sus moléculas a otras moléculas adyacentes o a sustancias con las que no está en contacto.

El cálculo de la conductividad térmica se da siguiendo la siguiente fórmula: $k = \frac{mLf\Delta x}{\Delta tA\Delta T}$

Y para calcular el calor transferido se da uso de la siguiente fórmula: $\Delta Q = m Lf$

Justificación

El interés por aprender a realizar el cálculo de la conductividad térmica de los materiales nos intriga a investigar y experimentar con materiales cerámicos ya que no se sabe un coeficiente de conductividad exacto de ellos por lo que decidimos poner a prueba nuestras capacidades para encontrar solución a este problema.

Objetivos

Objetivos específicos:

- 1-. Definir un procedimiento experimental para medir la conductividad térmica de la muestra cerámica.
- 2-. Buscar experimentos del fenómeno para el diseño del experimento propio.

Objetivo general:

- 1-. Conocer la conductividad térmica de una muestra cerámica.

Alcances y limitaciones

Pudimos alcanzar los objetivos planteados, además nos dimos cuenta de las capacidades que tenemos para la resolución de problemas de este tipo, también notamos las carencias que tenemos, en cuanto a falta de conocimiento sobre el tema, escases de información, y falta de consideraciones en algunos casos, por ejemplo, ¿qué sucederá con el hielo que se está derritiendo? Esto esta fue una falta de consideración que tuvimos durante la práctica.

Marco referencial

La transmisión de calor de un punto a otro se efectúa por diferentes mecanismos si se calienta un extremo de la muestra cerámica, se observa que el otro extremo se calienta cada vez más; este proceso de transferencia de calor a través del

material, sin transporte de materia, es la conductividad. Esta propagación del calor se debe a la “energía cinética de las moléculas” del extremo caliente, que se trasmite por choques a las moléculas vecinas y así sucesivamente.

Sea una placa de barro, con una cara de área (A) a la temperatura T_2 y la otra a la temperatura T_1 .

Se supone que las temperaturas son fijas que T_2 es mayor que T_1 y que no hay pérdida de calor por los lados.

Reporte de práctica del laboratorio

En el laboratorio de ciencias se realizar un experimento de conductividad térmica.

Cuando ingresamos al lugar solicitamos al encargado los materiales necesarios para nuestro experimento, una vez que el encargado del laboratorio nos proporcionó el material de trabajo nos dimos cuenta que nos hizo falta el tapón para el matraz y también un aro para sostener el embudo.

Completando los materiales procedimos a formar un mecanismo que produjese vapor, y que nos sirviera para transmitir calor a una muestra cerámica, lo que hicimos fue Insertar el termómetro y el tubo conector en dos orificios que tenía el tapón para matraz, conectamos la manguera en el tubo conector por un extremo, después colocamos el aro en una parte alta del soporte universal para sostener el embudo y con el otro extremo de la manguera conectamos el embudo a ella, al poner el tapón sobre el matraz nos dimos cuenta que este tenía que contener agua lo cual no tomamos en cuenta en el protocolo y pues decidimos agregar 250ml de ella.

Enseguida colocamos una placa cerámica sobre el embudo y otra sobre el pretil de trabajo en ambas se les coloco encima 26 gramos de hielo, a la placa que estaba sobre el embudo se le aplico calor calentando el agua del matraz con un mechero y la otra solo se dejo así sin aplicarle ninguna fuente de calor. Se tomo el tiempo en que tardaron en derretirse los 26 gramos de hielo en cada placa con dos termómetros uno para la placa que se le aplicaba calor y otro para la que absorbía el calor del ambiente.

Observaciones:

El agua comenzó a calentarse hasta llegar a una temperatura de 97°C y se mantuvo estable a esa temperatura esto se debe a que el agua no ha cambiado su estado de agregación y para que la temperatura comience a elevarse debe cambiar su estado de líquido a gaseoso completamente.

A los 97° C el agua comenzó a evaporarse, el vapor salió por la manguera dirigiéndose directamente sobre la placa y esta al recibirlo comenzó a transferir calor al hielo y empezó a derretirlo. El experimento parecía estar funcionando, cuando de pronto la manguera que conectaba al embudo se zafó y comenzó a escaparse el vapor esto fue motivo para repetir nuevamente el experimento ya que esto no nos serviría de nada.

De nuevo conectamos la manguera en su lugar, pusimos otros 26 gramos de hielo sobre la placa y encendimos el mechero. El agua nuevamente comienza a hervir y a evaporarse, tomamos entonces de nuevo el tiempo para ver cuánto tarda en derretirse el hielo y empezar a tomar datos. El agua derretida es absorbida por las placas de barro y se comienza a perder volumen esto fue otra falta de consideración del equipo pues no contábamos con que el agua sería absorbida hasta que realizamos la práctica.

Resultados

Esta vez el experimento funciono adecuadamente excepto por la falta de consideración, el hielo que se encontraba en la placa a la que se le propago calor se derritió por completo y tardo aproximadamente 10 minutos con 55 segundos mientras que en la otra placa a la que no se proporciono calor el hielo tardo 1 hora con 6 minutos en derretirse.

Por último con estos resultados nos dimos a la tarea de recopilar datos para calcular la conductividad térmica de las placas cerámicas y el flujo de calor que se propago por medio de una de ellas.

Datos

Muestra 1.

Tiempo = 10min con 55 seg.

T1= 22°C

T2= 97°C

A= 39.48 cm²

m= 26gr

d = 1.5 cm

Hielo L_F= 334 x 10³ J/kg

Muestra 2.

T1= -1°C

T2 = 0°

Hielo C_e= 0.5

m = 26 gr

t = 10 min con 55 seg

Fórmulas:

$K = \frac{mLfd}{tA(T_2-T_1)}$ Esta fórmula se utiliza en el experimento 1 y sirve para calcular la conductividad térmica de la placa cerámica.

$Q_1 = m Lf.$ $Q_2 = m * Ce * \Delta T$ $QT = Q_1 + Q_2.$ Estas tres son requeridas para el experimento 2 y son útiles para calcular la cantidad de calor que absorbe el hielo del ambiente.

Cálculos

Conversiones

$$10min * \frac{60seg}{1min} = 600seg \qquad 600seg + 55seg = 655seg$$

$$\Delta T = ((97^{\circ}C + 273) - (22^{\circ}C + 273)) = 75K$$

$$26gr * \frac{1kg}{1000gr} = 0.026kg$$

Sustitución de formulas

$$k = \frac{.026kg * \frac{334000J}{kg} * 1.5cm}{655seg * 39.48cm^2 * 75K} = 6.72 * \frac{10^{-3}J}{S * cm * K}$$

$$Q_1 = .026kg * \frac{334000J}{kg} = 8684J \qquad Q_2 = .026 * \frac{2090J}{kg * ^{\circ}C} * (0^{\circ}C - 1^{\circ}C) = 54.34J$$

$$QT = 8684J + 54.34J = 8738.34J$$

Conclusiones

*Se observó que los materiales que transportan calor de un extremo a otro, dependen de su coeficiente de conductividad para determinar si en buen conductor o no.

*Con esta práctica se dedujo que todos los materiales conducen calor, unos mejor que otros por supuesto.

*El calor fluye con más rapidez en ciertos materiales.

