

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL



**FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMATICAS
DEPARTAMENTO DE FÍSICA**

TESIS DE GRADO

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

“MAGÍSTER EN ENSEÑANZA DE LA FÍSICA ”

TEMA

**“UTILIZACIÓN DE MODELOS MENTALES, A TRAVÉS DE PROTOTIPOS
ELECTRÓNICOS, ORIENTADOS A LA ENSEÑANZA DE FUNDAMENTOS DE
LA TERMODINÁMICA”**

AUTOR

GABRIEL FELIPE PROAÑO PEÑA

Guayaquil - Ecuador

AÑO

2013

TESIS ELABORADA CON EL SOPORTE DE:



COOPERACIÓN TÉCNICA BELGA

DEDICATORIA

A mi esposa Francisca por demostrarme siempre su amor al estar siempre pendiente de todo y de todos; por ser incansable, por anteponer la firmeza y la frontalidad en pos de la coherencia en la vida. Te amo

A mi hija Romina, a quien le quité fines de semana que le correspondían, en su honor nombré al prototipo electrónico del presente proyecto.

A mis padres, en recompensa al esfuerzo diario y a las privacidades que hicieron y siguen haciendo por sus hijos.

AGRADECIMIENTO

A Dios, por poner en mi camino las personas adecuadas para guiar mi vida.

A mi esposa, Francisca, por ser mi soporte en todo momento, especialmente en los de flaqueza.

A mi hija, por ser mi inspiración de todos los días.

A mis padres, por haberme dado las herramientas de vida necesarias.

A la Cooperación Técnica Belga por brindar el financiamiento para que esta tesis fuera posible.

A mi Director de Tesis, MSc. Jorge Flores, por estar siempre dispuesto en brindar todo su conocimiento y experiencia al guiar esta tesis.

A todos lo que de algún modo colaboraron en la realización del presente trabajo.

DECLARACIÓN EXPRESA

La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, me corresponde exclusivamente; el patrimonio intelectual de la misma a la Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas, de la Escuela Superior Politécnica del Litoral

ING. GABRIEL FELIPE PROAÑO PEÑA

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

DIRECTOR DE LA TESIS

VOCAL DEL TRIBUNAL

INDICE	PÁG.
CAPITULO I: REVISIÓN DE LA LITERATURA.....	1
1.1 LOS MODELOS MENTALES	1
1.2 LOS PROTOTIPOS ELECTRÓNICOS EN LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA	3
1.3 FUNDAMENTOS DE LA TERMODINÁMICA: CALOR Y TEMPERATURA	5
1.4 EL APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO.....	6
1.5 LA INVESTIGACIÓN BASADA EN DISEÑO	7
1.6 INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN	9
CAPÍTULO II: MÉTODO	12
2.1 SUJETOS	17
2.2 MATERIALES	17
2.3 METODOLOGÍA EXPERIMENTAL.....	17
2.3.1 DECLARACIÓN DE VARIABLES	18
2.3.2 ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	18
CAPÍTULO III: RESULTADOS.....	21
CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN	31
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES	35
CAPÍTULO VI: RECOMENDACIONES	36
CAPÍTULO VII: BIBLIOGRAFÍA.....	37
CAPÍTULO VIII: ANEXOS.....	38

INDICE DE TABLAS

PÁG.

TABLA 1: Rendimiento académico de sujetos de estudio obtenidos en el Pre-test y Post-test. Valores son promedios \pm desviación estándar (n=26).....	22
TABLA 2: Porcentaje de acierto en el Pre-test y Post-test para la pregunta 2 (n=26).....	23
TABLA 3: Porcentaje de acierto en el Pre-test y Post-test para la pregunta 1 (n=26)	24
TABLA 4: Porcentaje de acierto en el Pre-test y Post-test para la pregunta 3 (n=26).....	24
TABLA 5: Porcentaje de acierto en el Pre-test y Post-test para la pregunta 8 (n=26).....	25
TABLA 6: Porcentaje de acierto en el Pre-test y Post-test para la pregunta 10 (n=26).....	26
TABLA 7: Porcentaje de acierto en el Pre-test y Post-test para la pregunta 9 (n=26).....	26
TABLA 8: Porcentaje de acierto en el Pre-test y Post-test para la pregunta 5 (n=26).....	27
TABLA 9: Porcentaje de acierto en el Pre-test y Post-test para la pregunta 3 (n=26).....	28
TABLA 10: Porcentaje de acierto en el Pre-test y Post-test para la pregunta 7 (n=26).....	28
TABLA 11: Porcentaje de acierto en el Pre-test y Post-test para la pregunta 4 (n=26).....	29

INDICE DE FIGURAS

PÁG.

FIGURA 1. Ganancia Normalizada de Hake.....	30
---	----

ABREVIATURAS

CBL	Laboratorio basado en Computadora
DBR	Investigación Basada en Diseño
GHz	GigaHerzio
J	Julio
J. °C ⁻¹	Julio Grado Centígrado ⁻¹
J·Kg ⁻¹ ·°C ⁻¹	Julio Kilogramo ⁻¹ Grado Centígrado ⁻¹
Kg	Kilogramo
LM335	Monolítico Lineal 335
SPSS	Software Estadístico (Soluciones de Productos Estadísticos y de Servicio)
°C	Grados Centígrados

INTRODUCCIÓN

CONTEXTO DEL PROBLEMA

Es muy común hacer uso frecuente de terminología técnica para referirnos a sensaciones u observaciones provenientes del entorno en el que desarrollamos nuestro diario vivir [1]. El alumno que asiste al salón de clases a adquirir conocimientos científicos, ya lleva consigo una representación del mundo que lo rodea, inicialmente a través de modelos mentales construidos por percepción, por experiencia directa con el mundo, o por analogía con otros modelos generados, y posteriormente a través de esquemas de asimilación u otros constructos cognitivos estables [2].

La diversidad de sub-áreas que conforman el conocimiento científico hace que éste sea parcialmente estudiado en los salones de clase, haciendo que las personas que forman parte de nuestro entorno social, llámense familiares, amistades, conocidos y demás, construyan el conocimiento previo del alumno. La identificación de estas concepciones adquiridas fuera del salón de clase constituye la variable crucial en el camino de aproximar el modelo mental del estudiante en un modelo conceptual.

Marco Antonio Moreira en el 2008 expresó lo siguiente: “Entender cualquier fenómeno natural es saber su causa, poder describir sus consecuencias y predecir sus efectos, de forma que el individuo pueda provocarlo, influenciarlo o evitarlo, o, por lo menos, explicarlo” [3] . La implementación de prototipos electrónicos busca crear un vínculo entre los fenómenos de la naturaleza y su consecuente estudio en el salón de clases, como parte del proceso de identificación de modelos mentales asociados a conceptos que fundamentan el estudio de ramas de la Física tales como la Termodinámica.

DECLARACIÓN DEL PROBLEMA

Los modelos mentales de calor específico preconcebidos por estudiantes de Tercero de Bachillerato no se ajustan al respectivo modelo conceptual estudiado en el capítulo de Fundamentos de Termodinámica.

PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Cómo afecta la implementación de un prototipo electrónico, como herramienta de enseñanza, al rendimiento académico de los estudiantes de Tercero de Bachillerato de una Institución de Educación Media en el estudio del Calor Específico en un entorno de aprendizaje colaborativo?

HIPÓTESIS

Se presentan las siguientes hipótesis:

HIPÓTESIS DE TRABAJO:

La hipótesis de trabajo en la presente investigación surge como la posible respuesta a la pregunta que se plantea:

El rendimiento académico de los estudiantes de Bachillerato de una Institución de Educación Media al estudiar el concepto de Calor Específico aumenta al implementar un prototipo electrónico como herramienta de enseñanza en un entorno de aprendizaje significativo.

HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN: H1

La media estadística de las calificaciones obtenidas por los estudiantes en la prueba de salida es mayor que la media estadística de las calificaciones

obtenidas por los estudiantes en la prueba de entrada, lo que genero un mejor rendimiento académico.

HIPÓTESIS NULA: H₀

No hay diferencia entre la media estadística de las calificaciones obtenidas por los sujetos de investigación en la prueba de salida y en la prueba de entrada aplicada a ellos.

OBJETIVO DE INVESTIGACIÓN

1. Diseñar e implementar un prototipo electrónico como material de enseñanza en el estudio de la Física Térmica.
2. Diseñar y desarrollar una prueba de entrada y de salida para medir el aprendizaje significativo en el estudio de la Física Térmica.

CAPITULO I: REVISIÓN DE LA LITERATURA

1.1 LOS MODELOS MENTALES

La utilización de Representaciones en nuestro diario vivir es mucho más frecuente de lo que podemos imaginar. Marco Antonio Moreira define las Representaciones como cualquier notación, signo o conjunto de símbolos que relaciona alguna cosa que es típicamente algún aspecto del mundo exterior o de nuestro mundo anterior (o sea, de nuestra imaginación) en su ausencia.

Cuando las Representaciones están internalizadas en nuestra mente toman el nombre de Representaciones Mentales, pudiendo ser de tipo analógicas, si su origen tiene naturaleza sensorial (visual, auditiva u olfativa) y de tipo proposicional cuando se logra caracterizar el lenguaje de la mente no consciente llamado “mentalés”.

Johnson Laird define los Modelos Mentales como análogos estructurales del mundo; esto quiere decir que su estructura (no su aspecto) corresponde a la de la situación que representa y esta no se genera de forma arbitraria.

La estructura que va adquiriendo el modelo mental se sustenta en la manera en que el individuo construye su propio conocimiento. Es posible que esta estructura esté conformada por conocimientos previos que pudiesen estar alejados de la realidad científica; sin embargo, esta característica le da el carácter de exclusividad al modelo mental de cada individuo.

Los científicos, investigadores, ingenieros especializados en ciertas áreas del conocimiento han ido evolucionando el estudio de las ciencias en base a sus propios Modelos Mentales. Estos Modelos Mentales han variado en la medida que han tenido la mayor aproximación posible a la realidad científica. Esta evolución del modelo mental desemboca en la implementación de un Modelo Conceptual.

Marco Antonio Moreira define al Modelo conceptual de la siguiente forma: Son Representaciones externas inventadas, diseñadas por investigadores, ingenieros, arquitectos, profesores para facilitar la comprensión o enseñanza de sistemas físicos, o estados de cosas físicos, objetos o fenómenos físicos.

De esta manera pudiéramos definir a un modelo conceptual como un recurso utilizado en el ámbito de la enseñanza, que tiene por objetivo presentar un análogo estructural de la realidad, válido para una comunidad científica, y dirigida hacia el alumno o estudiante.

Moreira diferencia al modelo mental del conceptual de la siguiente manera:

“El modelo mental es una representación interna cuyo compromiso básico es la funcionalidad para el sujeto, o sea, debe permitirle explicar y predecir aunque no necesariamente en forma correcta desde el punto de vista científico”.

Desde esta perspectiva un Modelo Mental se constituye en un borrador a la Representación de la realidad de cada sujeto. De esta forma, este borrador estaría en constante evolución.

Se conoce que en la actualidad nuestro sistema educativo no trabaja en la construcción de modelos mentales; sino mas bien modelos conceptuales, Modelos Conceptuales que arrancaron como modelos mentales con sus propias inconsistencias y que, como producto de su evolución característica, desembocaron en un modelo conceptual.

Esta privación al estudiante de esta herramienta, le resta de una gran oportunidad de aprender significativamente. Ya lo menciona Moreira de la siguiente manera:

“... El aprendizaje sería tanto más significativo y más “correcto” desde las Ciencias cuanto más el sujeto fuera capaz de construir (y quisiera construir) modelos mentales abarcadores, articuladores y consistentes con los modelos conceptuales, que evolucionasen hacia esquemas de asimilación que dotarían de un alto grado de significatividad. Esta hipótesis necesita más apoyo experimental...”.

El apoyo experimental cae por su propio peso, debido a que la última instancia del modelo mental sería la confrontación con la situación real; de tal manera que un modelo construido esté en capacidad de ser ejecutado y homologado con la realidad [1].

1.2 LOS PROTOTIPOS ELECTRÓNICOS EN LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA

Los prototipos electrónicos utilizados en la enseñanza de la Física enfocan sus fortalezas en el recurso del data logging. Nombres como EXAO (Experimentos asistidos por ordenador), MBL (Microcomputer based laboratory) y CBL (Computer based Laboratory) o también PASCO, Vernier, Fourier, CMA,

Multilab están relacionados con este recurso tecnológico, que hoy en día está puesto a disposición en el campo de la enseñanza de la física.

Para lograr implementar el data logging en el salón de clase es necesario que el prototipo electrónico cuente con: Primero: Un sensor, encargado de medir la variable física capturando las señales eléctricas generadas por el fenómeno observado, por ejemplo: señales de temperatura, presión, pH. Segundo: Interface, encargada de realizar el tratamiento de la señal eléctrica y ser el nexo con el ordenador a través de un ambiente gráfico amigable para el estudiante. Tercero: El ordenador: encargado de recibir y procesar las instrucciones por parte del alumno. Cuarto: Pantalla: A través de esta, la medición realizada en el paso uno se presenta visualmente de forma numérica o usando representaciones gráficas. [2]

El propósito de utilizar el data logging como complemento dentro del proceso enseñanza - aprendizaje es estimular la experiencia del fenómeno físico, logrando que los resultados obtenidos en el proceso logren tener un significado para los estudiantes. Es importante señalar que el uso de esta tecnología no pretende desplazar otros recursos dentro de este proceso; sino por el contrario, pone a disposición una alternativa a tener en cuenta en el salón de clases; considerando que entre los beneficios que presenta está que el tiempo requerido para la toma de mediciones no sobrepasa los cinco minutos. De esta forma se viabiliza la generación de espacios asignados para el análisis, conclusiones o recomendaciones.

Adicionalmente, estudios preliminares realizados por Bernhard [3] señalan que la implementación del data logging permite una conexión entre el experimento real y las representaciones abstractas. Basándose en estas afirmaciones, el data logging prácticamente se constituye en un elemento clave para el desarrollo de los modelos mentales de cada uno de los estudiantes

1.3 FUNDAMENTOS DE LA TERMODINÁMICA: CALOR Y TEMPERATURA

La termodinámica es una de las ramas más generales de la física clásica, cuyo impacto es evidente por la gran cantidad de aplicaciones en la enseñanza y en la práctica. Sus dos pilares fundamentales, en el nivel introductorio, son los conceptos de calor y de temperatura, y como en muchos otros aspectos de la física clásica, la mayoría de los estudios relacionados con la conceptualización y la pedagogía se han llevado a cabo en niveles de educación media y media superior. [4]

En el estudio del capítulo de Calor y Temperatura a nivel de bachillerato se tratan los siguientes conceptos: Temperatura, Calor, Calor Específico, Capacidad Calorífica, Calor Latente y además se abordan representaciones de estos conceptos a través de gráficas Temperatura vs Tiempo, Temperatura vs Energía.

