

**FLIPPED CLASSROOM PARA EL LABORATORIO: PGA EN LA ENSEÑANZA  
DE TEMÁTICAS INTRODUCTORIAS DE TERMODINÁMICA**

**LINA PAOLA DAZA CALDERÓN**

**2016115016**

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL**

**FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA**

**DEPARTAMENTO DE QUÍMICA**

**BOGOTÁ D.C**

**2022**

**FLIPPED CLASSROOM PARA EL LABORATORIO: PGA EN LA ENSEÑANZA  
DE TEMÁTICAS INTRODUCTORIAS DE TERMODINÁMICA**

**LINA PAOLA DAZA CALDERÓN**

**Trabajo de grado presentado como requisito  
para optar al título de Licenciada en Química**

**DIRECTOR TRABAJO DE GRADO  
JAIME AUGUSTO CASAS MATEUS**

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL  
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA  
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA  
BOGOTÁ D.C**

**2022**

**Nota de aceptación:**

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Diana Lineth Parga Lozano  
Firma del Evaluador

---

Sandra Sandoval Osorio  
Firma del Evaluador

---

Jaime Augusto Casas Mateus  
Firma del Director del trabajo

Bogotá, Agosto de 2022.

## **AGRADECIMIENTOS**

*A mi madre y abuelos, por ser pacientes, por ayudarme sin esperar nada a cambio, por la confianza que suministran en mí y el constante respaldo, doy gracias a la vida por crecer con tanto amor a mi alrededor.*

*A mis hermanos, Alejandro, Martín y Sebastián, porque son ese espacio de confianza y diversión al que siempre puedo acudir.*

*A mis mejores amigos, Felipe Dimaté, por más de 10 años de amistad, por saber estar presente cuando debe estarlo, por ser mi confidente, el que apoya mis locuras y me entiende más que cualquier persona; a Wendy Duque, por acercarse a mi vida como nadie, hacer parte de mi familia, por estar en momentos cruciales y ser tan gentil en un mundo tan hostil.*

*A Angélica Baquero por crecer conmigo, por enseñarme a creer en el cambio y por inspirarme cada día; a Wendy Torres, por ser diversión, muchas risas, por estar a pesar de todo; a Karen Triana, por tener siempre historias que contar, por confiar en mí, y por llenar de alegría mis días.*

*A Jaime Casas, por ser maestro, amigo y confidente, por animarse a recorrer este camino conmigo.*

*A las personas que cambiaron mi perspectiva del mundo y que fueron fugaces, a esas infinitas gracias, quizá ya no hagan parte de mi vida, pero no dejan de ser valiosas, el cariño y el respeto que les tengo nunca serán pasajeros.*

## CONTENIDO

INTRODUCCIÓN .....	11
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y PREGUNTA PROBLEMA .....	13
2. OBJETIVOS .....	16
2.1. OBJETIVO GENERAL.....	16
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	16
JUSTIFICACIÓN.....	17
3. ANTECEDENTES .....	21
3.1. EL LABORATORIO COMO RECURSO DIDÁCTICO Y SU APLICACIÓN EN TEMÁTICAS INTRODUCTORIAS DE TERMODINÁMICA 21	
3.2. EVALUACIÓN DE HABILIDADES .....	22
3.3. EVALUACIÓN DE ACTITUDES HACIA EL APRENDIZAJE .....	23
3.4. IMPLEMENTACIÓN DE PGA PARA LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS, DESARROLLO DE ACTITUDES Y/O HABILIDADES CIENTÍFICO-INVESTIGATIVAS.....	24
4. MARCO REFERENCIAL .....	26
4.1. PRÁCTICA DE LABORATORIO COMO ESTRATEGIA DIDÁCTICA DE LA QUÍMICA.....	26
4.1.1. Limitaciones en la aplicación didáctica de las prácticas de laboratorio.....	27
4.1.2. Habilidades desarrolladas en el laboratorio escolar .....	29
4.1.2.1. Habilidades científico-investigativas .....	29
4.1.2.2. Otras habilidades desarrolladas .....	31
4.2. FLIPPED CLASSROOM PARA EL LABORATORIO .....	32
4.2.1. Pilares del Flipped Classroom.....	33
4.2.1.1. Flexible Environment (Entorno flexible). .....	33
4.2.1.2. Learning Culture (Cultura de aprendizaje).....	33
4.2.1.3. Intentional Content (Contenido Intencional).....	33
4.2.1.4. Professional Educator (Educador Profesional). .....	33

4.2.2.	Fases de las Flipped Classroom .....	34
4.2.3.	Ventajas y desventajas del uso de la metodología Flipped Classroom .....	35
4.3.	PROGRAMA GUÍA DE ACTIVIDADES .....	36
4.4.	ACTITUDES .....	39
4.5.	INTERDISCIPLINARIEDAD .....	40
4.6.	TEMÁTICAS INTRODUCTORIAS DE TERMODINÁMICA.....	41
4.6.1.	Dificultades para el aprendizaje de temáticas introductorias a la termodinámica .....	41
4.6.2.	Energía.....	43
4.6.3.	Energía interna.....	43
4.6.4.	Temperatura.....	43
4.6.5.	Calor.....	44
4.6.6.	Diferencia entre calor y trabajo .....	44
4.6.7.	Capacidad calorífica o Calor específico .....	45
4.6.8.	Calor latente .....	46
4.6.9.	Calorimetría.....	46
5.	MARCO METODOLÓGICO.....	47
5.1.	ENFOQUE Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	47
5.2.	MUESTRA Y POBLACIÓN.....	47
5.3.	FASES METODOLÓGICAS .....	48
5.4.	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES .....	49
5.5.	FASES Y MOMENTOS .....	50
6.	RESULTADOS Y ANÁLISIS.....	51
6.1.	CONOCIMIENTOS CONCEPTUALES EN PRUEBA DE ENTRADA.....	51
6.1.1.	Evaluación de Conocimientos Conceptuales en PE.....	51
6.1.2.	Conocimientos Conceptuales previos en fundamentos de termodinámica por parte de los estudiantes .....	52
6.1.2.1.	Respuestas de los ítems 1, 2, 3 de opción múltiple.....	53