*En nuestra experimentación nos dimos cuenta que los objetos cerámicos son malos conductores de calor, gracias a eso son capaces de soportar un considerable nivel de temperatura.

Informe final.

Pedro Antonio Gutiérrez Gallo.

Angel Fernando Pichardo Arana.

Termodinámica de los hornos cerámicos.

José Luis Santana Fajardo.

3°A t/v B.T.C.



Partes preliminares.

<<La conductividad térmica es la cantidad de calor que en condiciones estacionarias pasa en una unidad de tiempo a través de la unidad de área de una muestra de material>> (RODRIGO MANUEL ERAZO ANDRADE, OCTUBRE 2007)

Cuando a un cuerpo se le aplica calor ese se transmite del punto en el que se le aplica hasta el extremo final por medio de la conducción.

En los materiales cerámicos por el modo de fabricación la conductividad térmica se transmite a la hora de estar en el horno que es donde el calor se propaga pues se les transmite el calor desde que se eleva la temperatura dentro del horno.

Se buscara una forma de calcular la conductividad térmica en una pieza cerámica para explicar con precisión

Resumen y palabras claves.

El contenido que se muestra es sobre la conductividad térmica el cual investigamos en varias fuentes de información en un pieza cerámica donde aplicamos un experimento, el cual nos facilita medir la conductividad térmica del barro en este caso, En esta parte se presenta el experimento el cual se llevara a cabo con los siguientes materiales: manguera, matraz, embudo, termómetro, agua, placas de barro, hielo, mechero y vernier; las placas de barro serán colocadas sobre la cámara de vapor, a las cuales se le pondrá el hielo encima, ya una vez puesta la cámara de vapor bajo la muestra se le aplicara fuego con el mechero al matraz y con un termómetro se medirá la temperatura del mechero, y con el vapor generado por el agua que lleva el matraz el calor atravesara la muestra, el calor (energía térmica) transferido al hielo será utilizado para fundirlo para la recolección de datos se necesita hallar el tiempo en el cual se funde la masa de hielo. Es importante no comenzar la adquisición de datos antes de que el hielo comience a fundirse al final de la experiencia entonces se tomaran los valores de masa tiempo y por tanto (R) El calor transferido por la cámara de vapor no es el único transferido al hielo, sino también el calor del ambiente al estar a mayor temperatura que el hielo el ambiente también cede calor para la fundición del hielo así que tenemos que restar la temperatura ambiente a la temperatura que nos resulte al final, y así se medirá la conductividad térmica de las muestras.

Introducción.

Descripción del problema.

De forma general en la conductividad térmica el calor se propaga sobre la pieza cerámica haciendo que sus moléculas se alteren y rompan enlaces haciendo que esta cambie de estado al elevar su temperatura.

Se conocen distintas maneras de calcular la conductividad térmica en distintos materiales, pero dado que dentro de la cerámica existen diversas composiciones de los materiales y usos, por lo que es necesario saber la conductividad térmica de los materiales cerámicos, es decir, a partir de aquí surge la pregunta

¿Cómo calcular la conductividad térmica en una muestra cerámica?

Justificación y relevancia

Debido a que se conoce la conductividad térmica de varios materiales tales como ladrillos, acero, hierro, aluminio y otros tipos de metales y materiales de construcción. No es posible conocer o contar con un registro para todas las composiciones cerámicas, debido a que estas composiciones son infinitas es por eso que surge nuestra necesidad de calcular su conductividad térmica.

Formulación de objetivos

Objetivo general: conocer la conductividad térmica en la muestra cerámica.

Objetivo específico: saber cómo calcular la conductividad térmica de las muestras cerámicas.

Marco referencial.

La conductividad térmica

Es transmitir calor de parte por parte hasta que la materia se calienta totalmente, al aplicarle calor a un sólido sus moléculas se alteran y comienzan a dispersarse y a romperse los enlaces así como que este cambie de estado llegando a su punto de fusión, la mayoría de los sólidos son buenos conductores de calor pero en específico los metales son los mejores conductores de calor por su estructura molecular bien formada de los metales que tienen mayor conductividad térmica son oro, plata, bronce, cobre y aluminio en líquidos el calor se propaga de mal manera igual que en los gases ya que se le conocen como aislantes hay muchos materiales que son aislantes debido a que conducen mal el calor como la madera el plástico etc. Cuenta mucho en caso de los sólidos por su tamaño ya que entre más grandes sean sus dimensiones más tardará el calor en fluir por el cuerpo. La conductividad térmica es una capacidad elevada en los metales y en general en cuerpos continuos, y es más baja en los gases, siendo muy baja en algunos materiales especiales tales como la fibra de vidrio, denominados por ello, aislantes térmicos. Para generar la conducción térmica se necesita una sustancia, por tal razón, es nula en el vacío. El coeficiente de conductividad térmica (λ) caracteriza la cantidad de calor necesario por m^2 , para que atravesando durante la unidad de tiempo, 1 m de material homogéneo obtenga una diferencia de 1 °C de temperatura entre las dos caras. Este es un mecanismo

molecular de transferencia de calor que se genera por la excitación de las moléculas. Se presenta en todos los estados de la materia con predominancia en los sólidos. En mayor o menor medida, todos los materiales oponen resistencia al paso del calor a través de ellos. Los metales son los que tienen menor resistencia, por ello se dice que tienen buena **conductividad térmica**. Los materiales de construcción (yesos, ladrillos, morteros) tienen una resistencia media. Los materiales que ofrecen una alta resistencia térmica se llaman aislantes térmicos específicos o sencillamente, aislantes térmicos. De tal modo que el comportamiento de los cerramientos y en general de los componentes de la construcción, tienen un papel doble desde el punto de vista térmico; por un lado, uno puramente de resistencia y otro, al que se le da mucha menor importancia, que es el capacitivo o inercial. El resistivo depende directamente del espesor e inversamente del coeficiente de conductividad térmica, y el capacitivo es directamente proporcional al calor específico, al espesor y a la densidad. Por lo tanto, los muros de gran espesor, construidos antiguamente, consiguen resistencias y capacidades elevadas. Se dice que los materiales no metálicos se consideran como aislantes térmicos ya que debido a su estructura no son buenos conductores, el valor de la conductividad térmica se define a través del desorden estructural esto quiere decir que si las moléculas de la materia están muy dispersas este tiende a tener menos conductividad térmica, en la cerámica la porosidad en una pieza es señal de que no tiene muy buena conductividad ya que los poros contienen aire lo cual son de muy baja conductividad

Diseño metodológico

Tipo de diseño.

La conductividad térmica es una propiedad física de los materiales que mide la capacidad de conducción de calor.

En este trabajo por en medio de la experimentación se observamos como nuestra muestra tiene conductividad térmica. Se estudio cual es la conductividad térmica de tal muestra, se observo como ocurre tal. Se medio tiempo, temperatura y se aplico la formula.

$$K = \frac{M.L_f.\Delta x}{\Delta t.A.\Delta T}$$

Sistema de hipótesis y variables /o Presupuestos y categorías de análisis.

La conductividad térmica de nuestra muestra fue menor que la del acero que es de 45. K(W. m⁻¹.K⁻¹)

m es la masa.

L_f es el calor de fusión.

Δx Distancia recorrida desde el lugar a mayor temperatura.

Δt es el tiempo que tarda en fundirse la masa.

A es el área efectiva a través de la cual se da la transferencia de calor.