Una idea preliminar que se imparte al abordar el concepto Temperatura está dada por la sensación de cuan frío o caliente está un objeto cuando lo tocamos [5]; sin embargo, esta definición al ser subjetiva es reemplazada por el Modelo Conceptual que describe a la Temperatura como la propiedad que determina si un objeto está o no en equilibrio térmico con otros objetos. [6]

Otra definición utilizada en la enseñanza de la Física a nivel de bachillerato relacionada los objetos cuando varían su temperatura al entrar en contacto térmico con otro que se encuentra a diferente temperatura. Este proceso de intercambio de energía se conoce como Calor y se da hasta que ambos llegan a una misma temperatura (equilibrio térmico). [7]

Durante el proceso de intercambio de energía, la cantidad de calor requerido para elevar un grado centígrado de temperatura a un kilogramo de materia recibe el nombre de Calor Específico con sus unidades $\text{J}\cdot\text{Kg}^{-1}\cdot^{\circ}\text{C}^{-1}$; mientras

que la Capacidad Calorífica igualmente se refiere al Calor requerido para elevar un grado centígrado de temperatura sin considerar la cantidad de materia que interviene durante el proceso.[8]

1.4 EL APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO

La naturaleza del ser humano tiende a adquirir continuamente conocimientos y guardarlos en su memoria, para en algún momento poderlos usar según sus necesidades, recibiendo este proceso el nombre de aprendizaje. Cuando en este proceso, una nueva información (un nuevo conocimiento) se relaciona de manera no arbitraria y sustantiva (no-literal) con la estructura cognitiva de la persona que aprende recibe el nombre de Aprendizaje Significativo.

La característica de no arbitrariedad aparece cuando el nuevo conocimiento que desea ser adquirido y asimilado, se inmersa en un proceso de internalización del ser humano, donde los conocimientos previos de éste, sirven de soporte para la fijación del nuevo conocimiento; mientras que la sustantividad se refiere a que durante este proceso de internalización del nuevo conocimiento, el ser humano adquiere la esencia del nuevo conocimiento y no todas las palabras precisas usadas para expresarlas.

Marco Antonio Moreira identifica varias formas de Aprendizajes Significativo, dependiendo del modo en que se asocian los conocimientos entre sí. Entre ellos tenemos: El Aprendizaje Representacional, Proposicional, Subordinado, Derivativo, Correlativo, Superordenado y Combinatorio. Presentada esta clasificación cabe el cuestionamiento por reconocer en cuál de estas modalidades recae el aprendizaje de los conceptos.

Según Marco Antonio Moreira, el Aprendizaje Significativo Representacional es el que busca dar significado a símbolos individuales (típicamente palabras) o lo que ellas representan. El aprendizaje conceptual se presenta como un caso especial del aprendizaje representacional; donde el objetivo es generalizar o categorizar. [9]

Según el Diccionario de la Real Academia de la Lengua Española, el término concepto es una idea que concibe o forma el entendimiento; entendiéndose el término idea como el conocimiento puro, racional, debido a las naturales condiciones de nuestro entendimiento; es decir, de la inteligencia o sentido que se da a lo que se dice o escribe [10].

De las definiciones presentadas podemos notar que un concepto vincula el conocimiento y las diversas formas de difundirlo, teniendo como objetivo final su respectivo entendimiento. Aunque el Diccionario de la Real Academia de la Lengua Española no lo menciona, los conceptos constituyen una herramienta esencial en el Aprendizaje Significativo; pero no la única.

Por lo tanto, en la medida que el conocimiento esté más ceñido a la razón y logre ser expresado y comprendido a través de los recursos más eficaces se habrá logrado concebir un buen concepto, y el aprendizaje podrá tener el carácter de significativo.

1.5 LA INVESTIGACIÓN BASADA EN DISEÑO

Marta Molina consideró la Investigación Basada en Diseño (D.B.R.) como un paradigma metodológico que está actualmente siendo activamente aplicado y

desarrollado dentro de la investigación educativa, y que está probando ser de utilidad en el campo de las Ciencias.

Se trata de una metodología cualitativa, que se encarga del estudio del proceso enseñanza - aprendizaje considerando en su enfoque a la antropología, psicología educativa, sociología, neurociencia, así como las didácticas específicas, entre otros campos. Su objetivo se centra en el análisis de los resultados recabados producto de la observación de las variables implicadas en el proceso: Alumnos, profesores, ambientes de estudio, entre otros.

Los experimentos usados durante la Investigación Basada en Diseño se hacen para probar y generar hipótesis, durante el experimento en general o durante cada uno de los episodios. Estas hipótesis podrán ser formuladas inicialmente o en el transcurso de los episodios, mediante la revisión de los datos de los episodios previos, siendo en ocasiones necesario abandonar hipótesis a la luz de los datos y formular nuevas hipótesis.

De manera general, en una Investigación Basada en Diseño se involucran una secuencia de episodios de enseñanza en los que participan: un investigador-docente, uno o más alumnos y un investigador-observador. Los investigadores están encargados de la planificación de interacciones en el aula y continuamente avizorar los posibles significados que subyacen como resultado del estímulo provocado.

Durante la Investigación basada en diseño se recoge información de todo cuanto acontece en el salón de clases. Para el efecto se puede hacer uso de video grabaciones, toma de notas, entre otros recursos de investigación. El

tiempo de duración de la investigación es subjetivo. En realidad depende del ámbito del proceso de enseñanza – aprendizaje que se desee investigar.

Marta Molina evidencia algunas características de las D.B.R.: 1) Se centran en la caracterización de la situación en toda su complejidad, la mayor parte de la cual no es conocida a priori. 2) Involucra diferentes tipos de participantes en el diseño para utilizar sus diferentes experiencias en la producción y análisis de éste; estando siempre involucrado, en el proceso de investigación, la persona que actúa como docente. 3) Refinamiento progresivo, ya que el diseño es constantemente revisado a partir de la experiencia. 4) Análisis retrospectivo de los datos recogidos de la actividad ocurrida en el aula.

La Investigación Basada en Diseño refiere algunos criterios a tener en cuenta: fiabilidad, replicabilidad, capacidad de generalización, y utilidad. La fiabilidad se refiere a que los efectos observados sobre los sujetos de estudio corresponden a los esperados antes del impacto causal. La replicabilidad se refiere a que determinada metodología de enseñanza pudiera ser aplicable ante otros sujetos de estudio, probablemente bajo otras situaciones. La capacidad de generalización se refiere a que los resultados obtenidos al final de la investigación pudiesen ser aplicados sobre otros contextos. Finalmente, la utilidad implica que los resultados obtenidos deben ser claros y precisos, de tal forma, que se constituyan en puntos de partida para una futura investigación, evitando la desconexión existente entre la investigación la práctica. [11]

1.6 INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN

La necesidad de garantizar que el proceso de enseñanza - aprendizaje ofrezca resultados estandarizados a nivel de calidad educativa ha conllevado a que los procesos de evaluación busquen ser cada vez más eficaces a la hora de identificar estos resultados en el aprendizaje, que no son más que enunciados

acerca de lo que se espera que el estudiante sea capaz de hacer como resultado de una actividad de aprendizaje.

Entre los años sesenta y setenta el proceso de aprendizaje logró presentarse de forma estructurada a través de niveles de pensamiento identificados por Benjamin Bloom y estos son: Conocimiento, Comprensión, Aplicación, Análisis, Síntesis y Evaluación. Estos niveles planteados a través de esta Taxonomía de Bloom muestran que el ser humano llega al saber a través de estos niveles explícitamente establecidos.

El nivel de Conocimiento se caracteriza por la habilidad del estudiante para traer a la memoria hechos sin que estos necesariamente estén comprendidos.

Si el aprendiz se encuentra en el nivel de Comprensión es porque ha desarrollado la habilidad para interpretar información que ha aprendido; mientras que cuando logra utilizar material aprendido en nuevas circunstancias es porque se encuentra en el nivel de Aplicación.

En el nivel de Análisis, el aprendiz descompone información en sus componentes. Finalmente, si el estudiante logra unir diferentes componentes de un concepto para conformar uno sólo se podrá decir que se encuentra en el nivel de Síntesis, que únicamente es superado cuando todo lo aprendido es usado para juzgar el valor de los elementos para propósitos específicos. Se dice entonces que se ha alcanzado el último nivel de la Taxonomía de Bloom: la Evaluación.

Estos niveles del conocimiento deben identificarse dentro del proceso educativo. De aquí la necesidad que el proceso de evaluación plantee mecanismos suficientes para reconocer estas fases del conocimiento en los

estudiantes. La Taxonomía de Bloom propone un listado de verbos que sirven para declarar instrucciones utilizadas en los instrumentos de evaluación y a la vez relacionarlos con un nivel en la Taxonomía de Bloom específico. (Ver Anexo 1) [12]

CAPÍTULO II: MÉTODO

La metodología utilizada en el presente trabajo se fundamentó en la Investigación Basada en Diseño (Design Based Research, DBR); la misma que sugiere una revisión preliminar de los materiales de la investigación, denominada Primera Intervención cuya finalidad fue identificar y corregir en los materiales de experimentación ligeras falencias operativas. Posteriormente, a través de una Segunda Intervención (Experimental), se obtuvieron los resultados, conclusiones y recomendaciones.

Durante la Primera Intervención se plantearon los siguientes componentes:

SUJETOS:

Estudiantes: Seis estudiantes seleccionados al azar cursantes de la materia de Física de ambos géneros entre quince y diecisiete años que se encontraron cursando el Segundo Año de Bachillerato, Opción: Ingenierías, pertenecientes a una prestigiosa Institución educativa de Nivel Medio en la provincia del Guayas.

Docente: Un profesor encargado de impartir la asignatura de Física en un prestigioso plantel de Educación Media en la provincia del Guayas.

MATERIALES

Prototipo Electrónico ROMINA2010: Constituido por un calorímetro, construido de forma artesanal con un chasis de aluminio, térmicamente aislado a través de fibra de vidrio dispuesto en el contorno de la paredes del

calorímetro con la finalidad de aislar térmicamente la cámara de calentamiento de todo ambiente que se encuentre fuera de ella.

La tapa del calorímetro construida con aluminio con un sensor de temperatura adaptado en ella compuesto por el dispositivo electrónico LM335 y un par de resistores eléctricos de medio vatio de potencia dispuestos en el interior de un tubo y dos acoples de pvc (cloruro de polivinilo) que brindó protección durante su manipulación.

En el interior de la cámara de calentamiento se instaló una resistencia eléctrica (elemento calentador) de confección artesanal construida con una capacidad de 100 vatios de potencia eléctrica cuya energización se logró con la adquisición de una fuente de voltaje de 100 W de potencia eléctrica con capacidad de suministrar 12 voltios continuos a partir de la energización con 110 voltios alternos en su entrada.

Adicionalmente el registro de temperatura se realizó con el software LabVIEW 2011 (Marca: National Instruments) instalado en un computador Marca: Compaq con sistema operativo Windows 7 (32 bits), procesador Intel Core i5 a 2,30 GHz.

Prueba de entrada/salida: El Test de Física Térmica consta de diez preguntas, cada una con cuatro alternativas como posibles respuestas (Ver Anexo 4). Las alternativas procuran plantear algunos modelos mentales identificados a partir de la práctica docente y que se encuentran alejados del modelo conceptual científicamente aceptado tal como lo señaló Marco Antonio Moreria en su publicación del 2002 [1]. Esto con la finalidad que los sujetos de estudios logren discernir entre varios modelos mentales al momento de la resolución del test.

La pregunta uno propone dos modelos conceptuales: El primero sostiene que para que exista calor es necesario que el refrigerante y el motor estén a diferentes temperaturas y el segundo sostiene que el mejor refrigerante debe

tener el mayor calor específico. Estos dos modelos conceptuales conllevan a que la respuesta correcta de la pregunta uno sea la alternativa C.

La pregunta dos presenta el modelo conceptual de calor específico aplicándolo al caso del agua, cuyo valor al ser de $4200 \text{ J}\cdot\text{Kg}^{-1}\cdot^{\circ}\text{C}^{-1}$ implicaría que se requiere que un kilogramo de agua absorba 4200 J de energía para incrementar un grado centígrado de temperatura. De esta forma la respuesta correcta de la pregunta dos es la alternativa D.

La pregunta tres relaciona el trabajo realizado por el elemento calentador al consumir potencia eléctrica y disiparla en forma de energía térmica sobre medio kilogramo de agua. Con el antecedente que por cada 4200 J de energía térmica absorbida se logra incrementar un grado centígrado a un kilogramo de agua se obtiene que la respuesta correcta sea la alternativa A.

La pregunta cuatro utiliza modelos mentales creados alrededor del concepto Calor Específico. Dado que un kilogramo de agua absorbe 84000 J de energía y conocido su calor específico, es posible determinar el incremento de temperatura que experimenta el kilogramo de agua, siendo éste de 20°C . Debido a que se desconoce la temperatura final de este proceso, no es posible determinar la temperatura inicial. Por lo expuesto, la respuesta correcta es la alternativa C.

La pregunta cinco busca evaluar los modelos mentales alrededor de la gráfica Energía vs Cambio de Temperatura. El modelo conceptual señala que la relación entre las variables de esta gráfica es lineal y dado que, en esta pregunta, el eje de las Y recoge los valores correspondientes a la Energía absorbida, los valores registrados por esta variable empiezan desde cero haciendo que la respuesta correcta sea la alternativa C.

La pregunta seis utiliza modelos mentales del concepto Capacidad Calorífica para el caso de una muestra con capacidad calorífica de $5000 \text{ J}\cdot^{\circ}\text{C}^{-1}$, es decir

que, por cada 5000 J de energía absorbida, la temperatura de la muestra se incrementaría en un grado centígrado independientemente de su masa cuyo valor, de hecho, no aparece como dato del enunciado de la pregunta. Por lo expuesto, la respuesta correcta es la alternativa B.

La pregunta siete, nuevamente, evalúa los modelos mentales alrededor de la gráfica Energía vs Cambio de temperatura; pero esta vez a través del concepto Capacidad Calorífica. Debido a que la relación de ambas variables es lineal, todas las alternativas presentan esta característica de linealidad; sin embargo la pendiente de esta relación lineal está dada por el valor de la Capacidad Calorífica. Por lo expuesto, la alternativa que presenta la mayor pendiente es aquella con mayor Capacidad Calorífica; siendo ésta la alternativa D.