6.1.2.2.	Valoración de conocimientos conceptuales en la pregunta abierta (ítem 4) de la PE .....	56
6.1.2.3.	Valoración general de los grupos conceptuales en PE.....	60
6.2.	CONOCIMIENTOS CONCEPTUALES EN LA PRUEBA DE SALIDA	61
6.3.	COMPARATIVO DE CONOCIMIENTOS CONCEPTUALES EN PE Y PS	65
6.3.1.	Prueba t para datos apareados .....	66
6.4.	EVALUACIÓN DE HABILIDADES CIENTÍFICO-INVESTIGATIVAS ..	67
6.4.1.	Evaluación de habilidades en PE .....	67
6.4.2.	Evaluación de habilidades en Informe de Laboratorio.....	70
6.5.	EVALUACIÓN DE ACTITUDES HACIA EL APRENDIZAJE POR MEDIO DEL LABORATORIO DE CIENCIAS ORIENTADO POR LAS FLIPPED CLASSROOM.....	73
6.6.	Diseño de Programa Guía de Actividades (PGA).....	78
7.	CONCLUSIONES.....	80
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	82
	ANEXOS.....	88

## LISTA DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Otras Habilidades Desarrolladas en el Laboratorio Escolar .....	31
<b>Tabla 2</b> Tipos de Actividades agrupadas en tres etapas .....	38
<b>Tabla 3</b> Fases Metodológicas.....	48
<b>Tabla 4</b> Operacionalización de Variables/Categorías.....	49
<b>Tabla 5</b> Grupos Conceptuales utilizados para la valoración del Dominio de Conceptos.....	51
<b>Tabla 6</b> Rúbrica de Evaluación de DC en PE .....	52
<b>Tabla 7</b> Rúbrica de evaluación de RM.....	52
<b>Tabla 8</b> Respuestas que identificaron el CL como dato erróneo .....	58
<b>Tabla 9</b> Respuestas que aluden al concepto C .....	59
<b>Tabla 10</b> Hipótesis Planteadas por estudiantes para ítem 1 PS.....	63
<b>Tabla 11</b> Aspectos Evaluados por Indicador de Habilidades Científico-Investigativas .....	67
<b>Tabla 12</b> Aspectos por indicador de Habilidades científico-investigativas en Informe de laboratorio .....	70
<b>Tabla 13</b> Valoración numérica por Categoría de escala tipo Likert .....	74
<b>Tabla 14</b> Clasificación de ítems en encuesta con escala Likert.....	74
<b>Tabla 15</b> Mejorías puestas en consideración para la modificación del PGA .....	78



## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Fases de las clases invertidas .....	32
<b>Figura 2</b> Fases de la Flipped Classroom.....	34
<b>Figura 3</b> Componentes de la actitud .....	40
<b>Figura 4</b> Respuestas ítem 1 en la PE.....	53
<b>Figura 5</b> Respuestas a ítem 2 de estudiantes en PE .....	54
<b>Figura 6</b> Respuesta a 'pregunta 3' de estudiantes en PE .....	55
<b>Figura 7</b> Valoración por Grupos Conceptuales de ítem 4 en PE.....	57
<b>Figura 8</b> Valoración promedio de cada grupo conceptual en la PE.....	61
<b>Figura 9</b> Valoraciones de los estudiantes en PS.....	62
<b>Figura 10</b> Comparativo de valoraciones de PE y PS .....	66
<b>Figura 11</b> Prueba t para datos apareados.....	66
<b>Figura 12</b> Valoración de habilidades científico-investigativas en PE.....	68
<b>Figura 13</b> Evaluación de habilidades científico-investigativas en informe de laboratorio.....	71
<b>Figura 14</b> Clasificación de Actitudes frente al laboratorio orientado por las Flipped Classroom.....	75
<b>Figura 15</b> Valoración de estudiantes por categoría.....	76
<b>Figura 16</b> Valoraciones por ítem cognitivo .....	77

## LISTA DE ANEXOS

<b>ANEXO 1</b> Prueba de Entrada .....	88
<b>ANEXO 2</b> Prueba tipo Likert para reconocimiento de actitudes .....	90
<b>ANEXO 3</b> Aula invertida #1: Problema por razonamiento al absurdo .....	92
<b>ANEXO 4</b> Aula Invertida #2: Sobre el laboratorio y su relación con temas introdutorios de termodinámica .....	93
<b>ANEXO 5</b> Experiencias en el laboratorio .....	94
<b>ANEXO 6</b> Guía de laboratorio.....	95
<b>ANEXO 7</b> Evidencia fotográfica de la práctica experimental .....	99
<b>ANEXO 8</b> Prueba de salida .....	100
<b>ANEXO 9</b> Programa Guía de Actividades para Temáticas introductorias de termodinámica .....	101
<b>ANEXO 10</b> Resultados individuales de Conocimientos Conceptuales en PE y PS .....	104
<b>ANEXO 11</b> Resultados de escala tipo Likert General.....	104
<b>ANEXO 12</b> Valoración general prueba tipo Likert Por Categoría.....	105
<b>ANEXO 13</b> Rúbrica de Evaluación de Habilidades científico-investigativas en PE .....	106
<b>ANEXO14</b> Rúbrica de Evaluación de Habilidades en Informe de Laboratorio.....	108

## INTRODUCCIÓN

Actualmente, hay una tendencia a enseñar las ciencias principalmente desde métodos algorítmicos en los que se fomenta la repetición de pasos para la resolución de problemas de manera mecánica, lo que imposibilita la verdadera comprensión de los fenómenos que suscitan dichas operaciones (Valle Coronel y Corotto, 2008; citados por Sánchez, 2010), algo similar ocurre cuando se otorga excesiva relevancia a los contenidos teóricos y a la memorización de los mismos; en tal sentido, estos enfoques en la enseñanza de las ciencias han dejado en segundo plano la experimentación en la mayoría de las instituciones educativas (Durango, 2015).