ΔT es la diferencia de temperatura a ambos lados del material.

Materiales fungibles:

- barro; \$5
- Copias e impresiones; \$21
- Previo a la práctica: renta de bata para laboratorio \$10

Población y muestra.

Seleccionamos, hacer nuestra muestra de barro; Una placa aproximadamente de 10cm por lado, tal muestra fue utilizada para la experimentación con la cual se tomaron datos para medir su conductividad térmica.

Instrumentos.

La recolección de datos se llevo a cabo a través de los siguientes instrumentos.

- Termómetro: medir la temperatura del agua, a través del matraz.
- Mechero: generar energía calorífica para aplicársela al matraz con agua.
- Matraz: calentar, medir la cantidad del agua.
- Tapón bihoradado: un agujero se utilizara para meter el termómetro y otro para meter la manguera de látex.
- Manguera de látex: para pasar el vapor del agua del matraz al embudo.
- Embudo: para esparcir el vapor del agua a nuestra muestra.
- Placa de barro: par aplicarle el calor del vapor y que lo pase al hielo.
- Dos hielos: uno para medir cuánto tarda en derretiré a temperatura ambiente, otro para ponerlo sobre la placa de barro y tomar le tiempo en el que se derrita con el calor que transmita la placa.
- Soporte universal: para soportar/detener la plaza de barro mientras se lleva a cabo la practica.
- bernier: para medir el área de la plaza, el volumen del hielo y el área donde se aplicara el calor.
- Cronometro: para tomar el tiempo en que tarda en derretirse el hielo.
- Tubo de vidrio para manguera (adaptador): Para adarpar la manguera al tapón bihoradado.

Equipos.

Se utilizo una computadora para redactar el protocolo y el presente informe.

Instalaciones.

Se utilizo el laboratorio de la preparatoria.

Procedimiento.

El procedimiento que se siguió para la realización del trabajo fue el mencionado en el protocolo.

Primero nos presentamos a laboratorio, donde nos presentarnos como se pide para la realización de prácticas (bata, guantes, etc.), puntuales.

Lo segundo que hicimos fue pedir los materiales ya mencionados anteriormente, una vez teniéndolos llenamos el matraz de agua hasta 200 ml, lo colocamos en el soporte universal, colocamos el mechero, el tampón del matraz, para adaptar la manguera al tampón bihoradado usamos un tubo de vidrio (adaptador), después la manguera de látex y el termómetro, el embudo sobre la manguera, se colocó la placa de barro, sobre ella el hielo, se prendió el mechero y se comenzó a medir tiempo y temperatura con el cronometro y con el termómetro.

Una vez derretido el hielo, se recolectaron los datos, e hicimos lo mismo con un hielo dejándolo a temperatura ambiente, le tomamos tiempo y medimos la temperatura ambiente.

Resultados

Datos:

$$m = 0.0145 \text{ kg}$$

$$Q_1 = m \cdot C_e \cdot \Delta T = 0.0065 \text{ Kg} \cdot 2093 \text{ J/Kg} \cdot 1^\circ \text{C}$$

$$L_f = 334000 \text{ J/Kg}$$

$$Q_2 = m \cdot L_f = 0.0065 \text{ Kg} \cdot 334000 \text{ J/Kg}$$

$$\Delta x = 0.7 \text{ cm}$$

$$A = 0.5024 \text{ m}^2$$

$$\Delta t = 1394 \text{ s}$$

$$\Delta T = 348 \text{ K}$$

Hielo a temperatura ambiente:

6.5g fundidos, convertidos a Kg, ya que las unidades que usamos para calor específico y calor de fusión son en J/Kg

Queda: 0.0065Kg

Los cm² los convertimos a m²

Y los °C a K

A parte de la formula tenemos que restarle en calor total de hielo a temperatura ambiente para eliminar el factor de temperatura y lograr un

$$\text{resultado correcto. } K = \frac{M \cdot L_f \cdot \Delta x}{\Delta t \cdot A \cdot \Delta T}$$

$$m \cdot L_f - Q_T$$

queda, 4,843 – 2,184.6045 que es igual a

Entonces la formula se aplica de la siguiente manera:

$$K = \frac{(2,658.3955 \text{ J/}^\circ \text{C})(0.7 \text{ cm})}{(0.005024 \text{ m}^2)(1394 \text{ s})(348 \text{ K})}$$

1860.87685 se divide entre 243.202688

Es igual a 7.651547215 J/°C/m²/s

7. Conclusiones

Ya viendo el resultado al final de la experimentación y de los cálculos nos dimos cuenta de que nuestra hipótesis si concordó con lo que ya finalmente obtuvimos puesto que la conductividad térmica de la muestra cerámica es

menor a la del acero como ya antes lo habíamos propuesto, dicho esto llegamos a la conclusión de que la conductividad térmica si se calculaba como se presentaba en los antecedentes puestos anteriormente y que la conductividad térmica es la propagación del calor a través de un objeto cualquiera en este caso las placas de barro

Recomendaciones.

Llevar paso a paso cada uno de los puntos con orden, y analizar todas las posibilidades que pueda haber de errores, o escases de materiales, instrumentos, información, recursos.

Tomar apunte de todo, y poner atención a toda la experimentación.

Bibliografía.

- DESARROLLO HISTÓRICO DE LA TEORÍA DEL CALOR
W. Greiner, L. Neise y H. Stöcker
- Historia del concepto de energía, de su conservación y su transferencia por medio del calor y el trabajo FMN

“Universidad de Guadalajara”

Sistema de Educación Media Superior

Preparatoria de Tonalá

Proyecto Final:

Conductividad térmica



Prof. José Luis Santana Fajardo

3° A T/V BTC

Equipo:

- Quiñones Gómez Antonio
- Iñiguez García Bryan Eduardo
- Cruz izarraraz miguel Alberto
- Vallejo Chávez Germán Eduardo
- Contreras González Jesús

Índice:

- Índice..... 1
- Introducción.....2
- Metodología.....3-4
- Elaboración de muestras.....5
- Resultados.....6
- Conclusión.....7

- Bibliografías.....8
- Cronograma.....9

Introducción

En este proyecto realizaremos experimentos para explicar la conductividad térmica de una pieza cerámica,

Objetivos

- Como medir la conductividad térmica en una muestra cerámica, a partir de cálculos.
- Saber cuál es la conductividad térmica de los materiales para medirla en una pieza cerámica.
- Demostrar la conductividad térmica a partir de la experimentación.

Hipótesis

- La conductividad del barro va hacer 80% menor que la de la fibra cerámica, y mayor que la de la madera, por que el barro es mas poroso y es menor conductor térmico. (Ho)
- La conductividad del barro será menor que la del hierro y mayor al ladrillo refractario. (Ha)

“Metodología”

¿Qué es la conductividad térmica?