La pregunta ocho trabaja con modelos conceptuales aplicados en la gráfica Temperatura vs Tiempo. Con información disponible de la gráfica Temperatura vs tiempo correspondiente al agua, es posible determinar la potencia del elemento calentador de inmersión referido en el enunciado del problema a través del cálculo de la pendiente existente en la relación lineal entre las variables citadas. Con éste valor calculado finalmente es posible calcular el calor específico del líquido desconocido resultando ser $6000 \text{ J}\cdot\text{Kg}^{-1}\cdot^{\circ}\text{C}^{-1}$ correspondiendo como respuesta a la alternativa A.

En la pregunta nueve, al igual que en la pregunta ocho, se utilizan modelos conceptuales aplicados en la gráfica Temperatura vs Tiempo. A partir del cálculo de la pendiente de la gráfica es posible determinar la potencia del elemento calentador de inmersión desconocido. Finalmente, calculado este valor, es posible calcular la energía necesaria que provoca el incremento de los cincuenta grados centígrados mostrados en la gráfica Temperatura vs Tiempo, siendo esta 42000 J que se obtienen de restar 54000 J, como lectura final, de 12000 J, como lectura inicial. Estos valores se muestran en la alternativa B; siendo esta la respuesta correcta.

La pregunta diez utiliza el modelo conceptual de Calor Específico a través del uso de un calorímetro; donde conocidos dos valores de temperatura asociados con dos instantes de tiempo, respectivamente, se logra calcular el Calor Específico de un líquido desconocido utilizando nuevamente el cálculo de la pendiente existente de la relación lineal entre la variable Temperatura y la variable Tiempo. De este cálculo se obtiene que el Calor Específico es de $4200 \text{ J}\cdot\text{Kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ correspondiendo la alternativa C como correcta.

Guía de manejo de Prototipo Electrónico: Documento que detalla los procedimientos de manipulación del Prototipo Electrónico ROMINA2010 desde su energización eléctrica hasta su implementación en una instrucción demostrativa con el tema Calor Específico correspondiente al capítulo de Calor y Temperatura (Ver Anexo 5).

PROCEDIMIENTO:

1. Se entregó el Prototipo Electrónico ROMINA2010 con su Guía de Manejo
2. Se realizó una entrevista verbal con el docente y se recogieron sus inquietudes presentadas durante su ambientación con el prototipo y la Guía de Manejo.
3. Se entregó la Prueba de entrada/salida a los estudiantes de forma individual para que sea revisada sin resolver e identifiquen imprecisiones tanto en el planteamiento de las instrucciones de resolución como en la redacción de las preguntas.
4. Se realizó una entrevista verbal con los sujetos de estudio y se recogieron sus apreciaciones respecto a la Prueba de entrada/salida.

En la Segunda Intervención se plantearon los siguientes componentes:

2.1 SUJETOS

Estudiantes: Veintiséis estudiantes cursantes de la materia de Física de ambos géneros entre quince y diecisiete años que se encontraron cursando el Segundo Año de Bachillerato Opción: Ingenierías pertenecientes a una prestigiosa institución educativa de Nivel Medio en la provincia del Guayas. NOTA: Ningún estudiante de la Primera Intervención fue parte de esta intervención.

Docente: Un profesor encargado de impartir la asignatura de Física y que impartió el capítulo de Calor y Temperatura en un prestigioso plantel de Educación Media en la provincia del Guayas.

NOTA: El docente de la Primera Intervención no fue parte de esta intervención.

2.2 MATERIALES

No habiendo recogido observaciones durante la entrevista verbal sostenida con el docente ni con los sujetos de estudio participantes de la Primera Intervención, los materiales empleados fueron los mismos especificados durante la Primera Intervención. Esto es: 1) Prototipo Electrónico ROMINA2010. 2) Prueba de entrada/salida. 3) Guía de manejo del Prototipo Electrónico ROMINA2010.

2.3 METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

1. Se entregó el Prototipo Electrónico al Docente junto con su Guía de Manejo utilizados en la Primera Intervención.

2. Se aplicó la Prueba de entrada utilizada en la Primera Intervención (Ver Anexo 4).
3. Se realizó la Intervención Experimental utilizando la Instrucción Demostrativa del tema Calor Específico. Para el efecto, se hizo uso del prototipo electrónico siguiendo detalladas instrucciones que constan en la Guía de Manejo del Prototipo Electrónico ROMINA2010 (Ver Anexo 5), el Plan de Clase (Ver Anexo 6) y las Diapositivas utilizadas durante la Instrucción Demostrativa utilizando el Prototipo ROMINA2010 (Ver Anexo 7)
4. Se aplicó la Prueba de salida (Ver Anexo 4).

2.3.1 DECLARACIÓN DE VARIABLES

VARIABLE INDEPENDIENTE: Implementación de la Instrucción Demostrativa del tema Calor Específico utilizando el Prototipo Electrónico ROMINA2010.

VARIABLE DEPENDIENTE: Rendimiento académico de los estudiantes sujetos de estudio (Calificaciones).

VARIABLE CONTROLADA: Entorno de aprendizaje significativo.

2.3.2 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los resultados finales obtenidos a través del promedio de calificaciones del pretest y postest fueron comparados realizando un análisis de medias utilizando la prueba t de student pareada de datos relacionados con un nivel de confianza del 95% con ayuda del programa estadístico SPSS 20. (Ver Anexo 2)

A continuación se detalla la prueba estadística:

Sea:

μ_x : La media de las calificaciones obtenidas en el pretest.

μ_y : La media de las calificaciones obtenidas en el postest.

v: Grados de Libertad

do : Diferencia entre medias ($\mu_x - \mu_y$)

α : Nivel de significancia

H₀: Hipótesis nula

H₁: Hipótesis alterna

Se plantea la siguiente hipótesis:

H₀: $\mu_x - \mu_y = 0$

H₁: $\mu_x - \mu_y \neq 0$

α =0,05

v: 25

do : 0

Se acepta H₀ si - t_c < t_p < t_c ; donde:

t_p: Estadístico de prueba (t student); **t_c**: t student crítico.

Con ayuda del algoritmo ejecutable MH Program Version 1.2 se realizó el test Stuart-Maxwell para cada pregunta del Test de Física, permitiendo comparar, con un 95% de confianza, las diferencias entre las proporciones marginales obtenidas para el pretest y el postest. (Ver anexo 3)

A continuación se detalla la prueba estadística:

p₁: Proporción de los resultados por pregunta en el pretest

p₂: Proporción de los resultados por pregunta en el postest

Se plantea la siguiente hipótesis:

H₀: $p_1=p_2$

H₁: $p_1 \neq p_2$

α =0,05

v: 25

Se acepta H₀ si: $\chi^2_p < \chi^2_c$; donde:

χ^2_p : Estadístico de prueba (Chi cuadrado); χ^2_c : Chi cuadrado crítico.

CAPÍTULO III: RESULTADOS

En el marco de la física conceptual los fenómenos abordados son abstractos y desde el punto de vista de la enseñanza no son fácilmente comprendidos. Principalmente, porque en los libros, a pesar de haber ejemplos que pueden guiar a la comprensión del concepto, muchas veces estas explicaciones no son lo suficientemente explícitas o asimilables para los estudiantes.

Dentro de las innovaciones pedagógicas, se encuentra el uso de herramientas tecnológicas que permiten a través de la práctica viabilizar mejor la comprensión del fenómeno físico en los estudiantes. Este, junto con el complemento de software permite unir el concepto con la manipulación algebraica y de esta manera generar un modelo mental.

El concepto de calor específico, presente en varios fenómenos del diario vivir de una persona, está principalmente relacionado a una percepción sensorial. Sin embargo, existiendo soporte bibliográfico y herramientas disponibles relacionadas a este concepto, existen falencias en la asimilación de este concepto al relacionarlo con el concepto de temperatura y no desde el punto de vista energético.

El desarrollo del dispositivo ROMINA2010 compuesto por el calorímetro, de confección artesanal, el convertidor analógico-digital marca National Instruments y la interface gráfica de Labview 2011 (versión estudiantil) permitió didácticamente visualizar el comportamiento de este fenómeno físico en un cuerpo líquido logrando finalmente su cálculo a través de la información suministrada por el dispositivo.

Utilizando la metodología para calcular el calor específico de una sustancia desconocida en calorímetros, se obtuvo como resolución de un problema

teórico el valor del calor específico de $2880 \text{ J}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$; mientras que el valor del calor específico del diseño experimental propuesto fue de $4316 \text{ J}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$.

El aprendizaje significativo del concepto Calor Específico medido a través de una prueba de entrada y de salida obtuvo como resultado que los sujetos de estudio estuvieron en capacidad de identificar y aplicar este concepto dentro de la estructura de la prueba. Del mismo modo, permitió evidenciar la aplicación de destrezas inherentes a sus conocimientos previos para culminar el desarrollo de la misma.

La calificación promedio alcanzada en la prueba de salida (postest) fue de 6,96 y resultó mayor a la obtenida en la prueba de entrada (pretest) de 5,8; siendo estas diferencias obtenidas entre el pretest y el postest estadísticamente significativa (Ver Tabla 1; $p= 0,0002$).

Tabla 1. Rendimiento académico de sujetos de estudio obtenidos en el Pre-test y Post-test. Valores son promedios \pm desviación estándar ($n=26$)

	Pretest	Postest
Calificación promediada	$5,81 \pm 1,80^a$	$6,96 \pm 1,51^b$

^{a,b} Datos en la misma fila con diferente superíndice son significativamente diferentes ($p<0,05$).

El test de Física Térmica conformado por diez preguntas, utilizado como prueba de entrada y salida, evaluó el concepto Calor Específico en cada uno de los siguientes niveles de la Taxonomía de Bloom: Comprensión, Aplicación, Análisis y Evaluación.

El nivel de Comprensión del concepto Calor Específico se evaluó a través de la pregunta dos que buscó la selección del correcto enunciado que describe este concepto en términos de las variaciones de energía y temperatura. El porcentaje de acierto alcanzado en la prueba de salida fue del 96% y resultó mayor al promedio obtenido en la prueba de entrada con 81%; sin embargo estas diferencias obtenidas entre el pretest y el postest no resultaron estadísticamente significativa (Ver Tabla 2; $p= 0,261$).

Tabla 2. Porcentaje de acierto en el Pre-test y Post-test para la pregunta 2 (n=26)

	Pretest	Postest
Porcentaje de acierto Pregunta 2	81% ^a	96% ^a

^a Datos en la misma fila con diferente superíndice son significativamente diferentes ($p<0,05$).

El nivel de Aplicación del concepto Calor Específico fue evaluado a través de las preguntas uno y tres. En la pregunta se pidió seleccionar el mejor material que actúe como refrigerante caracterizado en términos de su temperatura y calor específico. El porcentaje de acierto alcanzado en la prueba de salida fue del 42% resultando mayor al promedio obtenido en la prueba de entrada de 38%; sin embargo estas diferencias obtenidas entre el pretest y el postest no fueron estadísticamente significativa (Ver Tabla 3; $p= 0,572$).

Tabla 3. Porcentaje de acierto en el Pre-test y Post-test para la pregunta 1
(n=26)

	Pretest	Postest
Porcentaje de acierto Pregunta 1	38% ^a	42% ^a

^a Datos en la misma fila con diferente superíndice son significativamente diferentes ($p < 0,05$).

La pregunta tres buscaba la selección del cálculo correcto del tiempo que le toma a un elemento calentador elevar la temperatura de una masa determinada de agua conocido su calor específico. El porcentaje de acierto tanto en la prueba de salida como de entrada fue del 96%; sin embargo esta igualdad no resultó ser estadísticamente significativa (Ver Tabla 4; $p = 0,572$).

Tabla 4. Porcentaje de acierto en el Pre-test y Post-test para la pregunta 3
(n=26)

	Pretest	Postest
Porcentaje de acierto Pregunta 3	96%	96%

^a Datos en la misma fila con diferente superíndice son significativamente diferentes ($p < 0,05$).

El nivel de Análisis del concepto Calor Específico se evaluó a través de la pregunta ocho y diez.

La pregunta ocho solicitó la selección correcta del calor específico de un líquido desconocido a partir del comportamiento de un elemento calentador con el

agua y el líquido desconocido representado a través de una gráfica Temperatura versus tiempo. El porcentaje de acierto alcanzado en la prueba de salida fue del 58% siendo mayor al porcentaje de acierto obtenido en la prueba de entrada de 46%; sin embargo esta diferencia no resultó ser estadísticamente significativa (Ver Tabla 5; $p= 0,1386$).

Tabla 5. Porcentaje de acierto en el Pre-test y Post-test para la pregunta 8 (n=26)

	Pretest	Posttest
Porcentaje de acierto Pregunta 8	46% ^a	58% ^a

^a Datos en la misma fila con diferente superíndice son significativamente diferentes ($p<0,05$).

La pregunta diez solicitaba seleccionar el valor del calor específico de un líquido desconocido utilizando un calorímetro con un elemento calentador en su interior de potencia conocida, basándose en una tabla de temperaturas alcanzadas en sus respectivos instantes de tiempo asociados. El porcentaje de acierto alcanzado en la prueba de salida fue del 81% y resultó ser mayor al porcentaje de acierto obtenido en la prueba de entrada con el 42%; sin embargo esta diferencia no resultó ser estadísticamente significativa (Ver Tabla 6; $p= 0,1718$).

Tabla 6. Porcentaje de acierto en el Pre-test y Post-test para la pregunta 10
(n=26)

	Pretest	Postest
Porcentaje de acierto Pregunta 10	42% ^a	81% ^a

^a Datos en la misma fila con diferente superíndice son significativamente diferentes ($p < 0,05$).

El nivel de Evaluación del concepto Calor Específico se evaluó a través de la pregunta nueve que pidió la selección de la correcta lectura de un joulómetro conectado a un elemento calentador sumergido en agua, a partir de una gráfica Temperatura vs tiempo. El porcentaje de acierto alcanzado en la prueba de salida fue del 65% siendo mayor al porcentaje de acierto obtenido en la prueba de entrada con el 46%; sin embargo esta diferencia no resultó ser estadísticamente significativa (Ver Tabla 7; $p = 0,5842$).

Tabla 7. Porcentaje de acierto en el Pre-test y Post-test para la pregunta 9
(n=26)

	Pretest	Postest
Porcentaje de acierto Pregunta 9	46% ^a	65% ^a

^a Datos en la misma fila con diferente superíndice son significativamente diferentes ($p < 0,05$).

Del mismo modo, en el Test se evaluaron conceptos previos y complementarios al de Calor Específico como: Energía Térmica, Capacidad Calorífica y Punto de Ebullición.

El concepto Energía Térmica se evaluó en la pregunta cinco utilizando el nivel de la Taxonomía de Bloom correspondiente a Evaluación, donde se buscaba la mejor selección entre gráficas Energía vs Cambio de Temperatura a partir de un incremento en la temperatura de una determinada masa de agua. El porcentaje de acierto alcanzado en la prueba de salida fue del 31%.