No obstante, lo anterior, desde la perspectiva de diferentes autores, el laboratorio es de gran importancia para los procesos de enseñanza y aprendizaje, pues su aplicación como escenario didáctico permite, además de facilitar la comprensión de conocimientos científicos escolares, el desarrollo de múltiples habilidades, destrezas, actitudes positivas, la resolución de problemas, entre otras (Hodson, 1994; Kilic, Emsen y Soran, 2011; Aguilar, 2011).

Por otra parte, cabe anotar que no basta con la implementación del trabajo experimental en los procesos educativos, ya que su puesta en marcha en la mayoría de los casos encasilla la tradición científica a una única vía basada en el “*método científico*”, visto este como un conjunto de reglas a seguir (Chamizo, 2004; citado por Chamizo e Izquierdo, 2007), en la que tal implementación está propensa a conducir a la mecanización.

Como ejemplo de lo expuesto en líneas anteriores, Hofstein y Lunetta (2004) en su investigación hacen énfasis en que muchos estudiantes asimilan que las prácticas se basan en seguir instrucciones hasta llegar a una respuesta concreta, así es como centran su atención en la manipulación de instrumentos y no hay una verdadera

reflexión de lo que allí acontece. Por ello, es necesario planear prácticas de laboratorio que contemplen una enseñanza diferente a la tradicional, en la que el estudiante se implique de manera activa en su proceso de aprendizaje, esto con el fin de volver del laboratorio un espacio fructífero para los procesos de enseñanza y aprendizaje.

## 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y PREGUNTA PROBLEMA

Desde lo anteriormente expuesto se entiende que cuando se parte de la necesidad de diseñar o reorientar prácticas de laboratorio como alternativas a las tradicionales para la enseñanza de las ciencias, se espera que el profesor sea quien dirija dicho cambio, ya que este actúa como regulador, facilitador y organizador temporal y espacial en la ejecución de las prácticas de laboratorio, sin embargo, la inadecuada implementación de estrategias didácticas se ha vuelto una de las razones por las cuales los estudiantes no comprenden conocimientos científicos escolares, en la medida que muchos docentes no tienen la suficiente formación científica y terminan reproduciendo ejercicios ya vistos en su formación (Espinosa, González y Hernández, 2016), argumentos que son compartidos por Núñez, Maturano, Pereira y Mazzitelli (2004), quienes mencionan que, los docentes con falencias en su formación presentan dificultades a la hora de generar cambios didácticos o ser creativos, por esta razón, éstos tienden a depender de la memorización o aún de los libros de texto; todo lo anterior sugiere la necesidad de centrar la atención en la formación de docentes en ciencias.

Por otro lado, sobre la base de lo imperativo que es el enfoque en la formación de docentes, se debe tener en cuenta que, durante la formación inicial del profesorado, no es apropiado caer en la concepción de que los futuros profesores no poseen una serie de conocimientos, planteamientos, procedimientos y actitudes como producto del ambiente en el que se desempeñaron durante años y de las interacciones estudiante-docente a lo largo de su formación básica (Gené y Gil, 1987; citados por Fernández, Gil, Carrascosa, Cachapuz y Praia, 2002), por lo anterior, es preponderante otorgar una visión más amplia de la enseñanza de las ciencias, que no se limite al uso los modelos tradicionales que son usuales en la formación básica, sino que más bien se puedan aplicar en el sentido de fomentar estrategias

alternativas para la enseñanza que aporten a una perspectiva más amplia de la didáctica de las ciencias para los futuros docentes.

Adicionalmente, es primordial comprender que la aplicación de nuevas estrategias didácticas exige del docente un amplio bagaje de conocimientos acerca del saber que enseña, pues como se mencionó en párrafos anteriores, el dominio de conocimientos en el área incrementa la creatividad, facilita la comprensión por parte de los estudiantes y permite al docente generar cambios en el aula con mayor facilidad; por ello, el diseño de estrategias didácticas alternativas a las tradicionales para la formación de los docentes también debe comprender un conjunto de conocimientos conceptuales sólidos que consideren las ideas iniciales y / o erróneas de los estudiantes acerca de lo que se enseña, de igual forma se debe evitar caer reduccionismos que propaguen el aprendizaje superficial de las ciencias, y promover el desarrollo de habilidades y actitudes positivas que faciliten aprendizaje de los conocimientos científicos escolares.

Dentro de los conocimientos científicos que generan mayor dificultad en su comprensión por el carácter abstracto de la mayoría de conceptos que lo integran, se encuentra la termodinámica (Domínguez, Serrano, Rodríguez, Guerra, Lillo, Carrillo, Cejudo y Fernández, 2015), en el entendido de que el aprendizaje de esta área del saber comprende un entramado teórico considerablemente grande que debe ser enseñado con especial atención, pues es común encontrar concepciones erróneas que han predominado por mucho tiempo, incluso desde que la humanidad empezó a estudiar los fenómenos térmicos en siglos pasados, en los que parte del problema en la enseñanza de la termodinámica por métodos tradicionales, es que se expone al estudiante a la diversidad y complejidad de este entramado teórico y a diferentes constructos matemáticos que no consideran las concepciones previas (Domínguez et al, 2015). La omisión de estas concepciones puede ser contraproducente, pues estas se integran con información nueva y pueden aún

llegar a alterar la interpretación de los estudiantes a los diferentes fenómenos termodinámicos.