Es una **propiedad física que describe la capacidad de un material de transferir calor por conducción**, esto es, por contacto directo y sin intercambio de materia. Es una **magnitud intensiva** (no depende de la cantidad de materia) y la propiedad inversa es la resistividad térmica. La energía térmica siempre fluye de forma espontánea de mayor a menor concentración, esto es, de caliente a

frío. Esto implica que la transmisión de calor por conducción se da de un cuerpo a otro que está a menor temperatura o entre zonas de un mismo material pero con temperatura diferente. (Ciencia y tecnología,2010)

Descripción y Características

Las partículas que forman un objeto, como sus moléculas, con alta energía térmica se mueven más rápido que las de un objeto con menor energía térmica, en otras palabras, **cuánto más caliente está un objeto más energía cinética tienen los átomos y moléculas que lo forman.**

Cuándo las moléculas de una parte del objeto se calientan, pueden moverse y chocar entre sí transfiriendo la energía térmica a otras moléculas del objeto. En el caso de los sólidos, cuándo se calientan sus partículas vibran más rápido haciendo que las partículas adyacentes vibren también más rápido al transferir el calor. La partícula que transfiere la energía se enfría y su movimiento se hace más lento, y la partícula que absorbe la energía se calienta y se mueve o vibra más rápido. Esto continúa hasta que el objeto alcanza el equilibrio térmico.

Métodos:

1. **Conducción:** transmisión de calor por contacto sin transferencia de materia
2. **Convección:** transmisión de calor por contacto con transferencia de la propia materia que porta el calor
3. **Radiación:** transmisión de calor mediante la emisión de ondas electromagnéticas o fotones (por ejemplo, el calor del Sol llega a la Tierra por radiación).

Unidades de medida

En el Sistema Internacional de Unidades (SI) la unidad de conductividad térmica se define, para un cuerpo homogéneo isótropo, como el flujo térmico de un vatio, sin intercambio de materia, entre dos planos paralelos de un metro cuadrado de superficie de un objeto con un metro de espesor y una diferencia de temperatura entre ellos de un grado Kelvin. Se mide por tanto en $W/(K \cdot m)$ (vatios por Kelvin y metro), equivalente a $J/(s \cdot K \cdot m)$ (Julios por segundos, Kelvin y metro).

La unidad de conductividad térmica en el SI se representa por la letra griega λ (lamda). En Estados Unidos se suele utilizar la letra k . La conductividad térmica viene determinada por la Ley de Fourier:

$$\lambda = \frac{\dot{q}}{|\nabla T|}$$

Dónde:

\dot{q} , es el flujo de calor (por unidad de tiempo y unidad de área).
 ∇T , es el gradiente de temperatura.

Un material con una conductividad térmica de 1 vatio por metro y kelvin indica que 1 J de calor se propaga por este material en 1 segundo entre dos caras que tienen una diferencia de temperatura de 1 K, una superficie de 1 m² y un espesor de 1 m.



“Elaboración de muestras”

Materiales:

- Matraz
- Manguera de látex
- Termómetro
- Tapón bioradado
- Embudo
- * 1 Aro de fierro
- * Tubito de vidrio
- * Bascula
- * Hielo
- * Placas cerámicas

- Mechero * Cronometro
- Base

Primero llenamos el matraz con 250 ml, el tapón bioradado lo colocaremos en el matraz le pusimos la manguera de látex, le colocamos el termómetro en el tapón hasta tocar el agua, luego conectamos el embudo al agua. Después lo colocamos en el mechero, luego colocamos una base para poner el embudo, requerimos de otros materiales que pedimos en el laboratorio los materiales fueron: Una báscula, un aro de fierro y un tubo de vidrio.

Luego con un encendedor prendimos el mechero, después colocamos los hielos sobre la placa cerámica y con el cronometro vimos cuanto tiempo tarda en evaporar el agua, el termómetro alcanzo los 32° C con 3:23 minutos transcurridos luego que la temperatura fue aumentando el termómetro se elevó a los 45° C con tiempo de 6:42, colocamos la misma cantidad de hielo en otra placa y también con cronometro veremos cuánto tarda.

En el trascurso de 9 min. El termómetro marca 52° C y los hielos están deritiéndose y su agua que pierde lo absorbe las placas, a los 17:30 min. Empezó a su ebullición a los 96° C y se quedó estable el termómetro mientras la otra placa todavía no se derrite a los 24 min. Notamos que el agua del matraz disminuyo 50 mil. Por su evaporación. A los 35 min. El hielo termino de derretirse y el agua deajo de caer y entonces paramos el cronometro y el hielo que se derritió a temperatura ambiente duro 51:41 minutos en derretirse.

Resultados

Calculo de la conductividad

$$K = \frac{(13\text{grs}) (334\text{j/kg}) (2.5\text{cm})}{(35.26-0\text{min})(8\text{cm})(95^\circ\text{c} - 0^\circ)} = 0.4050 \text{ J kg. }^\circ\text{c}$$

$$Q1 = (13\text{grs}) (2090) (96^\circ - 20^\circ) = 2,064,920 \text{ grs. }^\circ$$

$$Q2 = (13\text{grs}) (334\text{J/Kg}) = 4,342 \text{ J}$$

$$R = 2,060,578 \text{ J.grs. }^\circ\text{C}$$

Conclusion

Pues en este proyecto aprendimos como medir la conductividad térmica de un material u objeto también hicimos una practica en el laboratorio en la cual pudimos observar como se conducía el calor a nuestra pieza y como el calor del termómetro se quedaba estable al final el experimento salió bien y pudimos tomar nota y ver como los hielos se derritieron.

Bibliografía

Libros de la biblioteca de la preparatoria:

- Física
- Cerámica
- Termodinámica

Y páginas web como:

- Archivos Pdf

Anexo IV. Encuesta sobre percepciones del BTC, resumen de respuestas

Escribe tu nombre:

Espino Lopez Daniel Arturo

Gonzalez Gutierrez Hector Daniel

Cárdenas Ramírez Angel Andrey

PUlido Vazquez Erika Paulina
cruz izarraraz miguel alberto
Orozco Camacho Diana Paola
Ignacio javier De la Cerda Domínguez
Gomez Ruiz Paola Araceli
Acero ortega ana Luisa
Andrade Corona Jairo Melquiades.
Iñiguez Garcia Bryan Eduardo
Guerrero Silva Maria Fernanda
Hermosillo Dominguez Arantxa Yuritz
Quiñonez Gómez Antonio
Diaz Ibarra Alfonso Josimark
Estrada Macias Carlos Adrian
Gutierrez Gallo Pedro Antonio
Daniela Sarahi Rubio Becerra
Gloria Gonzalez Regina Sofia
Hernández Ramírez Felipe Adolfo
Ramos Amaral Ariana Catalina.
camacho gonzalez maria isabel
pichardo arana angel fernando

Grado, grupo y turno

3*A T/V

cuarto "A" , turno vespertino

4/a t/v

4a t/v

4º B BTC T/V

4 A VESPERTINO

4.-A T/V

4° A T/V

4°A vespertino

4°A Vespertino

4ª A vespertino

4-a vespertino

4° "A" T/V

4-A t/v

4, A, V

4-A vespertino

4° A vespertino

4-A Turno Vespertino

4°A t /v

5°A T/M

4-A T/V

4°A T/V

¿Qué te motivó a inscribirte al Bachillerato Tecnológico en Cerámica?

me llama la atención el medio artístico y se me hizo atractivo aprender las técnicas de decorado

El aprender a hacer cosas tradicionales del país

La verdad yo iba a administración, pero cuando hice los tramites no más me apareció cerámica y competencias y me inscribí a cerámica pensando que iba a poder cambiarme a administración. Pero al estarlo cursando me estoy dando cuenta que es interesante y me esta llamando mucha la atención el hacer piezas cerámicas.