El porcentaje de acierto alcanzado en la prueba de salida fue del 31% y resultó ser mayor al porcentaje de acierto obtenido en la prueba de entrada con el 15%; sin embargo esta diferencia no resultó ser estadísticamente significativa (Ver Tabla 8; $p= 0,1006$).

Tabla 8. Porcentaje de acierto en el Pre-test y Post-test para la pregunta 5 (n=26)

	Pretest	Posttest
Porcentaje de acierto Pregunta 5	15% ^a	31% ^a

^a Datos en la misma fila con diferente superíndice son significativamente diferentes ($p<0,05$).

El concepto Capacidad Calorífica se evaluó en los niveles de la Taxonomía correspondientes a Comprensión y Evaluación. El nivel de Comprensión de este concepto planteado a través de la pregunta seis interrogaba por la mejor selección entre alternativas referidas a los valores de verdad de cuatro proposiciones planteadas en términos de Temperatura, Capacidad Calorífica y Energía. El porcentaje de acierto alcanzado en la prueba de salida fue del 73% siendo mayor al porcentaje de acierto obtenido en la prueba de entrada de 69%; sin embargo esta diferencia no resultó ser estadísticamente significativa (Ver Tabla 9; $p= 0,721$).

Tabla 9. Porcentaje de acierto en el Pre-test y Post-test para la pregunta 6
(n=26)

	Pretest	Posttest
Porcentaje de acierto Pregunta 6	69% ^a	73% ^a

^a Datos en la misma fila con diferente superíndice son significativamente diferentes ($p < 0,05$).

El nivel de Evaluación de este concepto planteado a través de la pregunta siete indagaba la mejor selección entre curvas Energía vs Cambio de Temperatura considerando un objeto con la mayor capacidad calorífica. El porcentaje de acierto alcanzado en la prueba de salida fue del 96% y resultó ser mayor al porcentaje de acierto obtenido en la prueba de entrada con el 85%; sin embargo esta diferencia no resultó ser estadísticamente significativa (Ver Tabla 10; $p = 0,392$).

Tabla 10. Porcentaje de acierto en el Pre-test y Post-test para la pregunta 7
(n=26)

	Pretest	Posttest
Porcentaje de acierto Pregunta 7	85% ^a	96% ^a

^a Datos en la misma fila con diferente superíndice son significativamente diferentes ($p < 0,05$).

Finalmente, el concepto Punto de Ebullición incluido en la pregunta cuatro, a través del nivel de Análisis de la Taxonomía de Bloom, evaluó el grado de verdad de tres afirmaciones planteadas en términos de variaciones de

temperatura, calor específico y punto de ebullición del agua. El porcentaje de acierto alcanzado en la prueba de salida fue del 58% y resultó ser menor al porcentaje de acierto obtenido en la prueba de entrada con el 62%; sin embargo esta diferencia no resultó ser estadísticamente significativa (Ver Tabla 11; $p= 0,572$).

Tabla 11. Porcentaje de acierto en el Pre-test y Post-test para la pregunta 4 (n=26)

	Pretest	Postest
Porcentaje de acierto Pregunta 4	62% ^a	58% ^a

^a Datos en la misma fila con diferente superíndice son significativamente diferentes ($p<0,05$).

Los resultados presentados preliminarmente a través de la Ganancia Normalizada de Hake por pregunta; evidenció que las preguntas dos, siete y diez fueron aquellas que alcanzaron la mayor ganancia entre pretest y postest obteniendo: 0,80 ; 0,75 y 0,67 respectivamente (Ver Figura 1). Estas preguntas auscultaron contenidos de propiedades de la materia: Calor Específico y la Capacidad Calorífica

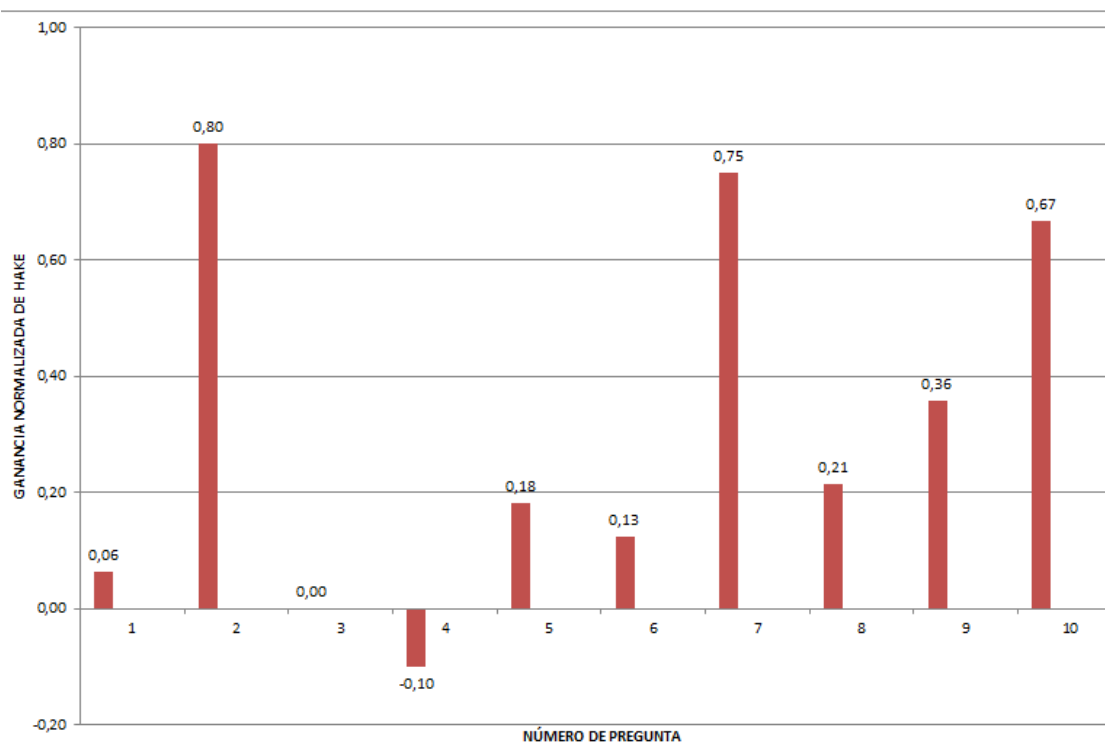


FIGURA 1.- GANANCIA NORMALIZADA DE HAKE

La pregunta tres, que evaluó la aplicación del concepto Calor Específico, presentó una ganancia de cero debido a que los porcentajes de acierto se mantuvieron iguales en ambas pruebas. Finalmente en la pregunta cuatro, basada en el concepto Punto de Ebullición, mostró como ganancia obtenida de -0,10; que numéricamente se justifica debido a que en la prueba de salida el porcentaje de acierto fue menor que en la prueba de entrada.

CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN

Investigaciones previas realizadas por Hamne y Bernhard en el año 2000 demostraron que hoy en día el proceso de enseñanza de la física puede lograr un aprendizaje significativo a través de metodologías de enseñanza basadas en recursos tecnológicos, como es el caso de los MBL (Microcomputer based laboratory) donde se permite una conexión entre el experimento real y las representaciones abstractas usadas en la resolución de problemas [3].

El prototipo ROMINA2010, construido con fines pedagógicos presenta similitudes en cuanto al esquema de funcionamiento conformado por: el sensor, la interface, el ordenador y la pantalla, tal como se lo detalla en el experimento en tiempo real para cursos de ciencias realizado por Tortosa, *et. al fide* Á. Franco en 2007 [2]; sin embargo, la estrategia metodológica planteada con el recurso ROMINA2010 permitió el cálculo del Calor Específico de forma experimental.

En la presente investigación se logró mejorar el rendimiento académico de los sujetos de estudio, toda vez que el promedio de calificaciones del postest fue significativamente mayor que el pretest; coincidiendo con los resultados obtenidos por Lang y Moreira en 1996 [13] en esta misma rama de la enseñanza de la Física.

El test de Física Térmica aplicado en la presente investigación, en su afán de presentar tanto modelos mentales como conceptuales entre las alternativas de respuesta en el test, permitió cuantificar su existencia dentro de los sujetos de estudio luego de la intervención experimental.

Resulta interesante identificar que luego de la instrucción demostrativa con el dispositivo ROMINA2010, el mayor porcentaje de selección para las respuestas de la pregunta uno y cinco no coincidieron con la respuesta correcta. Los resultados obtenidos de la pregunta uno indican que el 4% de los sujetos de estudio al seleccionar la respuesta A, posiblemente no lograron relacionar el fenómeno de enfriamiento con el concepto de calor; donde el modelo conceptual señala que para que exista calor; es decir, energía liberada por el motor y absorbida por el refrigerante, es necesario que ambos se encuentren a diferentes temperaturas.

En la misma pregunta uno, el 54% de los sujetos de estudio al seleccionar la alternativa D, posiblemente poseen el modelo mental que señala que para que el refrigerante absorba mayor energía térmica liberada por el motor, su calor específico debe ser el de menor valor posible. Esto difiere con el modelo conceptual que señala que entre dos refrigerantes, aquel con mayor calor específico permitirá la absorción de mayor cantidad de energía térmica liberada por el motor sin que esto implique necesariamente un aumento en su temperatura; siendo este el parámetro de selección del mejor refrigerante.

Los resultados obtenidos en la pregunta cinco señalan que el 85% de los sujetos de estudio posiblemente identifican en su modelo mental la relación lineal entre las variables Energía y Cambio de Temperatura representadas a través de su respectiva gráfica; sin embargo, apenas el 31% reconocen en la pregunta que en el eje de las Y se tomó como variable la Energía Absorbida. Esto hace que la representación gráfica recoja valores de Energía Absorbida a partir de cero excluyendo a la energía presente al inicio del proceso.

Adicionalmente, a través de la Ganancia Normalizada de Hake se pudo cuantificar el cambio conceptual, que estuvo presente en las preguntas dos, siete y diez a través de los valores de 0,80; 0,75 y 0,67 respectivamente.

La pregunta dos al pasar del 81% al 96% de acierto en disminución de las alternativas B y C que, entre ambas, redujeron su porcentaje de selección del 20% al 4% indica que posiblemente existió un acercamiento al modelo

conceptual de Calor Específico del agua cuyo valor al ser de $4200 \text{ J Kg}^{-1}\text{C}^{-1}$ indica que un kilogramo de agua requiere de la absorción de 4200 J de energía para incrementar un grado centígrado de temperatura; contrastando con las alternativas B y C cuyos modelos mentales relacionan los 4200 J como energía no como energía absorbida; sino como energía liberada por el agua para generar incrementos de un grado centígrado de su temperatura.

Los resultados obtenidos en la pregunta siete mostraron una posible mejora en el modelo mental que aplica el concepto Capacidad Calorífica en la gráfica Energía vs Variación de Temperatura. Posiblemente el 11% de los sujetos de estudio lograron identificar en su modelo mental que, para la gráfica propuesta en el problema, la capacidad calorífica está directamente relacionada con la pendiente de la recta obtenida en la gráfica planteada.

Los resultados de la pregunta diez muestran que posiblemente el 39% de los sujetos de estudio asociaron el modelo conceptual de Calor Específico a través del uso de un calorímetro y lograron calcular el calor específico del líquido desconocido. Este resultado merece ser mencionado debido a que la determinación del calor específico de líquidos desconocidos fue el objetivo principal desarrollado durante la instrucción demostrativa con el dispositivo ROMINA2010 y posiblemente fue de mucha utilidad para los sujetos de estudio al momento de la resolución de esta pregunta en particular.

Se debe mencionar que los resultados por pregunta entre pretest y posttest no obtuvieron diferencia significativa; sin embargo de forma general los resultados del posttest sí fueron significativamente diferentes a los del pretest. Estos resultados podrían justificarse si se considera que durante la instrucción demostrativa no todos los sujetos de estudio tuvieron la oportunidad de relacionarse con el dispositivo ROMINA2010. Probablemente los estudiantes que sí interactuaron con el dispositivo lograron mejorar su modelo mental y modificaron su respuesta inicial del pretest y contestaron acertadamente en el posttest.

Posiblemente para los estudiantes que no manipularon el dispositivo, por el hecho de no estar personalmente en contacto con el fenómeno físico planteado al usar el prototipo, no les resultó significativa la instrucción demostrativa con ROMINA2010. Sin embargo, esta instrucción fue suficiente como para provocar una mejora significativa en el rendimiento académico global medido a través del total del puntaje del Test de Física Térmica.

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES

1. La implementación del prototipo ROMINA2010, como parte de la presente estrategia metodológica en la enseñanza de conceptos de Física Térmica, permitió obtener una mejora significativa en el rendimiento académico de los sujetos de estudio en esta área de la Física.
2. No pudo determinarse con certeza el grado de influencia de la intervención metodológica como componente generador de la mejora académica global de los sujetos de estudio debido a la disponibilidad de un único prototipo para la instrucción.
3. No se determinó con certeza la validez del test de Física Térmica como identificador de modelos mentales; sin embargo aquellos propuestos para el análisis de los resultados de la presente investigación fueron considerados según la percepción recogida a través de la actividad docente.
4. Los modelos mentales propuestos para el análisis de resultados de la presente investigación fueron caracterizados a partir de los conceptos de Física Térmica utilizados aquí, acordes a su respectivo nivel en la Taxonomía de Bloom y presentados en la Tabla de Especificaciones del Test.(Ver Anexo 8)
5. El rendimiento académico, medido a través del desempeño por pregunta, muestra una mejoría entre postest y pretest; sin embargo, estas diferencias no fueron significativas.
6. Los modelos mentales propuestos en este estudio de la Física Térmica no pudieron ser aproximados totalmente a su respectivo modelo conceptual según los resultados obtenidos a través de la ganancia normalizada de Hake,
7. La ganancia normalizada de Hake permitió identificar los conceptos de Física Térmica que experimentaron cambio conceptual.

CAPÍTULO VI: RECOMENDACIONES

1. Utilizar más sujetos de estudios con la finalidad de analizar a través de diversas submuestras el rendimiento académico por género, nivel socioeconómico, entre otros.
2. Realizar la instrucción metodológica en pequeños subgrupos con la finalidad de que todos los sujetos de estudios tengan la posibilidad de manipular el prototipo ROMINA2010.
3. Implementar un grupo control y un grupo experimental con la finalidad de contrastar la efectividad entre las dos estrategias metodológicas utilizadas en cada grupo.
4. Seleccionar un Test de Física Térmica que previamente haya sido utilizado como instrumento de evaluación en investigaciones previas y que sea reconocido en la comunidad científica como identificador de modelos mentales.
5. Aplicar encuestas a los sujetos de estudio luego de la intervención metodológica con la finalidad de determinar el nivel de aceptación tanto de la instrucción como la facilidad en el manejo del prototipo ROMINA2010.