Desde lo recién expuesto, las prácticas de laboratorio debieran ser aplicadas de tal manera que se produzca una reflexión entre teoría y práctica, para ello es necesaria la orientación de un docente con una formación bien fundamentada desde el saber pedagógico y el saber que se enseña, por tal motivo se hace conveniente generar estrategias que fomenten el aprendizaje de saberes conceptuales y metodológicos en los estudiantes en aras a efectuar una adecuada promoción de los aprendizajes deseados.

A partir de los planteamientos enunciados se formuló la siguiente pregunta de investigación: ¿Cómo desarrollar habilidades científico-investigativas a través de una propuesta enfocada en el laboratorio de ciencias y orientada por las flipped classroom para favorecer el aprendizaje de temáticas introductorias en termodinámica y actitudes positivas hacia el aprendizaje?

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. OBJETIVO GENERAL**

Desarrollar habilidades científico-investigativas por medio de la implementación una propuesta fundamentada en el laboratorio de ciencias y orientada por las flipped classroom para la enseñanza de temáticas introductorias a la termodinámica y generación de actitudes positivas hacia el aprendizaje.

### **2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Estructurar una propuesta didáctica fundamentada en el laboratorio y orientada por las Flipped Classroom para desarrollar habilidades científico-investigativas y generar actitudes positivas hacia el aprendizaje, a ser implementada en el grupo objetivo de profesores en formación de LQU de la UPN.

Evaluar el aprendizaje de conceptos estructurantes de la temática, así como las actitudes y habilidades científico-investigativas desarrolladas posterior a su implementación.

Diseñar y ajustar un Programa Guía de Actividades, PGA, para la enseñanza a futuro de conceptos introductorios a la termodinámica.



## JUSTIFICACIÓN

El trabajo experimental tiene un papel esencial en el aprendizaje y enseñanza de las ciencias, puesto que a partir de este se pueden adquirir, además de saberes teóricos, diferentes habilidades y destrezas. Delgado y Solano (2009), citados por Durango (2015) señalan que, la flexibilidad que permite la experimentación como instrumento didáctico, además de potenciar diferentes ámbitos como los mencionados anteriormente, posibilita la solución de problemas y en buena medida las demandas académicas. Partiendo de lo anterior, dependiendo de la manera en la que el docente diseñe y oriente las actividades experimentales, este puede aumentar, desarrollar y dinamizar en los estudiantes aspectos que permitan el arraigamiento de conceptos, actitudes, habilidades, entre otras, de manera tal que facilite los procesos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias.

La presente investigación se sitúa en un contexto temporal de adaptación en el que se han implementado clases mediante la coexistencia de las modalidades remota y presencial, es decir, algunas clases se efectuaron en espacios físicos dentro de la UPN y otras de manera virtual con ayuda de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC); esto luego de que se decretara un periodo de confinamiento estricto a causa de la pandemia por COVID-19, que afectó la posibilidad de continuar con una educación totalmente presencial, por lo cual, muchos docentes se vieron afectados al no saber usar las TIC de manera útil para ofrecer motivación e innovación en el aula, y como resultado, éstas se usaron como un recurso más en función de la metodología tradicional de enseñanza (Hurtado, 2020). En tal sentido, se hace pertinente formular y aplicar modalidades de trabajo que pongan exhiban las diversas ventajas del uso de las TIC o incluso solo desde las plataformas digitales como herramientas para promover el aprendizaje en los estudiantes.

Conviene aquí hacer referencia al hecho de que, tradicionalmente, se ha considerado la realización de trabajo prácticos un indicador de calidad de la enseñanza de las ciencias y a pesar de ello, se duda de su efectividad en el aprendizaje y, junto con los problemas de organización que ellos conllevan, se valora que su aplicación no es imprescindible (Sanmartí, Márquez y García, 2002). En tal sentido se hace también conveniente una investigación que combine los formatos digitales con los escenarios de clase desde una mirada atractiva de innovación, sin olvidar que algunos autores afirman que su función motivadora se puede conseguir a través de otros tipos de actividades mucho menos costosas

Además de lo anterior, el hecho de que las prácticas de laboratorio sean empleadas como una estrategia didáctica de enseñanza dan la posibilidad al estudiante de corroborar y comprobar principios y leyes de la química que hacen parte de su cotidianidad y que no siempre las percibe directamente, sino que también le permite manipular e interactuar con los diferentes materiales y equipos que se utilizan para el desarrollo de estas mismas prácticas y poner a prueba sus habilidades procedimentales (Durango, 2015).

En suma, cabe anotar que el profesor debería ser el encargado de generar y propiciar ambientes de aprendizaje en los cuales los estudiantes puedan involucrarse y ser constructores de sus propios conocimientos y no ser solo espectadores a la espera de lo que el profesor como dueño único de la información pueda propiciar (Durango, 2015).

Otro elemento para considerar radica en el hecho de que, como lo afirma la UNESCO, en su informe sobre el seguimiento y Monitoreo de la Educación Global (2005), al plantear políticas para mejorar la calidad de la educación haciendo referencia a la formación inicial de los maestros señala que, para mejorar esta formación, el currículo debe retar al futuro maestro a la reflexión sobre su propia práctica (Restrepo, 2006).