Me interesaba saber sobre cerámica, siempre que veía alguna pieza artesanal me preguntaba como se hacían.

me llamo la atención el nombre del bachillerato y como yo antes ya había estado en taller de cerámica pues decidí entrar a ese bachillerato para aprender mas sobre la cerámica

El motivo principal fue aprender todo sobre la alfarería, otras de las cosas por las que me deje llevar fue que en este bachillerato se desarrollan conocimientos muy allegados al arte lo cual ami me fascina, es por ello que opte por tomar este bachillerato

Aprender acerca del barro y todos los materiales ceramicos

El motivo por el cual me inscribi a ceramica fue por que ya sabia algo relacionado a mi taller de la secundaria era artesanias crei que se me facilitaria un poco mas con los conocimientos optenidos en la secundaria.

a aprender mas acerca de ceramica

El arte de hacer y decorar piezas cerámicas.

POR PRINCIPIO ME RECOMENDARON ESA CARRERA, PUES MI HERMANA ESTUVO HAY Y LOS PRIMEROS 3 SEMESTRES LA VERDAD NO ME PARECIERON TAN INTERESANTES Y PUEDE SER PORQUE NUNCA NOS HABÍAN PUESTO A HACER PIEZAS E INTERACTUAR CON LOS MATERIALES A EXCEPCIÓN DE ALGUNAS POCAS VECES, PERO YA EN 4 EMPEZAMOS CON ESO Y YA ME PARECE AGRADABLE ESTA GENIAL LA CERÁMICA AUNQUE NO ME LLAMABA MUCHO LA ATENCIÓN CREO QUE ESTA BIEN

El poder fabricar diferentes piezas

la verdad me inscribí a cerámica porque, quería aprender un poco sobre las manualidades, y cosas así como para elaboras piezas y figuras ya que no soy nada buena en las cosas manuales, solo quería mejorar un poco.

curiosidad

hacer una carrera tecnica

Porque yo ya cursaba el taller de cerámica en la secundaria , y la verdad es que siempre me ah llamado la atención todo lo que tiene que ver con el arte o artesanías.

por que mi hermana curso ese bachillerato y se me hizo interesante, hacer piezas cerámicas.

pues que era diferente a las demas, y por que lo vimos interesante..

Por el hecho de que te enseñan arte y por el interes de crear.

el motivo el cual me inscribí a cerámica fue que me saber el proceso que se lleva a cabo para la elaboración de las piezas y ademas a mi me llama la atención todo eso

Me motivo el ver a varios de mis amigos haciendo las piezas y eso me pareció algo mas divertido y pues aprender muchas mas cosas acerca de cerámica.

En primer lugar las referencias que me dieron acerca de esa carrera, fueron muy favorables y convincentes, además el tener poco tiempo viviendo en Tonalá no me di el tiempo de investigar un poco más sobre las propuestas de la preparatoria. Y aparte me pareció interesante probar cosas nuevas como es la cerámica.

Me llamó mucho la atención el bachillerato por que en Guadalajara no se practica este tipo de producción y quería aprender esta tradición de esta región

¿Qué opinión tenías de la actividad cerámica antes de entrar al bachillerato o al inicio del primer semestre?

La idea que me dieron a conocer sobre la carrera fue de que la cerámica solamente sería un taller extracurricular aparte de las materias normales de la preparatoria y que solo serían un par de horas en el transcurso de cada semana.

que estaba de lujo hacer piezas y aprender métodos para hacerlas

MI OPINIÓN ANTES DE ENTRAR A CERÁMICA LA VERDAD NO ME LLAMABA LA ATENCIÓN Y ASÍ FUE DE HECHO LOS PRIMEROS 3 SEMESTRES, YA EN 4 ME ESTABA EMPEZANDO A GUSTAR Y CREO QUE ES PORQUE NO HABÍA TENIDO MUCHO ACERCAMIENTO HACIA ELLO PERO CREO QUE ES BUENO AUNQUE EN MIS PLANES NO ESTABA DEDICARME A ESO

que era fácil de realizar cerámica

Tenía mucha curiosidad por saber cómo se realizaban las piezas.

Que era sencillo. Que solo se fabricaban platitos y jarritos.

que iba a estar bien fácil

creía que la cerámica se elaboraba fácilmente y era fácil de elaborar y, solo la cerámica eran hechas con puro barro no tenía idea de que la cerámica era parte de la porcelana, pisos y también se utilizan para los transformadores.

Que era divertido, y no es un bachillerato fácil

Mmm no tenía ningún concepto acerca del bachillerato, creí que todos los días era de estar haciendo piezas cerámicas

Que sería fácil la elaboración de las piezas no me tomaría ningún problema en poder realizar su fabricación

cuando se hablaba de cerámica a mi mente venía la idea de piezas de barro, pero nunca imagine que la cerámica no solo eran piezas echas de barro sino que también había otro tipo de piezas echas de otros materiales como piezas de pastas, porcelana y que también entran en el término de la cerámica.

que era muy difícil y que yo no podría hacer algo así.

pues pensé que realizar piezas cerámicas era fácil pero ya vi que no es así, realizar piezas lleva su tiempo y no es tan fácil como se ve

Que sería pura teoría y que no pondríamos en técnica los conocimientos.

Me imaginaba que la mayor parte del tiempo sería en el taller y poco en clase.

Como no lo conocía y varios compañeros hacían comentarios como de burla y yo creía lo que decían que éramos los apartados, los sucios.

que sería interesante

Que sería difícil pero a la vez algo interesante

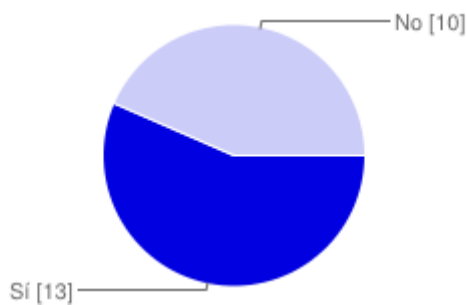
Que iba a hacer muy fácil pero no fue así

me pareció interesante

Que era muy fácil de hacer piezas y que no tenía nada de chiste manejar los materiales cerámicos.

era y sigue siendo una opinión buena ya que siempre me ha gustado esto de la cerámica

Antes de cursar Termodinámica de los hornos cerámicos (THC), ¿habías trabajado por proyectos?



Sí **13** 56.5%

No **10** 43.5%

Encuesta sobre percepciones del BTC 2

¿Qué diferencia hubo entre el trabajo o trabajos anteriores y lo realizado en THC?

que los trabajos antes de los trabajos realizados en THC eran más fáciles pero los trabajos de THC me enseñaron un poco más sobre la cerámica

Que al realizar un trabajo en termodinámica te pedían más investigaciones y cálculos exactamente claros para poder resolver los problemas pedidos.

EN TRABAJOS ANTERIORES ALGUNOS NO NOS DABAN REFERENCIAS SOBRE DONDE PODRÍAMOS CONSULTAR INFORMACIÓN Y EN (THC) SIEMPRE NOS PROPORCIONABAN LAS HERRAMIENTAS NECESARIAS Y AUNQUE FUE DIFÍCIL AL FINAL CREO QUE FUE MUY BUENA MATERIA PUESTO QUE AHORA ES MÁS FÁCIL HACER ESE TIPO DE PROYECTOS BIEN ESTRUCTURADOS Y CON BUENOS RESULTADOS

En los proyectos había más exigencia por lo tanto mayor esfuerzo y calidad.