CAPÍTULO VII: BIBLIOGRAFÍA

- [1] M. A. Moreira, I. M. Greca, and M. L. Rodriguez Palmero, “*MODELOS MENTALES Y MODELOS CONCEPTUALES EN LA ENSEÑANZA & APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS*,” 2002, p. 23.
- [2] Á. Franco, *EXPERIENCIAS INNOVADORAS DE UTILIZACIÓN DE LAS NTIC EN ACTIVIDADES PRÁCTICAS DE CIENCIAS*. 2007, p. 156.
- [3] P. Hamne and J. Bernhard, “*EDUCATING PRE-SERVICE TEACHERS USING HANDS-ON AND MICROCOMPUTER BASED LABS AS TOOLS FOR CONCEPT SUBSTITUTION.*” p. 4, 2000.
- [4] A. L. Gómez and A. S. Hernández, “*DETECCIÓN Y CLASIFICACIÓN DE ERRORES CONCEPTUALES EN CALOR Y TEMPERATURA*,” *Lajpe*, vol. 4, no. 2, pp. 399–407, 2010.
- [5] P. Hewitt, *FISICA CONCEPTUAL*. 2007, p. 821.
- [6] R. Serway, *FÍSICA*. 1997, p. 727.
- [7] K. A. Tsokos, *PHYSICS FOR THE IB DIPLOMA*, Cambridge . 2008, p. 838.
- [8] T. Kirk, *PHYSICS FOR THE IB DIPLOMA*, Segunda. 2007, p. 219.
- [9] M. A. Moreira, “*APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO: UN CONCEPTO SUBYACENTE*,” 1997, no. 1997, p. 26.
- [10] McGraw-Hill, *DICCIONARIO ENCICLOPÉDICO*. 2001, p. 2087.
- [11] M. Molina, E. Castro, and E. Castro, “*UN ACERCAMIENTO A LA INVESTIGACIÓN DE DISEÑO A TRAVÉS DE LOS EXPERIMENTOS DE ENSEÑANZA.*” pp. 1–12, 2006.
- [12] D. Kennedy, *REDACTAR Y UTILIZAR RESULTADOS DE APRENDIZAJE*. 2007, p. 103.
- [13] D. S. Lang and M. A. Moreria, “*VALIDACIÓN DE UN TEST PARA VERIFICAR SI EL ALUMNO POSEE CONCEPCIONES CIENTÍFICAS SOBRE CALOR , TEMPERATURA.*” p. 12, 1996.

CAPÍTULO VIII: ANEXOS

ANEXO 1: TABLA 12: VERBOS SEGÚN NIVELES TAXONÓMICOS

ANEXO 2: ANÁLISIS DE MEDIAS UTILIZANDO LA PRUEBA T DE STUDENT PAREADA DE DATOS RELACIONADOS CON UN NIVEL DE CONFIANZA DEL 95% (OBTENIDO DEL PROGRAMA ESTADÍSTICO SPSS 20).

ANEXO 3: RESULTADOS DEL TEST STUART-MAXWELL PARA LAS DIFERENCIAS ENTRE LAS PROPORCIONES MARGINALES OBTENIDAS ENTRE EL PRETEST Y EL POSTEST PARA CADA PREGUNTA PLANTEADA. (OBTENIDO DEL ALGORITMO EJECUTABLE MH PROGRAM VERSION 1.2) CON UN 95% DE CONFIANZA.

ANEXO 4: TEST DE FÍSICA TÉRMICA (PRETEST - POSTEST)

ANEXO 5: GUÍA DE MANEJO DEL PROTOTIPO ELECTRÓNICO ROMINA2010

ANEXO 6: PLAN DE CLASE UTILIZADO DURANTE LA INSTRUCCIÓN DEMOSTRATIVA UTILIZANDO EL PROTOTIPO ROMINA2010

ANEXO 7: DIAPOSITIVAS UTILIZADAS DURANTE LA INSTRUCCIÓN DEMOSTRATIVA UTILIZANDO EL PROTOTIPO ROMINA2010

ANEXO 8: TABLA DE ESPECIFICACIONES DE TEST DE FÍSICA TÉRMICA (PRETEST - POSTEST)

ANEXO 1: VERBOS SEGÚN NIVELES TAXONÓMICOS

1		2		3		4		5		6	
CONOCER		COMPRENDER		APLICAR		ANALIZAR		SINTETIZAR		EVALUAR	
Anotar	Parear	Asociar	Identificar	Acopiar	Esbozar	Agrupar	Ilustrar	Administrar	Integrar	Apoyar	Hipotetizar
Archivar	Perflar	Cambiar	Ilustrar	Ajustar	Esoger	Analizar	Inferir	Argumentar	Inventar	Argumentar	Interpretar
Bosquejar	Presentar	Clasificar	Indicar	Aplicar	Examinar	Articular	Inspeccionar	Arreglar	Juntar	Calibrar	Justificar
Citar	Recitar	Comparar	Inferir	Apreciar	Experimental	Asociar	Interrogar	Categorizar	Lograr	Calificar	Juzgar
Contar	Reconocer	Completar	Informar	Bosquejar	Generalizar	Calcular	Investigar	Coleccionar	Manejar	Categorizar	Medir
Decir	Recordar	Concluir	Interpretar	Calcular	Implementar	Categorizar	Ordenar	Combinar	Modificar	Comparar	Predecir
Deducir	Registrar	Construir	Localizar	Calibrar	Ilustrar	Clasificar	Organizar	Compilar	Organizar	Concluir	Probar
Definir	Relacionar	Contrastar	Manifestar	Cambiar	Interpretar	Comparar	Perflar	Componer	Original	Considerar	Recomendar
Describir	Relatar	Convenir	Notificar	Catalogar	Manipular	Considerar	Plantear	Construir	Planificar	Contrastar	Relacionar
Distinguir	Rememorar	Decodificar	Opinar	Clasificar	Medir	Contrastar	Ponderar	Crear	Plantear	Convencer	Resolver
Duplicar	Repetir	Defender	Parafrasear	Completar	Modificar	Criticar	Predecir	Deducir	Preparar	Criticar	Resumir
Encontrar	Reunir	Describir	Predecir	Computar	Modular	Cuestionar	Preguntar	Derivar	Producir	Decidir	Revisar
Enumerar	Rotular	Determinar	Preparar	Conectar	Mostrar	Debatir	Probar	Derivar	Proponer	Defender	Seleccionar
Escribir	Reproducir	Diferenciar	Reconocer	Construir	Operar	Deducir	Reconocer	Derivar	Proyectar	Determinar	Tasar
Especificar	Seleccionar	Discriminar	Redefinir	Delimitar	Organizar	Desglosar	Relacionar	Desarrollar	Reacomodar	Diagnosticar	Validar
Examinar	Señalar	Discutir	Reescribir	Demstrar	Practicar	Detectar	Relatar	Diagramar	Reagrupar	Discriminar	Valorar
Identificar	Subrayar	Distinguir	Referir	Desarrollar	Predecir	Detectar	Resumir	Diseñar	Recetar	Distinguir	Verificar
Indicar	Tabular	Establecer	Reformular	Descubrir	Preparar	Determinar	Seleccionar	Documentar	Reconstruir	Enjuiciar	
Listar	Unir	Estimar	Relacionar	Diagramar	Producir	Diferenciar	Señalar	Ensamblar	Recopilar	Escoger	
Marcar		Explicar	Relatar	Diseñar	Programar	Discriminar	Separar	Escribir	Reescribir	Estandarizar	
Memorizar		Expresar	Reorganizar	Dramatizar	Reestructurar	Distinguir	Separar	Escribir	Relatar	Estimar	
Mencionar		Extender	Representar	Ejemplarizar	Relatar	Dividir	Solucionar	Especificar	Reordenar	Evaluar	
Mostrar		Extrapolar	Resumir	Elegir	Resolver	Esquematizar	Subdividir	Establecer	Resolver	Evidenciar	
Nombrar		Formular	Revisar	Emplear	Seleccionar	Examinar	Sustituir	Explicar	Resumir	Explicar	
Ordenar		Generalizar	Seleccionar	Encontrar	Solucionar	Experimentar	Tasar	Formular	Revisar	Fundamentar	
Organizar		Solucionar	Solucionar	Enlazar	Tabular	Identificar	Valorar	Generalizar	Simplificar		
		Traducir		Transferir				Generar	Sintetizar		

ANEXO 3: RESULTADOS DEL TEST STUART-MAXWELL PARA LAS DIFERENCIAS ENTRE LAS PROPORCIONES MARGINALES OBTENIDAS ENTRE EL PRETEST Y EL POSTEST PARA CADA PREGUNTA PLANTEADA. (OBTENIDO DEL ALGORITMO EJECUTABLE MH PROGRAM VERSION 1.2) CON UN 95% DE CONFIANZA.

Pregunta 1

Stuart-Maxwell Test

Chi-squared	=	2.000	
df (conservative)	=	3	p = 0.572
df (nonconservative)	=	2	p = 0.368

Pregunta 2

Stuart-Maxwell Test

Chi-squared	=	4.000	
df (conservative)	=	3	p = 0.261
df (nonconservative)	=	2	p = 0.135

Pregunta 3

Stuart-Maxwell Test

Chi-squared	=	2.000	
df (conservative)	=	3	p = 0.572
df (nonconservative)	=	2	p = 0.368

Pregunta 4

Stuart-Maxwell chi-squared = 5.000 df = 3 p = 0.1718

Pregunta 5

Stuart-Maxwell chi-squared = 6.238 df = 3 p = 0.1006

Pregunta 6

Stuart-Maxwell Test

Chi-squared = 1.333

df (conservative) = 3 p = 0.721

df (nonconservative) = 2 p = 0.513

Pregunta 7

Stuart-Maxwell Test

Chi-squared = 3.000

df (conservative) = 3 p = 0.392

df (nonconservative) = 2 p = 0.223

Pregunta 8

Stuart-Maxwell chi-squared = 5.500 df = 3 p = 0.1386

Pregunta 9

Stuart-Maxwell chi-squared = 1.943 df = 3 p = 0.5842

Pregunta 10

Stuart-Maxwell chi-squared = 5.000 df = 3 p = 0.1718

ANEXO 4: TEST DE FÍSICA TÉRMICA (PRETEST - POSTEST)



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
INSTITUTO DE CIENCIAS FÍSICAS**

TEST DE FÍSICA TÉRMICA

(22- NOVIEMBRE - 2012)

NO ABRIR esta prueba hasta que el profesor de la autorización.

En esta prueba hay 10 preguntas.

Cada pregunta tiene una puntuación de 1 punto

La puntuación máxima de esta prueba es de 10 puntos.

Contestar **TODAS** las preguntas.

Cada pregunta tiene sólo **UNA** respuesta correcta.

Solamente marcar la respuesta correcta en la matriz mostrada en esta página

Para esta prueba se permite el uso de calculadoras científicas.

Esta prueba tiene una duración de 30 minutos.

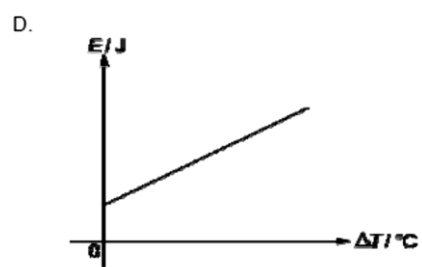
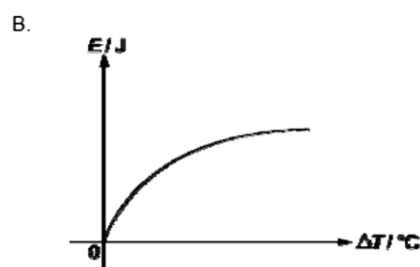
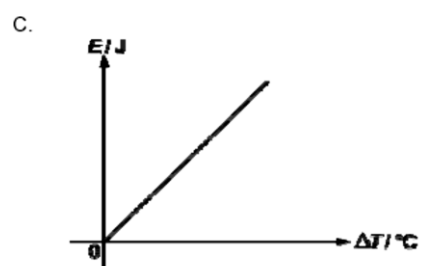
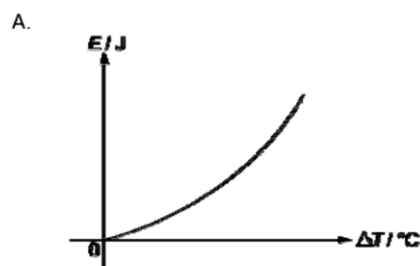
	A	B	C	D
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

1. ¿Cuál de los siguientes materiales es la mejor elección para actuar como refrigerante para enfriar el motor de una máquina a 80°C ?
 - A. Líquido a temperatura 80°C con calor específico de $4200\text{ J Kg}^{-1}\text{C}^{-1}$
 - B. Líquido a temperatura 80°C con calor específico de $5200\text{ J Kg}^{-1}\text{C}^{-1}$
 - C. Líquido a temperatura 50°C con calor específico de $4000\text{ J Kg}^{-1}\text{C}^{-1}$
 - D. Líquido a temperatura 50°C con calor específico de $3000\text{ J Kg}^{-1}\text{C}^{-1}$

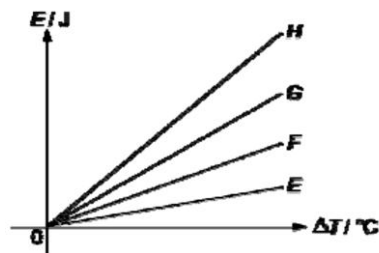
2. El agua tiene un calor específico de $4200\text{ J Kg}^{-1}\text{C}^{-1}$. De acuerdo a los siguientes enunciados, ¿cual de los siguientes es correcto?.
 - A. $0,5\text{ Kg}$ de agua necesita absorber 1200 J de energía para incrementar 1°C de temperatura.
 - B. $0,5\text{ Kg}$ de agua necesita liberar 4200 J de energía a los alrededores para incrementar 1°C de temperatura.
 - C. 1 Kg de agua necesita liberar 4200 J de energía a los alrededores para incrementar 1°C de temperatura.
 - D. 1 Kg de agua necesita absorber 4200 J de energía para incrementar 1°C de temperatura.