Por otra parte, cabe recordar que el aprendizaje de las ciencias, en química en particular, presenta unos elementos particulares que la diferencia de otros cuerpos de conocimiento en ciencias, de manera tal que en la bibliografía especializada en enseñanza de la química se ha encontrado que el aprendizaje de la disciplina resulta difícil debido a que ella es presentada como una gran acumulación de información abstracta y compleja (Nakamatsu, 2012; citado por Delgado, 2021), lo que estaría estrechamente relacionado con los planteamientos de la UNESCO que sostiene que la formación de profesionales competentes y comprometidos con el desarrollo social constituye actualmente una misión esencial de la Educación Superior contemporánea, y dentro de esas competencias profesionales, es imprescindible lograr que los docentes universitarios se conviertan en permanentes investigadores en su labor educativa cotidiana (Rodríguez, Comendeiro, y Pérez, 2009).

Respecto a las argumentaciones del párrafo precedente, cabe subrayar que *grosso modo*, el nuevo paradigma hacia el que se dirigen las propuestas educativas actuales apunta hacia dos objetivos fundamentales: la formación permanente del profesorado hacia las demandas actuales y futuras y, por otro lado, el protagonismo del alumnado en su propia formación (Díaz y Estévez, 2021).

Alineándose con este contexto, destacan la pertinencia del modelo pedagógico conocido como Flipped Classroom-Inverted Classroom. El modelo «FLIPPED» (término que fusiona dos raíces léxicas: FLIP: Flexible, Learning, Intentional y Profesional y PED: Progressive, Experiences and Diversified), en el que se implementan ambientes flexibles, en una cultura de aprendizaje, basada en contenido intencional y con educadores profesionales, mediante actividades progresivas, experiencias atractivas y plataformas diversificadas (Lee, 2018).

Finalmente se hace necesario acotar que, si bien es cierto, que la presente investigación centra la atención en los profesores en formación del área específica de química, no se excluyen otras áreas del saber, en el entendido de que al ser la

termodinámica un campo de estudio que es impartido en diversas especialidades asociadas a las ciencias de la vida y la tierra, así como en buena parte de las ingenierías; estando también presente en la física y en la educación media (González, 2003), etc. Desde lo anterior se entiende que la enseñanza de la termodinámica se puede impartir desde diversos contextos, haciéndose muy conveniente el articular esta área con otras formas de conocimiento, es por ello, que el abordaje de la presente investigación se concibe bajo la línea de Investigación Interdisciplinariedad en contexto, dirigida por el Prof. J. Casas del Grupo de Investigación Didáctica y sus Ciencias, acreditado ante Colciencias en la categoría B.

### **3. ANTECEDENTES**

#### **3.1. EL LABORATORIO COMO RECURSO DIDÁCTICO Y SU APLICACIÓN EN TEMÁTICAS INTRODUCTORIAS DE TERMODINÁMICA**

Para iniciar con la formulación de antecedentes cabe citar a Durango (2015), quien efectúa una revisión bibliográfica dirigida hacia las prácticas de laboratorio como estrategia didáctica para la enseñanza-aprendizaje de las ciencias naturales, específicamente del área de química; de esta revisión se llegó a la conclusión de que las prácticas de laboratorio son necesarias para el aprendizaje, además de favorecer el pensamiento crítico en los estudiantes. En tal sentido, se resalta que, independientemente del tipo de actividad práctica que se proponga al estudiantado, siempre se desarrollan habilidades y destrezas, debido en buena parte a la integración de la teoría y la práctica en el laboratorio, lo que a su vez favorece el aprendizaje significativo, para el que el estudiante se hace constructor de su propio conocimiento, de tal manera que este se enfrente y resuelva situaciones problema dentro de su contexto más cercano.

Con respecto al laboratorio de ciencias enfocado en la enseñanza de la termodinámica, Winter (2019), implementó una práctica de laboratorio en termodinámica secundario para el aprendizaje de conceptos como el calor específico y calor latente, por la dificultad que genera aprenderlos debido en gran medida a que estos constructos tienen diversos significados reportados, en este sentido, el autor realiza un relato acerca de una actividad experimental, de dicho informe, se reportó que a nivel matemático los estudiantes presentaron un nivel apropiado para la resolución de la práctica, pero tuvieron inconvenientes en cuanto a la construcción de significados en torno a la energía y a las transferencias de la misma.

Para centrarse en la temática de termodinámica, en Núñez et al. (2004) se llevó a cabo una investigación con una muestra de 25 docentes de ciencias naturales de educación general básica que se desempeñaban en establecimientos escolares diferentes, en este estudio se encontraron dificultades de diferentes tipos con respecto a los conocimientos en los estudiantes acerca del término de energía, de los que se puede relacionar el referente a problemas conceptuales, esencialmente por la confusión de energía con otros términos relacionados (trabajo, fuerza, etc.), en los que se concibe el calor como una forma de energía, siendo así que los docentes no tenían claridad frente a la transferencia, conservación, transformación y degradación de la energía.

De este estudio se concluyó que es necesaria la capacitación de los docentes no solo en aspectos metodológicos, sino que también se debe hacer en aspectos conceptuales, para aclarar sus dudas, modificar y/o fortalecer sus estructuras conceptuales, en el entendido de que no se debe desconocer que los profesores también tienen problemas con algunos conocimientos científicos.