Que los trabajos realizados con anterioridad no se manejaban con tal seriedad como se hubiese querido, pero lo que se realizaba en THC estaba más estructurado y la enseñanza estaba más allegada a lo profesional que a lo cotidiano.

Que lo de los trabajos anteriores era con base a la información que te proporcionara el maestro y en THC nosotros teníamos que desarrollar nuestras competencias.

En que desempeñe más en las lecturas y en la elaboración de los trabajos

que aquí tenía que analizar el todo para resolver el problema que se me pedía

en realidad están mejor elaborados y así tienen mejor presentación, que los que hacía en la secundaria, ya que no tenían muchos procedimientos como en los que aprendí a elaborar en 3ro, y creo que están mucho mejor elaborados y tienen mucho más presentación.

Tanta precisión, y que en THC se desglosan todos los puntos. TODOS.

pues que en ese módulo de trabajo realizabas más cosas y muchas más investigaciones y trabajos más que en otros semestres y en los anteriores no realizábamos tantas investigaciones y más poco trabajo

que los maestros no nos exigían tanto, o que no nos explicaban bien como había a ser realizado. al decirte que a ras un proyecto suena difícil, pero cuando lo vez en tus manos vez que fue un poco más fácil.

Que fueron vía correo electrónico y un poco más extensos

Encuesta sobre percepciones del BTC 3

¿Qué opinión tienes de esta forma de trabajar?

Se me hace muy buena esta forma ya que te ayuda un poco más a profundizar sobre un tema y a saber más a cerca de ese tema

pues a la vez es un poco complicada la manera en que tenemos que elaborar los proyectos o trabajos pero al final de cuentas sabemos que terminara siendo un buen trabajo si le echamos ganas.

es una buena manera solo que no me gusto que no se revisara con firma en tiempo y forma cuando se pedía material, ya que algunos de los integrantes del grupo cuando se percataban que no daba importancia no lo hacían y eran pocos los que traían información y trabajaban

Desde mi punto de vista la manera de trabajar es mas eficiente, aprendes más de manera autónoma, crece más tu interés y te enseñan a investigar y a buscar información por tu propia cuenta.

Nos ayuda a pensar en las cosas con las que estamos trabajando, a que desarrollemos nuestras propias ideas y conclusiones, y que el profesor solo nos asesore en el seguimiento de las actividades.

al princpio es algo dificil por que no habiamos trabajado asi, pero es una buena forma, y a mis observaciones aprendi mas

casi no he trabajado de esa manera. aún así pues me gustaria aprender

pues que es una forma interesante por que me enseñaran a ser cosas nuevas

Es complicado entenderlo pero agarrando el royo es mas facil y practico para nosotros sera muy util

Es muy compleja , y aunque nunca había trabajado así , me di cuenta de que es una manera ordenada y correcta de hacer las cosas

Encuesta sobre percepciones del BTC 4

Desde tu ingreso hasta ahora, ¿se modificó tu punto de vista acerca de la actividad cerámica?

Me atrae mucho más ahora que tenemos que realizar piezas.

Si por que cuando entre pensé que era fácil y ahora que estoy hay veo que todo tiene su chiste y su dificultad de hacer como todo.

si bastante,

si, ya que ahora conozco un poco mas y me di cuenta que no es tan facil como yo pense

Si, no tenía idea en que en la elaboración esa tan precisa

Si mucho por que tiene la ambicion de sabrer mas y producir piezas

si cambio un poco ya que con los conocimientos de los profes. he obtenido conocimientos y es muy interesante sabes los tipos de materiales que se pueden usar eso me gusta mucho

si ahora pienso que la cerámica es un trabajo muy duro y de mucha dedicación y no como yo lo pensaba

si pues antes pensaba que era mas sencillo eso de hacer piezas o calcular todo el proceso de la elaboración porque trabajaba en un taller pero ahora que profundizamos mas me doy cuenta de muchas cosas que antes no sabia.

un poco pero se mejoro mi punto de vista hacia las activiades ceramicas

si, no es solo hacer vasos y platos..

si la verdad no tenia en cuenta de que la cerámica es muy importante en la vida cotidiana, como por ejemplo; las tazas, jarrones, taza del baño, mas caras te tastoanes, pisos (azulejos) y en los trasformadores se utilizan para poder evitar las sobre cargas y así evitar que el trasformador se queme.

si, mucho :)

Si se modifiko un poco , en realidad el hacer cerámica no es fácil , pero en lo personal , hasta ahora me ah gustado.

SI MUCHO COMO MENCIONÉ ANTES NO TENIA MUCHO ACERCAMIENTO HACIA LOS MATERIALES, PERO EN ESTE SEMESTRE YA LOS ESTOY TENIENDO Y ME PARECE GENIAL Y HASTA ES DUVERTIDO

si, antes pensaba pues lo que otros alumnos me decían pero ya dentro del bachillerato me di cuenta que a lo mejor si es así pero es un excelente bachillerato que me esta empezando a gustar y hacer cosas nuevas.

Si, ya que no era lo que pensaba. Pero en parte a sido muy grato darme cuenta de que no era lo que esperaba ya que con esta carrera voy a poder adquirir conocimientos que desconocía totalmente y podre lograr en la parte laboral crecer como profe sionista.

Sí, ya que ya hemos trabajado prácticamente también.

Si.

si, mucho

si ya que yo era algo que yo lo pasaba por algo fácil y sencillo pero no solo es hacer vasitos

Si conosi mucho y me ha gustado aprender mas

Si mucho puesto que tenia un concepto mas enfadoso del bachillerato y conforme los semestres ah ido cambiando.

¿Recomendarías el BTC a futuros aspirantes a estudiar bachillerato?

si, por que hasta el momento me gusta mucho la ceramica y se me hace interesante para que aprenda alguien mas.

pues depende de cada gusto, a mi me a resultado interesante.

si ya que se me hace que nos preparan mejor que en general. mi hermana ya hiso tramites a btc

Lo aria, ya que los cocimientos los considero mas avanzados que un bachillerato general, te preparas mas, y la manera en que aprendes a trabajar la puedes aplicar después en cualquiera otra carrera o aspecto de tu vida.

si porque no es loque parese son cosas que se miran faciles pero al realizarlas son interesantes y entretenidas

si porque el aprendizaje que se da en este bachillerato no se da en cualquier otro, se podría decir que lo que se aprende aquí es un conocimiento un poco mas avanzado que en otros bachilleres, a mí punto de vista claro.

si, a alguien que en verdad tenga ganas de trabajar.

Al que le interese este tema si por que enseñan cosas inportantes y utiles.

pues no mucho ya que no se si a ellos les guste conocer sobre la cerámica lo único que les diría es que un buen bachillerato

si recomendaría este bachillerato por que es muy interesante saber todos los proceso que se tiene que llevar a cabo y ademas seria muy padre seguir con esa producción de cerámica que es muy conocida en tonala

Pues si porque estudias tus tres años de prepa y aparte sales con carrera técnica y aparte los maestros que hay son muy buenos, y sales de la prepa con posibilidad de trabajar de alfarero.