3. Un elemento calentador de inmersión a 60 W se usa para calentar $0,3\text{ Kg}$ de agua en un beaker. La temperatura del agua se eleva de 30°C a 60°C . Dada la capacidad específica del agua de $4200\text{ J Kg}^{-1}\text{C}^{-1}$. Cuánto le toma al elemento calentador calentar el agua?.
 - A.
$$\frac{(0,3\text{Kg})(4200\text{ JKg}^{-1}\text{C}^{-1})(60^{\circ}\text{C}-30^{\circ}\text{C})}{60\text{W}}$$
 - B.
$$\frac{(0,3\text{Kg})(4200\text{ JKg}^{-1}\text{C}^{-1})}{60\text{W}(60^{\circ}\text{C}-30^{\circ}\text{C})}$$
 - C.
$$\frac{60\text{W}(0,3\text{Kg})(4200\text{ JKg}^{-1}\text{C}^{-1})}{(60^{\circ}\text{C}-30^{\circ}\text{C})}$$
 - D.
$$\frac{(60^{\circ}\text{C}-30^{\circ}\text{C})}{(0,3\text{Kg})(4200\text{ JKg}^{-1}\text{C}^{-1})60\text{W}}$$

4. Dado el calor específico del agua de $4200 \text{ J Kg}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$. Cuando $84\ 000 \text{ J}$ de calor es absorbido por 1 Kg de agua para cambiar su temperatura (por debajo del punto de ebullición), cual de los siguientes enunciados es correcto?
1. No es posible determinar la temperatura original del agua.
 2. La temperatura del agua se ha incrementado 20°C
 3. La temperatura del agua ha disminuido 20°C
- A. (1) solamente
B. (2) solamente
C. (1) y (2) solamente
D. (1) y (3) solamente
5. ¿Cuál de los siguientes gráficos describe correctamente la energía absorbida (E) versus el cambio de temperatura (ΔT) de agua cuando 1 kg de agua se calienta de 20°C a 80°C ?

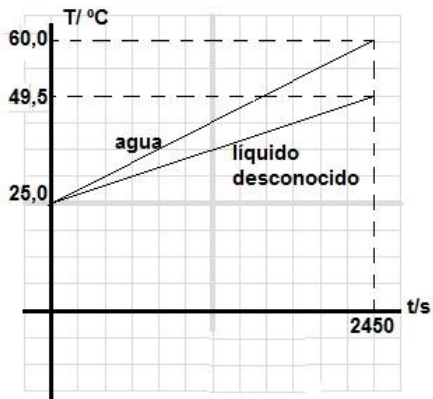


6. Dada la capacidad calorífica de una determinada muestra de $5\,000\text{ J }^\circ\text{C}^{-1}$. ¿Cuál de los siguientes enunciados es o son correctos?
1. La masa de la muestra es 1 Kg.
 2. La energía necesaria para incrementar la temperatura de 1 Kg. de esta muestra es 5000 J.
 3. La energía necesaria para incrementar la temperatura de 0,5 Kg. de esta muestra es 2500 J.
 4. La temperatura de esta muestra se elevará 1°C cuando 5000 J de energía sean absorbidos por esta muestra.
- A. (1) solamente.
B. (4) solamente.
C. (2) y (3) solamente.
D. (3) y (4) solamente.
7. ¿Cuál de las siguientes curvas representa a un objeto con la mayor capacidad calorífica? E es la energía absorbida y ΔT es el cambio de temperatura.



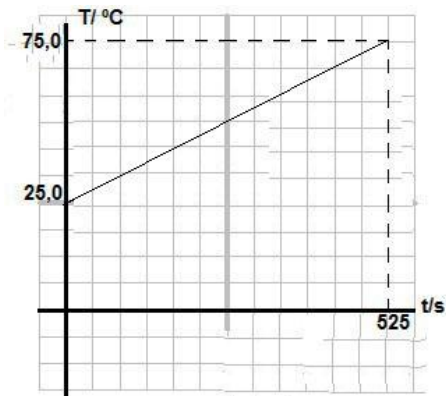
- A. E
B. F
C. G
D. H

8. Un elemento calentador de inmersión a una potencia desconocida se usa para encontrar el calor específico de un líquido desconocido. El siguiente gráfico temperatura versus tiempo detalla el tiempo requerido en calentar 1 kg del líquido desconocido y además muestra las variaciones de temperatura al calentar 1 kg de agua usando el mismo elemento. Determine el calor específico del líquido. Se conoce que el calor específico del agua es $4200 \text{ J Kg}^{-1} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$



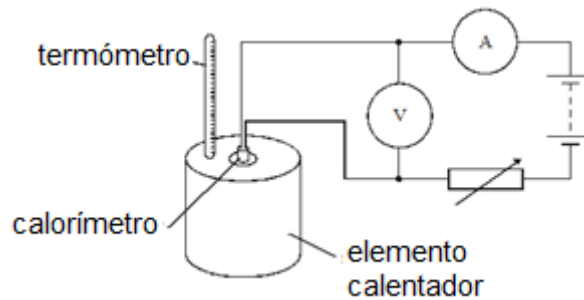
- A. $6000 \text{ J kg}^{-1} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$
B. $2050 \text{ J kg}^{-1} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$
C. $334 \text{ kJ kg}^{-1} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$
D. $5080 \text{ J kg}^{-1} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$

9. El siguiente gráfico muestra la temperatura y el tiempo requerido por un elemento calentador de inmersión de potencia desconocida usado para calentar 0,2 Kg de agua. Cual de los siguientes pares de lecturas es correcto cuando un joulómetro es conectado al elemento calentador durante el proceso. Se conoce que el calor específico del agua es $4200 \text{ J kg}^{-1} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$)



- A. Lectura inicial de 10000 J y lectura final de 35000 J
- B. Lectura inicial de 12000 J y lectura final de 54000 J
- C. Lectura inicial de 9000 J y lectura final de 13500 J
- D. Lectura inicial de 8000 J y lectura final de 13000 J

10. El calor específico de un 1 Kg de un líquido contenido en un calorímetro es determinado colocando un elemento calentador en su interior, como se muestra en el diagrama.



El líquido es calentado y manteniendo la Potencia Eléctrica controlada del elemento calentador en 80 W, se toman lecturas de las variaciones de temperatura registradas cada 120 segundos. Se presenta la siguiente tabla:

Tiempo (segundos)	Temperatura (°C)
120	29,3
240	31,6

El calor específico del líquido en el calorímetro, expresado en $\text{J Kg}^{-1} \text{K}^{-1}$ es:

- A. 2200
- B. 2430
- C. 4200
- D. 880

ANEXO 5: GUÍA DE MANEJO DEL PROTOTIPO ELECTRÓNICO ROMINA2010



Guía de Manejo del Prototipo Electrónico ROMINA2010

TABLA DE CONTENIDO

INFORMACIÓN DE SEGURIDAD

ADVERTENCIAS

CONDICIONES DE OPERACIÓN

**COMPONENTES DEL SISTEMA DE ADQUISICIÓN DE DATOS DEL
CALORÍMETRO**

COMPONENTES DEL CALORÍMETRO

CONTROLES E INDICADORES DE LA UNIDAD

CONEXIONES DE LA UNIDAD

OPERACIÓN DEL CALORÍMETRO Y

REGISTRO DE TEMPERATURA

RECUPERACIÓN DE REGISTRO DE TEMPERATURAS

DETERMINACIÓN DEL CALOR ESPECÍFICO

OBTENCIÓN DE DATOS BRUTOS:

PROCESAMIENTO DE DATOS:

PRINCIPIO DE OPERACIÓN DEL CALORÍMETRO

DETERMINACIÓN DE LA POTENCIA DEL CALORÍMETRO

DETERMINACIÓN DE LA MASA DEL CALORÍMETRO

DETERMINACIÓN DEL CALOR ESPECÍFICO DEL CALORÍMETRO

INFORMACIÓN DE SEGURIDAD

El prototipo ROMINA2010 ha sido elaborado con fines educativos. Para un desempeño óptimo debe ser usado bajo las siguientes condiciones de operación y medidas de seguridad.

ADVERTENCIAS

Daños Corporales

1. No se use este prototipo de manera inapropiada a la que se establece en la sección de Condiciones de Operación de este manual.
2. Este prototipo está diseñado para el uso en Laboratorios de Enseñanza de la Física y bajo la supervisión de un profesor responsable de la materia de Física y/o del Laboratorio de Física.

Suministro Eléctrico

1. Este prototipo debe ser conectado a un tomacorriente aterrizado para un funcionamiento seguro.
2. Coloque el prototipo para su manejo de tal manera que el cordón de corriente pueda ser fácilmente desconectado sin necesidad de mover la unidad.
3. Desconecte el cordón de corriente antes de mover o limpiar la unidad.

Daño de Unidad

4. Mantenga el prototipo limpio y seco.
5. No sumerga la unidad para su limpieza.

6. La resistencia eléctrica pudiera dañarse si se opera sin líquido en su interior.
7. El volumen máximo a colocarse en el interior del prototipo es de 1 galón (3,8 litros).
8. No caliente líquidos inflamables o volátiles.
9. No opere este prototipo cerca de materiales inflamables o volátiles.

CONDICIONES DE OPERACIÓN

El prototipo ROMINA2010 ha sido diseñado con fines educativos para proveer un funcionamiento seguro bajo las siguientes condiciones:

1. Temperatura ambiente de 0°C a 40°C .
2. El prototipo debe colocarse en una superficie plana al menos 30,5 cm (12") de las paredes. 122 cm (48") del techo.
3. Humedad relativa máxima de 80% para temperatura mayor 31°C, decreciendo linealmente a 50% de humedad relativa a 40°C.
4. El prototipo está diseñado para conectarse a una red eléctrica con un suministro de voltaje principal de 120 V de fluctuación no excedida de +/- 10% del voltaje principal.

COMPONENTES DEL SISTEMA DE ADQUISICIÓN DE DATOS DEL CALORÍMETRO



1. Ordenador
2. Calorímetro
3. Interface National Instruments
4. Fuente DC

COMPONENTES DEL CALORÍMETRO



CHASIS TÉRMICAMENTE
AISLADO



SENSOR DE TEMPERATURA



ELEMENTO CALENTADOR

CONTROLES E INDICADORES DE LA UNIDAD



1. **Indicador de Calentamiento:** Permanece iluminado mientras el prototipo se encuentra en proceso de calentamiento

2. **Switch de Encendido:** Colóquese en posición de ON cuando se desea iniciar el proceso de calentamiento. (No encender mientras no exista líquido en el interior).

CONEXIONES DE LA UNIDAD



1. **CONECTAR EL CABLE
USB A LA INTERFACE
NATIONAL
INSTRUMENTS**



2. **CONECTAR EL CABLE
USB DE LA INTERFACE
NATIONAL
INSTRUMENTS AL
ORDENADOR**



3. **CONECTAR EL CABLE
DEL SENSOR DE
TEMPERATURA A LAS
TERMINALES GND Y AIO
DE LA INTERFACE
NATIONAL
INSTRUMENTS**





4. **CONECTAR EL ENCHUFE
HEMBRA DE LA FUENTE
DC AL ENCHUFE
MACHO DEL
CALORÍMETRO**



5. **CONECTAR EL ENCHUFE
MACHO DE LA FUENTE
DC AL
TOMACORRIENTE DE
PARED A 110 V**

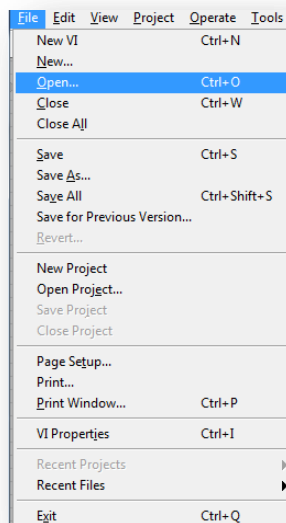


OPERACIÓN DEL CALORÍMETRO Y REGISTRO DE TEMPERATURA

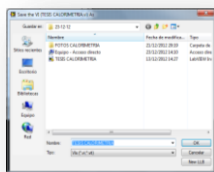
Realizadas las instrucciones en la sección CONEXIONES DE LA UNIDAD, seguir las siguientes instrucciones:



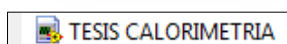
1. **INGRESAR AL PROGRAMA NATIONAL INSTRUMENTS LABVIEW 2011 (VERSION ESTUDIANTIL) DANDO DOBLE CLICK SOBRE EL ÍCONO.**

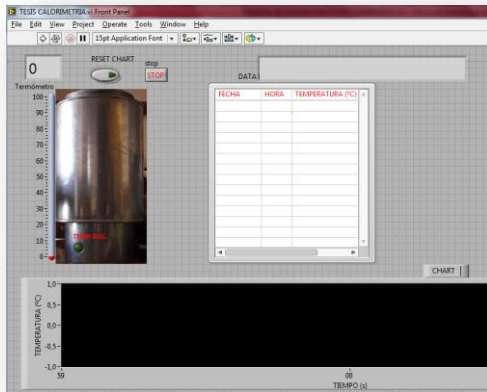


2. **DAR CLICK EN FILE>OPEN**



3. **ESCOGER EL ARCHIVO TESIS CALORIMETRIA.VI**

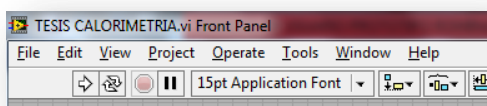





4. *INGRESADO AL ARCHIVO
TESIS CALORIMETRIA.VI SE
DEBE MOSTRAR LA
PANTALLA QUE SE
MUESTRA A
CONTINUACIÓN.*

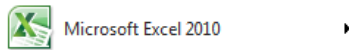


5. *ACTIVAR EL SENSOR DE
TEMPERATURA
COLOCANDO EL SWITCH
MOSTRADO EN LA FIGURA
EN LA POSICIÓN I.*

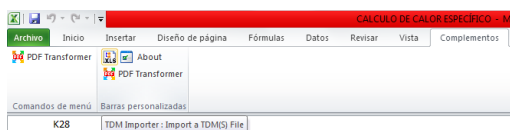


6. *PARA INICIAR EL REGISTRO
DE TEMPERATURAS EN
LÍNEA DAR CLICK EN EL
BOTÓN RUN* 

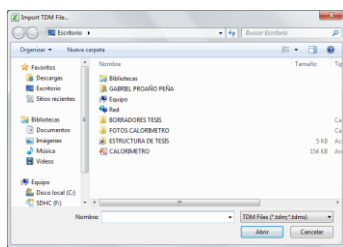
RECUPERACIÓN DE REGISTRO DE TEMPERATURAS.