### **3.2. EVALUACIÓN DE HABILIDADES**

En cuanto a los antecedentes en la temática de habilidades, Goytia, Besson, Gasco y Domènech (2015) realizaron un estudio en torno a los exámenes desde un enfoque de indagación para la evaluación de las habilidades científicas en los estudiantes, siendo así que en este ejercicio se resaltó la necesidad de evaluar habilidades científicas para así detectar aquellas que han de ser reforzadas en clase para generar mejores actitudes hacia el aprendizaje de las ciencias, mediante estrategias que involucren al estudiante en contextos menos tradicionales.

En la investigación se destaca que se debe dejar de entrenar al estudiante para resolver una lista seriada de preguntas en su evaluación, y en lugar de ello, se consideren componentes de indagación con respecto a la práctica científica; en tal sentido, los autores dan especial énfasis en la necesidad de acercar la actividad

científica al estudiante mediante la contextualización, en el entendido de que ésta es una manera de cambiar la perspectiva de los estudiantes acerca de las ciencias.

Por otra parte, en Rodríguez et al. (2009), se efectúa una investigación enfocada en la evaluación de habilidades científico-investigativas en un colectivo de docentes de química, que fue aplicada en 18 docentes de la Escuela Latinoamericana de Medicina, egresados de diferentes carreras universitarias. En este trabajo se evidenció que estos docentes tenían poca motivación por la investigación, llegando así a la urgencia de potenciar la práctica investigativa, sin embargo, teniendo en cuenta que los docentes evaluados tenían la motivación por perfeccionar su ejercicio profesional.

### **3.3. EVALUACIÓN DE ACTITUDES HACIA EL APRENDIZAJE**

En cuanto a la evaluación de actitudes hacia el aprendizaje, Gargallo, Pérez, Serra, Sánchez y Ros (2007) publicaron una investigación en la que se hace relación entre la incidencia que tienen actitudes hacia el aprendizaje sobre las calificaciones de los estudiantes. De este estudio se encontraron correlaciones significativas entre las actitudes hacia el aprendizaje de estudiantes universitarios y el rendimiento académico. De estos resultados se resalta la importancia de generar buenas actitudes hacia el aprendizaje y de generar acciones educativas en torno a las mismas. Destacan el hecho de que la relación docente-estudiante a nivel universitario no debería ser interpretada como una relación instructiva, en su lugar, debería llevarse una relación educativa.

Triviño (2018) llevó a cabo una evaluación de actitudes hacia el aprendizaje por medio del flipped classroom como modelo pedagógico para la trasposición didáctica, esta investigación fue aplicada a nivel de educación media, específicamente a 20 estudiantes de los grados décimo y undécimo, para dicha investigación se obtuvo que, la evaluación de actitudes frente al aprendizaje

orientado por las flipped classroom brindó la posibilidad de ajustar planes de aula para una mayor comprensión de los contenidos. Además, se menciona que el 72,2 % de los estudiantes tuvieron actitudes positivas hacia el aprendizaje por esta metodología.

### **3.4. IMPLEMENTACIÓN DE PGA PARA LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS, DESARROLLO DE ACTITUDES Y/O HABILIDADES CIENTÍFICO-INVESTIGATIVAS**

Rueda, Hernández y Castrillón (2009) realizaron un PGA para la enseñanza de dos conceptos fundamentales en química, para estudiantes de grado décimo y undécimo, este diseño tuvo en cuenta el modelo didáctico por investigación dirigida, en esta investigación se buscó considerar algunos modelos y estrategias proporcionados por expertos en didáctica, para a partir de ellos elaborar un PGA que se pudiera adaptar a la educación media vocacional en el que se favoreciera el aprendizaje de química como un proceso de estructuración de conocimiento científico escolar. Gracias al PGA se profundizó en el modelo de investigación dirigida y en su aplicación; también se hizo mención de la implementación del PGA diseñado es útil para el desarrollo de competencias básicas de tipo científico escolar como: argumentar, proponer e interpretar.

Por otra parte, López y Simbaqueva (2018), para este trabajo de grado se diseñó, aplicó y evaluó un PGA enfocado en la educación media como estrategia didáctica para el desarrollo de habilidades investigativas partiendo de situaciones problemáticas. De lo cual se obtuvo que, la implementación de esta estrategia permitió caracterizar el nivel inicial de los estudiantes en torno a las habilidades investigativas, de las que se evaluaron: formulación de hipótesis, análisis, elaboración de conclusiones, planteamiento de preguntas, entre otras; el desarrollo de 5 habilidades investigativas: formulación de hipótesis, análisis, elaboración de conclusiones, identificación y/o formulación de problemas. De esta manera, se



resalta la efectividad de estas estrategias para el desarrollo de habilidades investigativas.

## 4. MARCO REFERENCIAL

### 4.1. PRÁCTICA DE LABORATORIO COMO ESTRATEGIA DIDÁCTICA DE LA QUÍMICA

En primera medida cabe anotar que en cuanto a su nominación, las prácticas de laboratorio son nombradas de diferentes maneras sin que su concepción necesariamente cambie, siendo el hecho tal de que estos nombres dependen principalmente del contexto, en este sentido, por lo general, se utiliza el término de "trabajo de laboratorio" en América del Norte, mientras que para Europa, Asia y Australia es común el nombre de "trabajo práctico", y en América de Sur se utilizan "prácticas de laboratorio" o "prácticas experimentales" (Caamaño, 2005).

Por su parte, haciendo referencia al entorno escolar, conviene destacar que la práctica de laboratorio es, según Alejandro (2004), un ámbito externo al sujeto en el que se desarrollan aprendizajes prácticos y gracias a estos, se contextualizan los saberes teóricos; en esta dirección en el laboratorio se propicia el contacto físico del estudiante con los elementos, dispositivos e instrumentos útiles en su experimentación, generando así saberes procedimentales e instrumentales (citado por Aguilar, 2011).