Si porque es un bachillerato que tiene nuevas cosas por ver y no solo ver lo general tambien puedes aprender un poco mas para salir bien de la preparatoria

La verdad sí. Es algo muy bonito.

pues solo se los podría recomendar a las personas que les interese o les guste las manualidades , y así puedan mejorar en estos aspectos. y también por otra parte si la recomendaría para que aprendan a dibujar. porque ami si me preguntan sobre estos semestres que llevo me a gustado estar en cerámica.

Si, ya que es una oportunidad que pocos tenemos estudiantes tenemos el privilegio de que nos la otorgen y aparte es una experiencia que solo en la preparatoria de Tonalá tenemos. Aunque es una carrera pesada por las materias, las horas, las piezas etc. Deja un conocimiento en el alumno que ayuda en la carrera laboral y profesional. A si que si me preguntan que si recomiendo la carrera responderia que si en absoluto.

a mi punto de vista lo recomendaría aquellos que les gustaría desarrollar otras cosas

SI CREO QUE TE ENSEÑAN LO BASTANTE BIEN LOS PRIMEROS SEMESTRES VEZ EN 1 LO QUE OTROS VEN EN 3 O 4 Y SON EXIGENTES CON LOS TRABAJOS QUE TE PIDEN Y ADEMÁS LA CERÁMICA ES BUENA CARRERA SI ES A LO QUE TE QUIERES DEDICAR

pues si les llama la atención si, ya que pocas escuelas cuentan con este bachillerato y te enseñan cosas que te pueden servir en un futuro

Si. Porque es una educación muy completa, no nada más se trabaja en el taller, se aprende acerca de la cerámica en todos los sentidos, todas las materias se dirigen hacia la cerámica y no cualquier bachillerato técnico/tecnológico tiene la misma característica.

Primeramente porque aprenderían algo nuevo algo que pues creo que no habían visto algo que no es lo comúnmente estudiado como español matemáticas ciencias naturales etc aparte de estudiar eso es la cerámica algo pues que nos caracteriza al ser de tonalá y está chido el aprender cosas nuevas

claro que si, es una buena carrera y aprendes más cosas

Claro que si , porque como un profesor nos dijo una vez: nosotros somos los artistas , y no cualquiera puede producir buenas piezas cerámicas , además es un bachillerato muy extenso y completo.

Solo a los que les guste trabajar y ensuciarse un poco

Comentarios, sugerencias:

Este bachillerato está muy bien

BTC dio un giro a mi forma de aprender.

me agradecería que en cuanto ingresemos al primer semestre nos empezaran a enseñar a elaborar piezas cerámicas...

Ninguno

Anexo V. Encuesta sobre el concepto de calor y energía térmica

Contesta con base a lo que creas que se refiere cada concepto, gracias.

1. Explica qué entiendes por calor
2. Explica qué entiendes por temperatura
3. Explica lo que entiendes por transmisión de calor por convección ó explica lo que sucede con el calor cuando un líquido es calentado en la estufa.

4. Explica lo que entiendes por transmisión de calor por radiación, ¿cómo es que se transmite el calor del sol hacia nosotros?

5. Explica lo que entiendes por transmisión de calor por conducción, ¿qué sucede cuando dos metales, a diferentes temperaturas están en contacto?

6. Explica lo que entiendes por dilatación, en términos de calor y temperatura. ¿Qué le sucede a una puerta entre el amanecer y el momento en que le da de frente el sol? Explica en términos de calor y temperatura.

7. Explica lo que entiendes por equilibrio térmico

8. Según tus conocimientos, explica, en términos de calor y temperatura cómo se da la fusión de las sustancias

9. En términos de calor y temperatura, explica con tus propias palabras lo que sucede mientras una sustancia se evapora

10. Explica tu definición de energía térmica

Anexo VI. Rúbricas de evaluación en el curso *Termodinámica de los hornos cerámicos*

Rúbrica para el reporte de solución del problema

| Indicadores de logro | Excelente (4) | Suficiente (3) | Regular (2) | Insuficiente (1) |
|--|--|---|--|---|
| <i>Pertinencia de la metodología de solución</i> | La estrategia sugerida para solucionar el problema incluye o se adecúa a los pasos del método científico y es explícita | La estrategia sugerida para solucionar el problema incluye o se adecúa a la mitad de los pasos del método científico y es explícita | La estrategia sugerida para solucionar el problema incluye o se adecúa a los pasos del método científico y es implícita | La estrategia sugerida para solucionar el problema incluye o se adecúa a menos de la mitad de los pasos del método científico explícita o implícitamente. |
| <i>Relaciona el objeto de estudio de la cerámica con los distintos enfoques disciplinares</i> | Menciona explícitamente las diferentes disciplinas científicas relacionadas con la cerámica y que intervienen en la solución del problema. | Menciona explícitamente al menos la mitad de las disciplinas científicas relacionadas con la cerámica y que intervienen en la solución del problema | Menciona implícitamente las disciplinas científicas relacionadas con la cerámica y que intervienen en la solución del problema | Menciona menos de la mitad, explícita o implícitamente, de las disciplinas científicas relacionadas con la cerámica y que intervienen en la solución del problema |
| <i>Conclusiones</i> | Las conclusiones expresan su opinión fundamentada sobre el impacto de la ciencia y la tecnología en el desarrollo de la actividad cerámica | Las conclusiones expresan superficialmente el impacto de la ciencia y la tecnología en el desarrollo de la cerámica | Las conclusiones expresan su opinión sobre el impacto de la ciencia y la tecnología en el desarrollo de la actividad cerámica pero esta no está fundamentada | Las conclusiones no expresan la opinión sobre el impacto de la ciencia y la tecnología en el desarrollo de la cerámica |
| Total | | | | |

Reportes, artículo

| Rubro | Excelente 4 | Suficiente 3 | Puede mejorar 2 | Insuficiente 1 |
|-----------------------------------|---|---|--|--|
| Estructura | Contiene todas las secciones, incluye una portada, numeración de páginas e índice. Con letra Arial o Times New Roman a 12 puntos, interlineado sencillo | Contiene todas las secciones. Incluye portada. Respeto la tipografía. Pero no incluye números de página o índice. | No respeta la tipografía. No incluye números de página o no incluye índice. Falta alguna de las secciones. | Falta más de una sección No respeta tipografía No incluye números de página No incluye índice |
| Uso de reglas gramaticales | No comete faltas de ortografía. Usa signos de puntuación. | Comete hasta tres faltas de ortografía pero utiliza signos de puntuación. | Comete entre tres y diez faltas de ortografía. No utiliza signos de puntuación. | Comete más de diez faltas de ortografía, no usa signos de puntuación adecuadamente. |
| Citas y bibliografía | Utiliza citas con el formato APA y más de tres fuentes confiables. | Utiliza al menos tres fuentes confiables y hace citas en formato APA. | Utiliza menos de tres fuentes confiables y hace citas en formato APA. | No utiliza fuentes confiables o no hace citas en formato APA. |
| Manejo de información | La información es adecuada al tema tratado, corresponde con la sección desarrollada, organizada de manera coherente y lógica. | La información es adecuada al tema tratado, organizada de manera coherente y lógica, pero no corresponde con la sección desarrollada. | La información es adecuada al tema, pero no está organizada de manera coherente y lógica. | La información no es adecuada al tema. |
| Claridad en la redacción | Las ideas son claras, utiliza un lenguaje adecuado al público al que va dirigido. | Las ideas son claras pero no utiliza un lenguaje adecuado al público al que va dirigido. | Hay poca claridad en las ideas. | No hay claridad en las ideas, la redacción es rebuscada. Divaga. |
| Comprensión del tema | Expresa los principios y leyes que explican el fenómeno físico estudiado, utiliza las ecuaciones correspondientes a dichas leyes y/o principios. | Expresa los principios y leyes que explican el fenómeno físico estudiado, pero utiliza erróneamente algunas de las ecuaciones correspondientes a dichas leyes o principios. | Hay errores en la identificación de algunos principios y/o leyes. | No identifica correctamente los principios y leyes que explican el fenómeno. |
| Conclusiones | Las conclusiones son fundamentadas y corresponden con las hipótesis planteadas. Hace sugerencias de aplicación más allá del problema resuelto. | Las conclusiones son fundamentadas y corresponden con las hipótesis planteadas, pero no se hacen sugerencias más allá del problema resuelto. | Hay solo interpretación de datos. | No hay conclusiones. |