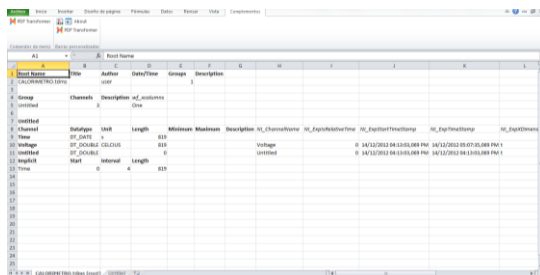
1. **ABRIR EL PROGRAMA
MICROSOFT EXCEL**



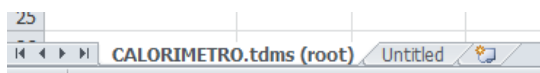
2. **DAR CLICK EN
COMPLEMENTOS>TDM
IMPORTER (IMPORT A
TDM(S) FILE.** 



3. **ABRIR EL ARCHIVO
CALORIMETRO.TDMS**
 **CALORIMETRO**



4. **LA IMAGEN ILUSTR
COMO SE VE EL ARCHIVO
ABIERTO.**



5. **DAR CLICK EN LA CEJILLA
UNTITLED EN LA PARTE
INFERIOR DEL ARCHIVO
(A LADO DE
CALORIMETRO.TDMS
(ROOT)**

	A	B	C	D
1	Time	Time*	Voltage	Untitle
2	14/12/2012 04:13:03,069 PM	0	40,41854797	
3	14/12/2012 04:13:07,069 PM	4	28,540196	
4	14/12/2012 04:13:11,069 PM	8	27,82647528	
5	14/12/2012 04:13:15,069 PM	12	28,03039548	
6	14/12/2012 04:13:19,069 PM	16	28,38725584	
7	14/12/2012 04:13:23,069 PM	20	25,88923332	
8	14/12/2012 04:13:27,069 PM	24	27,92843538	
9	14/12/2012 04:13:31,069 PM	28	27,31667476	

6. **LA IMAGEN ILUSTRAR PARTE DE LA PANTALLA CON LOS DATOS REGISTRADOS DURANTE EL ULTIMO PROCESO DE CALENTAMIENTO REALIZADO.**

	A	B	C	D
1	Time	Time*	Voltage	Untitle
2	14/12/2012 04:13:03,069 PM	0	40,41854797	

7. **TIME MUESTRA EL INSTANTE DE TIEMPO Y VOLTAGE SU RESPECTIVA TEMPERATURA REGISTRADA EN GRADOS CENTÍGRADOS.**

DETERMINACIÓN DEL CALOR ESPECÍFICO

OBTENCIÓN DE DATOS BRUTOS:

1. Seguir las instrucciones indicadas en la sección: "CONEXIONES DE LA UNIDAD".
2. Seguir las instrucciones indicadas en la sección "OPERACIÓN DEL CALORÍMETRO Y REGISTRO DE TEMPERATURA".
3. Determinar la masa de 2,5 litros de líquido desconocido realizando las mediciones pertinentes.
4. Verter los 2,5 de líquido desconocido en el interior del calorímetro.
5. Iniciar el proceso de calentamiento durante diez minutos realizando movimientos del líquido a través de la varilla agitadora.
6. Detener el proceso de calentamiento.
7. Seguir las instrucciones indicadas en la sección: "RECUPERACIÓN DE REGISTRO DE TEMPERATURAS".

8. Identificar la siguiente información utilizando el Registro de Temperatura en la Hoja de Cálculo de Microsoft Excel, obtenida en el paso 7:
 1. Temperatura inicial del proceso de calentamiento.
 2. Temperatura final del proceso de calentamiento.
 3. Tiempo de duración del proceso de calentamiento.

9. Llenar la siguiente tabla de datos brutos, según la información recogida durante el proceso (Ver Tabla A).

PARÁMETRO	MEDICIÓN
Masa del líquido desconocido (mld):	Kg.
Temperatura inicial del proceso (To):	°C
Temperatura final del proceso (Tf):	°C
Tiempo inicial del proceso (to):	s
Tiempo final del proceso (tf):	s
INFORMACIÓN TÉCNICA DEL EQUIPO	
Masa del calorímetro (mc):	3,95Kg.
Calor Específico del calorímetro (cc):	2486J·Kg ⁻¹ ·C ⁻¹
Potencia del Calorímetro (P):	90,3W

Tabla A: Tabla de Datos Brutos

PROCESAMIENTO DE DATOS:

Realizado el registro de los datos brutos, proceder con el procesamiento de los datos, a través del llenado de la tabla que se muestra a continuación (Ver Tabla B):

<i>PARÁMETRO</i>	<i>MEDICIÓN</i>
Masa del líquido desconocido (mld):	Kg.
Variación de temperatura (ΔT):	$^{\circ}\text{C}$
Tiempo de duración del proceso:(t)	$^{\circ}\text{C}$

INFORMACIÓN TÉCNICA DEL EQUIPO

Masa del calorímetro (mc):	3,95 Kg.
Calor Específico del calorímetro (cc):	$2486\text{J}\cdot\text{Kg}^{-1}\cdot\text{C}^{-1}$
Potencia del Calorímetro (P):	90,3W

Tabla B: Tabla de Datos Procesados

Reemplazar los datos registrados en la siguiente fórmula (Ver Fórmula 1):

$$cld = \frac{P \cdot t - mc \cdot cc \cdot \Delta T}{mld \cdot \Delta T}$$

cld: Calor específico del líquido desconocido

Fórmula 1: Fórmula para el cálculo del calor específico de un líquido desconocido

PRINCIPIO DE OPERACIÓN DEL CALORÍMETRO

DETERMINACIÓN DE LA POTENCIA DEL CALORÍMETRO

A través de la potencia eléctrica suministrada por medio de una fuente de voltaje continua, se logra que la potencia térmica disipada por un resistor eléctrico, sumergido en el líquido dentro de la cámara del calorímetro, logre incrementar su temperatura (Ver figura A).

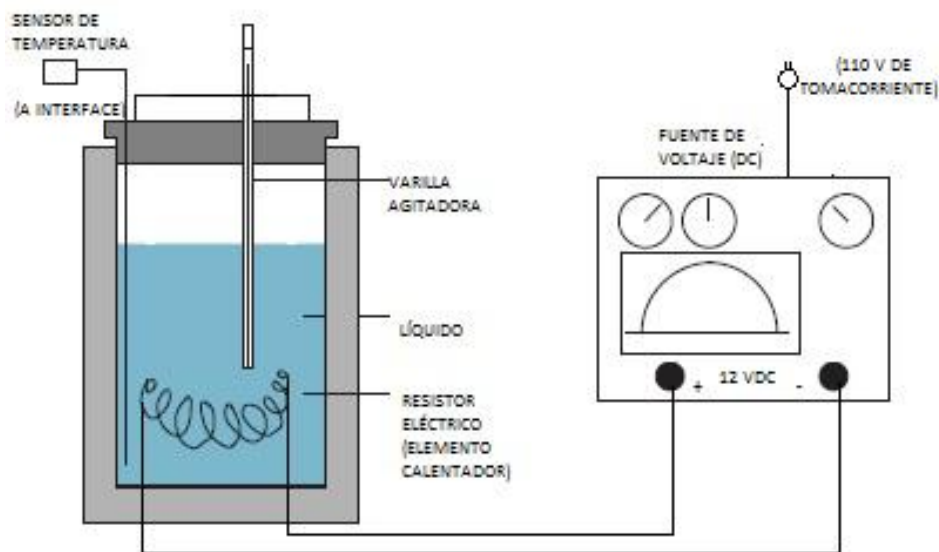


FIGURA A: ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO DEL CALORÍMETRO

La potencia eléctrica del calorímetro se determinó a través de la medición del voltaje suministrado al resistor eléctrico y de la corriente eléctrica consumida por el elemento; según el esquema mostrado en la figura B.

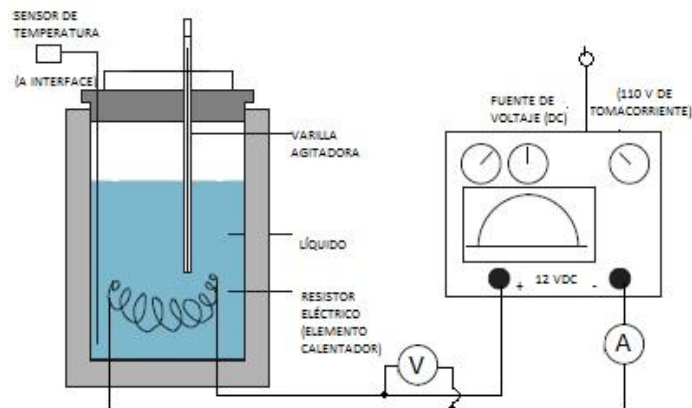


FIGURA B: ESQUEMA DE DETERMINACIÓN DE POTENCIA ELÉCTRICA

Las mediciones registradas durante un proceso de calentamiento fueron: 12,02 V y 7,51 A; obteniendo una potencia eléctrica de 90,3 W.

DETERMINACIÓN DE LA MASA DEL CALORÍMETRO

La masa del calorímetro se determinó utilizando una balanza digital con decimales de precisión; obteniendo un registro de 3,95 Kg.

DETERMINACIÓN DEL CALOR ESPECÍFICO DEL CALORÍMETRO

El calor específico del calorímetro se determinó utilizando la siguiente expresión característica dentro de un proceso de intercambio de energía térmica:

$$Q \text{ cedido} = Q \text{ ganado (1)}$$

Q: Calor en el proceso

$$P \cdot t = m_1 \cdot c_1 \cdot \Delta T_1 + m_2 \cdot c_2 \cdot \Delta T_2 \quad (2); \text{ donde}$$

t: Representa el tiempo que dura el proceso térmico
P: Potencia disipada por el resistor eléctrico (elemento calentador)

m1: Masa de la sustancia uno
m2: Masa de la sustancia dos
c1: Calor específico de sustancia uno.
c2: Calor específico de sustancia dos.

ΔT_1 : Variación de Temperatura de sustancia 1.

ΔT_2 : Variación de Temperatura de sustancia 2.

Para el caso del calorímetro esta expresión quedaría de la siguiente forma:

$$P \cdot t = m_{ld} \cdot c_{ld} \cdot \Delta T_{ld} + m_c \cdot c_c \cdot \Delta T_c \quad (3)$$

m_{ld}: Masa del líquido desconocido
m_c: Masa del calorímetro
c_{ld}: Calor específico de líquido desconocido.
c_c: Calor específico del calorímetro.

Dado que $\Delta T_{ld} = \Delta T_c$ se reemplazan estos factores por un único valor ΔT ; obteniendo la expresión (4)

$$cc = \frac{P \cdot t - m_{ld} \cdot c_{ld} \cdot \Delta T}{m_c \cdot \Delta T} \quad (4)$$

De la expresión (4) y utilizando agua como "líquido desconocido" se tienen los siguientes valores conocidos:

P:90,3 W t:576 s m_{ld}:3,75 Kg c_{ld}:4180 J·Kg⁻¹· °C⁻¹ ΔT:2,04 °C m_c:3,95 Kg

De reemplazar estos valores en (4) se obtuvo que el valor del calor específico del calorímetro (cc) es de: 2484 J·Kg⁻¹· °C⁻¹

**ANEXO 6: PLAN DE CLASE UTILIZADO DURANTE LA INSTRUCCIÓN
DEMOSTRATIVA UTILIZANDO EL PROTOTIPO ROMINA2010**

PLAN DE CLASE

1.DATOS INFORMATIVOS

1.1 UNIDAD EDUCATIVA:	INSTITUCIÓN EDUCATIVA DE GUAYAQUIL
1.2 DEPARTAMENTO:	CIENCIAS EXPERIMENTALES.
1.3 PROFESOR:	DOCENTE DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA
1.4 AUDIENCIA:	ESTUDIANTES ENTRE 15 Y 17 AÑOS
1.5 FECHA:	DICIEMBRE 2012
1.6 ESPECIALIDAD:	INGENIERÍA
1.7 ASIGNATURA:	FÍSICA
1.8 TITULO DE LA UNIDAD:	CALOR Y TEMPERATURA
1.9 TEMA:	CALOR ESPECÍFICO
1.10 DURACIÓN:	15 MINUTOS PRETEST 55 MINUTOS INSTRUCCIÓN DEMOSTRATIVA 15 MINUTOS POSTEST
1.11 HORARIO:	15H00 - 16H25
1.12 METODOLOGÍA:	INSTRUCCIÓN DEMOSTRATIVA
1.13 PREREQUISITOS:	

ENERGÍA

2. COMPONENTES DIDACTICOS

2.1 METAS INSTRUCCIONALES:

Identificar las propiedades térmicas de la materia.

2.2 OBJETIVOS INSTRUCCIONALES:

Presentar el prototipo ROMINA2010 a los estudiantes identificando sus componentes, controles y principios de operación.

Calcular el calor específico de un líquido desconocido utilizando el prototipo ROMINA2010..

Representar gráficamente las variaciones de temperatura de una sustancia en el tiempo a través de una gráfica Temperatura vs Tiempo.

2.3 CONTENIDOS:

1. Calor Específico
2. Gráfica Temperatura vs Tiempo.

2.4 ACTIVIDADES:

No.	ACTIVIDAD	TIEMPO (MINUTOS)
1.	Aplicación de Pretest	15
2.	Distribución de estudiantes en mesones: Se disponen entre 4 y 5 estudiantes por mesón dentro del laboratorio de física.	2
3.	Presentación del prototipo ROMINA2010: Mediante la proyección de diapositivas sobre el pizarrón del laboratorio se explica el principio de operación del calorímetro.	7
4.	Participación de estudiantes 1: Se designa un estudiante por mesón para que, utilizando el prototipo ROMINA2010, identifiquen respectivamente un determinado componente en el dispositivo.	8
5.	Instrucción Demostrativa 1 : Mediante la proyección de diapositivas sobre el pizarrón del laboratorio se explica el procedimiento para el registro de temperatura utilizando los componentes del sistema de adquisición de datos del prototipo ROMINA2010.	5

6. Participación de estudiantes 2: Se designa un estudiante por mesón (diferente a los seleccionados en el paso 3) para que, siguiendo las instrucciones mostradas en la sección **OPERACIÓN DEL CALORÍMETRO Y REGISTRO DE TEMPERATURA** de la **GUÍA DE MANEJO DEL PROTOTIPO ELECTRÓNICO ROMINA2010** se inicie un proceso de calentamiento utilizando el dispositivo ROMINA2010 y se registren los incrementos de temperatura. 14
7. Instrucción Demostrativa 2: Mediante la proyección de diapositivas sobre el pizarrón del laboratorio se muestran dos gráficas Temperatura vs tiempo obtenidas con anterioridad usando el prototipo ROMINA2010. 2
8. Participación de estudiantes 3: El docente, siguiendo las instrucciones mostradas en la sección **RECUPERACIÓN DE REGISTRO DE TEMPERATURA** de la **GUÍA DE MANEJO DEL PROTOTIPO ELECTRÓNICO ROMINA2010**, muestra el registro de temperatura del último proceso y solicita a los estudiantes iniciar el llenado de la tablas de datos brutos (TABLA A) y la tabla de datos procesados (TABLA B) de la misma guía. 5
9. Participación de estudiantes 4: Se designa un estudiante voluntario (diferente a los seleccionados en los pasos 3,5 y 7) para que determine el calor específico del líquido desconocido utilizando la FÓRMULA 1 de la **GUÍA DE MANEJO DEL PROTOTIPO ELECTRÓNICO ROMINA2010** 2
- 10 Resolución de Problema: Mediante la proyección de diapositivas sobre el pizarrón del laboratorio se muestra un problema de Calor y Temperatura cuyo enunciado plantea el uso de un Calorímetro y se solicita su resolución. (Se observa el desempeño de los estudiantes). 5
- 11 Retroalimentación: Se proyecta la resolución del problema 3
- 12 Conclusión: Se comparan los resultados teóricos del paso 10 y prácticos del paso 9. 2
- 13 Aplicación de Postest 15

2.5 RECURSOS DIDÁCTICOS (ADJUNTAR ANEXOS)

Diapositivas 1-22

2.6 EVALUACIÓN

FORMATIVA: A TRAVÉS DEL POSTEST

2.7 BIBLIOGRAFÍA:

PHYSICS FOR THE IB DIPLOMA, K.A. TSOKOS, 5ta. Edición

PHYSICS FOR THE IB DIPLOMA, C. HAMPER, 1ra. Edición

ANEXO 7: DIAPOSITIVAS UTILIZADAS DURANTE LA INSTRUCCIÓN DEMOSTRATIVA UTILIZANDO EL PROTOTIPO ROMINA2010

Diapositiva 1



Diapositiva 2





A rectangular slide with a black border. The title "INSTRUCCIÓN DEMOSTRATIVA DEL CALOR ESPECÍFICO" is centered at the top. Below the title is a table with three rows, each with a blue header and a light blue body. The first row has a checkmark in the left margin. The second row has a checkmark in the left margin. The third row has a checkmark in the left margin.