A propósito de la enseñanza de las ciencias, conviene afirmar que Hodson (1994) enfatiza en tres aspectos centrales que se encuentran interrelacionados, aunque separables para fines didácticos, pero que por sí solos no funcionan:

- (a) Aprender ciencia (el cuerpo de conocimientos teóricos/conceptuales de la ciencia);
- (b) Aprender sobre la naturaleza de la ciencia (sus métodos e interacción con la sociedad);
- y (c) aprender a hacer ciencia (práctica idiosincrásica y holística de la actividad investigativa como integradora de conocimientos teóricos y metodológicos para resolver problemas). (Citado por Flores, Caballero y Moreira, 2009, p.82)

De esta manera, la enseñanza de saberes científicos escolares puede valerse del laboratorio para la convergencia de los tres aspectos ya mencionados por Hodson, en el entendido de que las prácticas de laboratorio al permitir la construcción personal de los conocimientos científicos (Salcedo et al. Citados por Rodríguez, 2013), por medio de la construcción del informe de práctica (por la interacción entre diferentes fuentes de información), facilitan la interiorización de las ciencias desde lo conceptual/teórico. Por otra parte, autores como Gil, Pérez, Furió y Valdés (1999) señalan que las prácticas experimentales ayudan al estudiantado a acercarse y familiarizarse con la actividad científica, a la vez que se abandona la imagen del trabajo en el laboratorio como una actividad propia de la comunidad científica, (Citados en Durango, 2015), en la que la experimentación permite la exploración de diferentes problemas que surgen durante el experimento mismo, lo que a su vez fomenta la identificación de fortalezas y debilidades durante el proceso de aprendizaje (Driver, 1984; citado por Caamaño, 2005). Con todo lo mencionado, se hace evidente que el laboratorio es un espacio integrador que posibilita la enseñanza de las ciencias.

#### *4.1.1. Limitaciones en la aplicación didáctica de las prácticas de laboratorio*

Para el diseño de prácticas de laboratorio, intervienen distintos factores, la visión de los estudiantes y docentes, al igual que sus expectativas, el enfoque de enseñanza, los métodos de evaluación, los objetivos de la práctica, las temáticas a desarrollar, etc., por consiguiente, los objetivos de las prácticas experimentales como estrategia didáctica son un punto de discusión álgido (Flores et al., 2009), aun cuando se ha indicado en diversas ocasiones que su uso es beneficioso para la enseñanza de las ciencias, se debe tener presente que su planeación es en gran medida lo que hace que la enseñanza sea efectiva, Hodson (1990) por su parte indica que el trabajo en el laboratorio en ocasiones es improductivo y confuso, pues a menudo no se tiene ningún propósito claro al momento de utilizarlo (Citados por Vidal, 2014), es por ello

que la principal responsabilidad del laboratorio recae en la planeación realizada por el docente.

Como consecuencia de las discusiones en torno al laboratorio escolar, se han realizado múltiples investigaciones (Durango, 2015; Aguilar, 2011; Barolli, Laburú y Guridi, 2010; Bopegedera, 2011; Cano y Zuluaga, 2012; Winter, 2019; Espinosa et, al., 2016; Martínez, 2006), lo cual denota la importancia y urgencia de implementar prácticas de laboratorio que contribuyan al proceso de enseñanza-aprendizaje y no lo contrario; uno de los estilos de enseñanza más mencionado y criticado dentro de estas investigaciones es el expositivo, que, según Domin (1999), es impartido en un modelo tradicional en el que se tienen prácticas tipo “receta de cocina” y resultados predeterminados; principalmente este estilo es criticado por involucrar de manera mínima al estudiante en su proceso de aprendizaje; limitarse a desarrollar habilidades procedimentales y manipulativas; no propiciar la relación teoría-práctica; por resultar poco motivadora en los estudiantes; y, recaer en procesos de mecanización. Por lo que, la mayoría de las investigaciones mencionadas proponen alternativas frente a este estilo.

Ahora bien, el docente debe valerse de los beneficios de la implementación de las prácticas experimentales, si este tiene presente en su planeación los objetivos que desea lograr con este recurso, el estilo de enseñanza no debería ser un obstáculo, cabe aclarar que, los objetivos del laboratorio no se deben limitar al desarrollo de destrezas manipulativas, pues esto resulta insuficiente para la enseñanza de las ciencias (Hodson, 1994, citado por Flores et al., 2009), pues hay que tener presente que la rigidez y el seguimiento de instrucciones no beneficia el desarrollo cognitivo del estudiantado (Caamaño, 2005), por lo cual la riqueza del laboratorio como recurso didáctico depende de los objetivos planteados por el maestro para su aplicación; en términos de beneficios, López (2003) menciona ciertas ventajas del aprendizaje práctico: (a) su propósito (verificar principios, leyes, teorías o hipótesis); (b) formato (desde actividades muy estructuradas hasta indagaciones abiertas); (c) formación de grupos de laboratorio y; (d) instrumentación (uso de

dispositivos/instrumentos a veces muy sofisticados) (Citado por el Aguilar, 2011), al ser el laboratorio un recurso didáctico tan flexible, este no se debe usar estrictamente para el desarrollo de procedimientos.

#### *4.1.2. Habilidades desarrolladas en el laboratorio escolar*

##### 4.1.2.1. Habilidades científico-investigativas

El concepto de habilidad tiene diversas definiciones en la literatura, sin embargo, para la presente investigación, se tiene en consideración lo expuesto por Castro (2005), quien define la habilidad como un patrón de conducta que es realizado con cierta destreza para la ejecución de una acción específica (Citados por Fernández, 2012), para este caso, el accionar está relacionado con lo que sucede antes, durante y después de la práctica experimental. La habilidad es adquirida, según el mismo autor, teniendo como base la actividad (acción), mediada por la comunicación y la interacción social, principalmente en la educación y la enseñanza, el mismo autor menciona que la habilidad surge como resultado de una práctica concreta orientada y, una vez que se refuerza, ésta entra en relación con las aptitudes y las capacidades del sujeto, siendo esta relación la que condiciona los límites y el despliegue de estas habilidades.