Rúbrica para evaluación de proyectos⁵

| Criterios | Por debajo del nivel esperado | Cerca del nivel esperado | Cumple con el nivel esperado | Excelente trabajo |
|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Introducción | No define con claridad ni congruencia los puntos de la introducción | Define con dificultad los puntos de la introducción | Define los puntos de la introducción | Define con claridad y congruencia los puntos de la introducción (Incorpora aspectos generales, antecedentes, referencias de expertos, naturaleza del proyecto, sus fines, expectativas, procesos y productos, breve reseña del contenido) |
| Tema, título y ejes de investigación | No establece la relación entre el tema, el título y los ejes de investigación | Relaciona con dificultades el tema, el título y los ejes de investigación | Relaciona el tema, el título y los ejes de investigación | Relaciona con solvencia el tema, el título y los ejes de investigación |
| Modalidad del proyecto | No señala completo el perfil de la investigación | Solo señala el perfil de la investigación | Señala el perfil de la investigación y agrega una descripción parcial de los procesos | Señala el perfil de la investigación y describe los procesos implicados en la investigación |
| Planteamiento del problema | Señala únicamente algunas preguntas | Señala preguntas suficientes | Señala preguntas suficientes y congruentes | Señala preguntas suficientes, congruentes y agrega una reflexión crítica del tema y objeto de estudio. |
| Objetivos | No concreta claramente los objetivos de la investigación | concreta parcialmente los objetivos de la investigación | Incluye objetivos concretos que definen el qué de la investigación | Incluye objetivos concretos que definen el qué y el para qué de la investigación |
| Antecedentes del problema | No incluye estudios previos de pauta para el desarrollo la investigación | Cita algún estudio previo de apoyo para desarrollo de la investigación | Incorpora solo algunas reflexiones previas que ayudan a desarrollar la investigación | Incorpora reflexiones o estudios previos que ayuden a desarrollar la investigación |

⁵ Producida por Mtro. Jesús Macías Hernández, recuperado el 10 de enero de 2013 del sitio web: <http://seminariodeinvestigacionytesis7706.blogspot.mx/2011/11/rubrica-para-la-evaluacion-de-trabajos.html>

| | | | | |
|---|---|---|---|--|
| Estrategias de producción y perspectiva Teórico metodológica | No define las etapas, ni la secuencia del trabajo | Define con muchas dificultades las etapas o secuencia del trabajo | Define las etapas o secuencia del trabajo | Define con claridad y de manera precisa las etapas y secuencia del trabajo |
| Esquema de trabajo Capítulos (temas y subtemas) | Solo menciona grandes temas sin subdivisiones | Incluye nombres de capítulos y algunos temas | Incluye los posibles capítulos con algunos temas y subtemas | Incluye los capítulos con sus temas y subtemas de manera congruente |
| Presentación, ortografía, redacción y claridad de ideas | Los errores ortográficos y de puntuación son constantes y diversos | Presenta errores ortográficos y de puntuación reiterados | Los errores ortográficos y de puntuación son mínimos. | No hay errores ortográficos, ni de puntuación y excelente manejo del discurso escrito. |
| Referencias, bibliografía y fuentes de consulta | No cumple con los criterios de pertinencia y actualidad del apartado. | Cumple ocasionalmente con los criterios de formato y actualidad | Cumple con los criterios de formato y actualidad | Cumple sistemáticamente con los criterios de formato y actualidad |
| TOTAL | | | | |

Rúbrica para evaluar presentaciones

| | EXCELENTE | BUENO | REGULAR | DEFICIENTE |
|------------------|---|---|---|-------------------------|
| | 4 | 3 | 2 | 1 |
| Contenido | Cubre los temas a profundidad con detalles y ejemplos. El conocimiento del tema es excelente. | Incluye conocimiento básico sobre el tema. El contenido parece ser bueno. | Incluye información básica sobre el tema. | El contenido es mínimo. |

| | | | | |
|-------------------------------------|--|---|---|--|
| Organización | Contenido bien organizado usando títulos y listas para agrupar el material relacionado. | Usó títulos y listas para organizar, pero la organización en conjunto de tópicos aparenta debilidad. | La mayor parte del contenido está organizado lógicamente. | La organización no estuvo clara o fue lógica. Sólo muchos hechos. |
| Originalidad | El producto demuestra gran originalidad. Las ideas son creativas e ingeniosas. | El producto demuestra cierta originalidad. El trabajo demuestra el uso de nuevas ideas y de perspicacia. | Usa ideas de otras personas (dándoles crédito), pero no hay casi evidencia de ideas originales. | Usa ideas de otras personas, pero no les da crédito. |
| Relación Textos/Gráficos | El texto está correctamente ilustrado con gráficos o imágenes pertinentes estando equilibrados texto e imágenes. | El texto está correctamente ilustrado y equilibrado con las imágenes aunque alguna de ellas no es pertinente. | No hay equilibrio entre imágenes y texto y algunas carecen de relevancia o pertinencia. | Las imágenes y el texto están desequilibrados o no son pertinentes y tienen una finalidad decorativa. |
| Exposición | El ponente conoce perfectamente el tema del que habla y lo hace de forma clara y amena, hilando las ideas y poniendo ejemplos sin necesidad de leer la presentación. | El ponente conoce bastante bien el tema del que habla e hila las ideas del mismo, aunque necesita consultar de vez en cuando la presentación. La exposición es clara y amena. | El ponente conoce poco el tema del que habla recurriendo numerosas veces a la lectura de la presentación y su discurso está entrecortado y poco hilado. | El ponente apenas conoce el tema y de forma continuada lee la presentación. La exposición resulta monótona y confusa, sin expresividad y muy entrecortada. |
| Puntuación | No hay faltas de ortografía ni errores gramaticales. | Tres ó menos faltas de ortografía y/o errores de puntuación. | Cuatro errores de ortografía y/o errores gramaticales. | Más de cuatro errores de ortografía y de gramática |

| | | | | |
|------------------|--|---|---|---|
| Preguntas | Los ponentes contestan de forma precisa a las preguntas ampliando incluso la información dada en la presentación sin cometer ningún error. | Los ponentes responden de forma clara y precisa a las preguntas aunque cometen algún error en las contestaciones. | Los ponentes responden de forma confusa a las preguntas y cometen más de dos errores. | Los ponentes contestan con generalidades, de forma vaga y poco precisa e incurrir en numerosos errores. |
| Total | | | | |