METAS INSTRUCCIONALES:	
✓	Identificar las propiedades térmicas de la materia.
OBJETIVOS INSTRUCCIONALES:	
✓	Presentar el prototipo ROMINA2010 a los estudiantes identificando sus componentes, controles y principios de operación.
✓	Calcular el calor específico de un líquido desconocido utilizando el prototipo ROMINA2010..

Diapositiva 3

**INSTRUCCIÓN DEMOSTRATIVA DEL
CALOR ESPECÍFICO**



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
INSTITUTO DE CIENCIAS FÍSICAS**

**TEST DE FÍSICA TÉRMICA
(20-NOVIEMBRE-2015)**

NO ABRA esta prueba hasta que el profesor de la autorización
le este pidiendo las preguntas.
Cada pregunta tiene una puntuación de 3 puntos.
La puntuación máxima de esta prueba es de 15 puntos.
Conteste TODAS las preguntas.
Cada pregunta tiene sólo UNA respuesta correcta.
Siempre marque la respuesta correcta en el marco indicado en esta página.
Para esta prueba se permite el uso de calculadora científica.
Esta prueba tiene una duración de 30 minutos.

	A	B	C	D
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

Diapositiva 4

**INSTRUCCIÓN DEMOSTRATIVA DEL
CALOR ESPECÍFICO**

- Instrucción: Sentarse en las sillas de cada mesón (hasta cinco estudiantes por mesón)

Diapositiva 5

COMPONENTES DEL SISTEMA DE ADQUISICIÓN DE DATOS DEL CALORÍMETRO

1. Ordenador
2. Calorímetro
3. Interface National Instruments
4. Fuente DC



Diapositiva 6

COMPONENTES DEL CALORÍMETRO



CHASIS TÉRMICAMENTE AISLADO

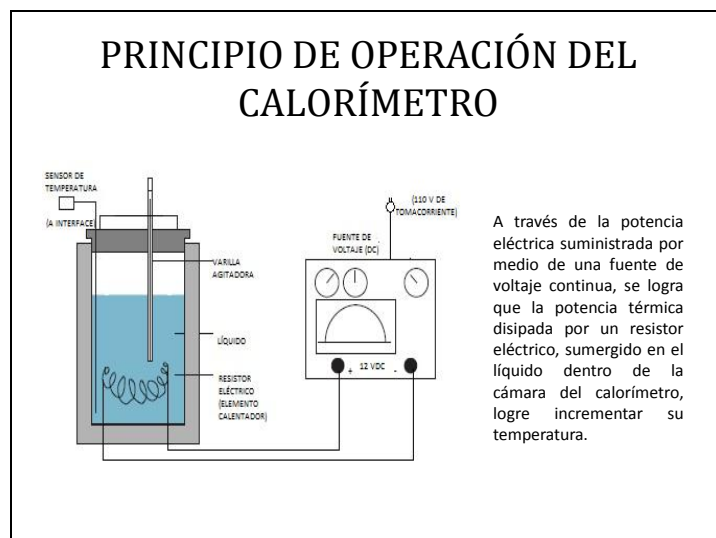
SENSOR DE TEMPERATURA

ELEMENTO CALENTADOR

Diapositiva 7



Diapositiva 8



Diapositiva 9

PARTICIPACIÓN DE ESTUDIANTES

Identificar los siguientes componentes en el calorímetro:

1. Interface National Instruments.
2. Resistor Eléctrico.
3. Sensor de temperatura.
4. Fuente DC
5. Varilla de agitación.
6. Switch de encendido.

Diapositiva 10

REGISTRO DE TEMPERATURA

 1. INGRESAR AL PROGRAMA NATIONAL INSTRUMENTS LABVIEW 2011 (VERSION ESTUDIANTIL) DANDO DOBLE CLICK SOBRE EL ÍCONO.

 2. DAR CLICK EN FILE > OPEN

 3. ESCOGER EL ARCHIVO TESIS CALORIMETRIA.VI

Diapositiva 11

REGISTRO DE TEMPERATURA



4. INGRESADO AL ARCHIVO TESIS CALORIMETRIA, VI SE DEBE MOSTRAR LA PANTALLA QUE SE MUESTRA A CONTINUACIÓN.



5. ACTIVAR EL SENSOR DE TEMPERATURA COLOCANDO EL SWITCH MOSTRADO EN LA FIGURA EN LA POSICIÓN.



6. PARA INICIAR EL REGISTRO DE TEMPERATURAS EN LÍNEA DAR CLICK EN EL BOTÓN RUN 



7. PARA INICIAR EL PROCESO DE CALENTAMIENTO, COLOCAR EN POSICIÓN QM AL SWITCH DE ENCENDIDO DISPUESTO EN EL CALORÍMETRO. 

Diapositiva 12

REGISTRO DE TEMPERATURA



8. EL REGISTRO DE TEMPERATURA SE MUESTRA EN LA GRÁFICA.



9. De requerir detener el proceso de calentamiento dar click sobre el icono STOP

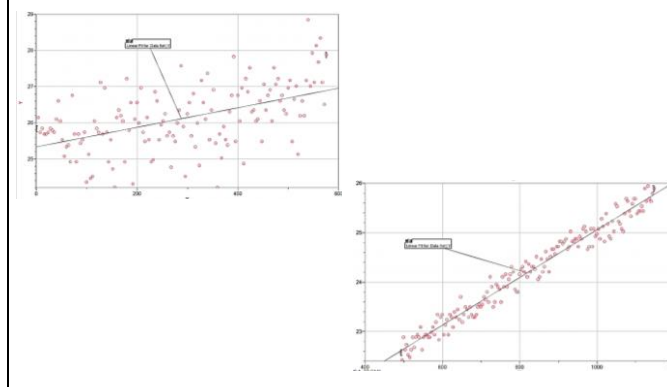
Diapositiva 13

PARTICIPACIÓN DE ESTUDIANTES

1. Seguir las instrucciones indicadas para el “REGISTRO DE TEMPERATURA”.
2. Determinar la masa de 2,5 litros de líquido desconocido realizando las mediciones pertinentes.
3. Verter los 2,5 de líquido desconocido en el interior del calorímetro.
4. Iniciar el proceso de calentamiento durante diez minutos realizando movimientos del líquido a través de la varilla agitadora.
5. Detener el proceso de calentamiento.

Diapositiva 14

ALGUNAS GRÁFICAS TEMPERATURA VS TIEMPO



Diapositiva 15

REGISTRO DE TEMPERATURAS

Time	Time*	Voltage
14/12/2012 12:46:51,303 PM	0	20,99514839
14/12/2012 12:46:55,303 PM	4	21,5049489
14/12/2012 12:46:59,303 PM	8	21,55592895
14/12/2012 12:47:03,303 PM	12	21,75984916
14/12/2012 12:47:07,303 PM	16	21,96376936
14/12/2012 12:47:11,303 PM	20	22,32062972
14/12/2012 12:47:15,303 PM	24	22,26964967
14/12/2012 12:47:19,303 PM	28	22,32062972
14/12/2012 12:47:23,303 PM	32	22,52454993
14/12/2012 12:47:27,303 PM	36	22,47356988
14/12/2012 12:47:31,303 PM	40	22,67749008
14/12/2012 12:47:35,303 PM	44	22,62651003
14/12/2012 12:47:39,303 PM	48	22,57552998
14/12/2012 12:47:43,303 PM	52	22,32062972
14/12/2012 12:47:47,303 PM	56	22,77945019
14/12/2012 12:47:51,303 PM	60	22,88141029
14/12/2012 12:47:55,303 PM	64	22,47356988
14/12/2012 12:47:59,303 PM	68	22,52454993
14/12/2012 12:48:03,303 PM	72	22,98337039
14/12/2012 12:48:07,303 PM	76	22,67749008
14/12/2012 12:48:11,303 PM	80	22,83043034
14/12/2012 12:48:15,303 PM	84	22,93239034
14/12/2012 12:48:19,303 PM	88	22,72847014
14/12/2012 12:48:23,303 PM	92	22,77945019

Diapositiva 16

PARTICIPACIÓN DE ESTUDIANTES

Llenar la siguiente tabla de datos brutos

PARÁMETRO	MEDICIÓN	
Masa del líquido desconocido (mld):		Kg.
Temperatura inicial del proceso (To):		°C
Temperatura final del proceso (Tf):		°C
Tiempo inicial del proceso (to):		s
Tiempo final del proceso (tf):		s
INFORMACIÓN TÉCNICA DEL EQUIPO		
Masa del calorímetro (mc):	3,95	Kg.
Calor Específico del calorímetro (cc):	2486	J·Kg ⁻¹ ·C ⁻¹
Potencia del Calorímetro (P):	90,3	W

Tabla A

Diapositiva 17

PARTICIPACIÓN DE ESTUDIANTES

Llenar la siguiente tabla de datos procesados

PARÁMETRO	MEDICIÓN	
Masa del líquido desconocido (mld):		Kg
Variación de temperatura (ΔT):		°C
Tiempo de duración del proceso:(t)		s
INFORMACIÓN TÉCNICA DEL EQUIPO		
Masa del calorímetro (mc):	3,95	Kg.
Calor Específico del calorímetro (cc):	2486	J·Kg ⁻¹ ·C ⁻¹
Potencia del Calorímetro (P):	90,3	W

Tabla B

Diapositiva 18

PARTICIPACIÓN DE ESTUDIANTES

- Calcule el Calor Específico del líquido desconocido utilizando la siguiente fórmula:

$$cld = \frac{P \cdot t - mc \cdot cc \cdot \Delta T}{mld \cdot \Delta T}$$

cld: Calor específico del líquido desconocido

El Calor Específico calculado (cld) es ##### J·Kg⁻¹·C⁻¹

Diapositiva 19

PARTICIPACIÓN DE ESTUDIANTES

Resolver el siguiente problema:

Un calorímetro de 90 g de masa y calor específico de $400.0 \text{ J}\cdot\text{Kg}^{-1}\cdot\text{C}^{-1}$ contiene 300 g de un líquido a 15°C . Un calentador eléctrico a una tasa de 20.0 W calienta el líquido a 19°C en 3.0 min. Asumiendo que no existen pérdidas de energía en los alrededores, encuentre el calor específico del líquido

Diapositiva 20

RESOLUCIÓN DEL PROBLEMA

Resolver el siguiente problema:

Un calorímetro de 90 g de masa y calor específico de $400.0 \text{ J}\cdot\text{Kg}^{-1}\cdot\text{C}^{-1}$ contiene 300 g de un líquido a 15°C . Un calentador eléctrico a una tasa de 20.0 W calienta el líquido a 19°C en 3.0 min. Asumiendo que no existen pérdidas de energía en los alrededores, encuentre el calor específico del líquido

PARÁMETRO	MEDICIÓN
Masa del líquido desconocido (mld):	0,3 Kg
Variación de temperatura (ΔT):	$19-15=4$ °C
Tiempo de duración del proceso:(t)	$3\times 60=180$ s
INFORMACIÓN TÉCNICA DEL EQUIPO	
Masa del calorímetro (mc):	0,09 Kg.
Calor Especifico del calorímetro (cc):	$400 \text{ J}\cdot\text{Kg}^{-1}\cdot\text{C}^{-1}$
Potencia del Calorímetro (P):	20 W

$$cld = \frac{P \cdot t - mc \cdot cc \cdot \Delta T}{mld \cdot \Delta T}$$

cld: Calor específico del líquido desconocido

Diapositiva 21

RESOLUCIÓN DEL PROBLEMA

Remplazando los valores registrados en la tabla de datos procesados en la fórmula 1 mostrada :



$$cld = \frac{P \cdot t - mc \cdot cc \cdot \Delta T}{mld \cdot \Delta T}$$

cld: Calor específico del líquido desconocido

Se obtiene: $cld = 2880 \text{ J} \cdot \text{Kg}^{-1} \cdot \text{C}^{-1}$

Diapositiva 22

INSTRUCCIÓN DEMOSTRATIVA DEL CALOR ESPECÍFICO

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
INSTITUTO DE CIENCIAS FÍSICAS

TEST DE FÍSICA TÉRMICA
(20-NOVIEMBRE-2017)

NO ABRIR este prueba hasta que el profesor de la autorización.
En esta prueba hay 10 preguntas.
Cada pregunta tiene una puntuación de 2 puntos.
La puntuación máxima de esta prueba es de 20 puntos.
Contiene 10040 las preguntas.
Cada pregunta tiene sólo una respuesta correcta.
Es necesario marcar la respuesta correcta en el marco mostrado en esta página.
Para esta prueba se permite el uso de calculadora Científica.
Esta prueba tiene una duración de 30 minutos.

**APLICACIÓN
DEL POSTEST**

	A	B	C	D
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

**ANEXO 8: TABLA DE ESPECIFICACIONES DE TEST DE FÍSICA TÉRMICA
(PRETEST - POSTEST)**

TABLA DE ESPECIFICACIONES	CONOCIMIENTO	COMPRENSIÓN	APLICACIÓN	ANÁLISIS	SINTESES	EVALUACIÓN
ENERGÍA TÉRMICA						5
CALOR ESPECÍFICO		2	1,3	10,8		9
CAPACIDAD CALORÍFICA		6				7
PUNTO DE EBULLICIÓN				4		