Por su parte, las habilidades científico-investigativas, en Collazo, Hernández, Andrade, Baculima y Tamayo (2017), las definen como “un conjunto de acciones sistematizadas que le permiten al investigador la planificación, ejecución, valoración y comunicación de los resultados que solucionan un problema científico” (p.33), la importancia de desarrollar este tipo de habilidades radica en que, en el contexto actual, en el que el mundo y la sociedad atraviesan por constantes cambios, se exige de profesionales que estén motivados para crear y fomentar nuevas alternativas en pro de perfeccionar su ejercicio profesional (Rodríguez et al., 2009), en este sentido, es imprescindible prestar atención la evaluación y desarrollo de este tipo de habilidades en la futuros profesores para así formar docentes que tomen

acciones para mejorar su propia práctica docente e influir en otros por medio de la comunicación de los resultados de su accionar.

Dentro de las habilidades científico-investigativas que se pueden desarrollar en el laboratorio, la UNESCO (2016) menciona:

- Analizar e interpretar datos: recoge información a partir de la experimentación y con ella establece patrones, descubrimientos y descripciones y/o explicaciones.
- Clasificar: Reconoce características comunes y diferencias entre diversos objetos y a partir de estas genera agrupaciones lógicas.
- Comunicar: Se expresa de manera asertiva y por diferentes medios las investigaciones realizadas.
- Diseñar y planificar una investigación: genera protocolos que le permiten llevar a cabo una investigación.
- Formulación de hipótesis: realiza posibles explicaciones lógicas que describen las causas o efectos de un fenómeno, estas sujetas a comprobación de evidencias.
- Formulación de preguntas: genera interrogantes coherentes con sucesos que pueden ser comprobados mediante la experimentación.
- Hacer experimentos o experimentar: presenta capacidades para seguir acciones que le permitan descubrir sucesos mediante la secuencia de pasos y la manipulación de materiales.
- Observar: generar la capacidad de examinar un objeto o fenómeno directamente con los sentidos o a través de instrumentos apropiados, para conocer su estado en un momento, comportamiento o cambios en el tiempo.
- Predecir: Utiliza el conocimiento previo que posee para anticipar posibles sucesos que afectan a los objetivos y/o fenómenos naturales.
- Revisar y evaluar resultados: determina la confiabilidad, veracidad y fiabilidad de los datos recogidos analizándolos a la luz de la experiencia y conocimientos científicos adquiridos.

- Tomar o recolectar datos: registra de manera sistemática y adecuada los datos obtenidos de diversas experiencias prácticas, observaciones y/o fenómenos (Citado por Castillo, 2020, pp. 36,37).

#### 4.1.2.2. Otras habilidades desarrolladas

Además de las habilidades científico-investigativas, existen otras habilidades que se pueden desarrollar en el laboratorio escolar, A continuación, se observan diferentes habilidades potencialmente desarrollables por medio del laboratorio:

**Tabla 1**

*Otras Habilidades Desarrolladas en el Laboratorio Escolar*

<b>Autor (es)</b>	<b>Habilidades</b>
Durango (2015)	Habilidades procedimentales; Habilidades para la resolución de problemas.
Kirschner (1992) <sup>a</sup>	Habilidades intelectuales.
Barolli, Laburú y Guridi (2010)	Habilidades básicas <sup>b</sup>
Bopegedera (2011)	Habilidades de redacción técnica
Bybee (2010)	Habilidades sociales; habilidades en autogestión y autodesarrollo.

Nota. Habilidades diferentes a las científico-investigativas desarrolladas en el laboratorio según diversos autores. Fuente: Autora.

<sup>a</sup> Citado por Durango (2015).

<sup>b</sup> Citado por UNESCO (2016).

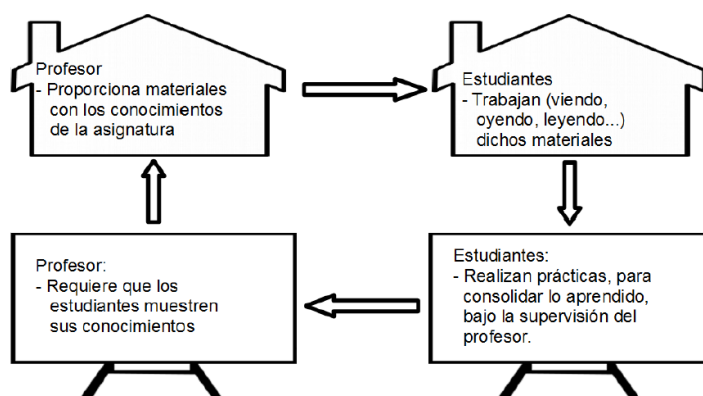
Cabe aclarar que no todas las prácticas de laboratorio generan necesariamente las habilidades mencionadas anteriormente, pues como ya se ha mencionado, esto depende de múltiples factores, principalmente de la manera en la cual el docente planifica el trabajo en el laboratorio.

## 4.2. FLIPPED CLASSROOM PARA EL LABORATORIO

La metodología Flipped Classroom o aula invertida es una metodología que se basa en la transferencia de algunos procesos de aprendizaje que usualmente (en el modelo tradicional) se hacen en el aula para fuera de la misma, para usar el tiempo de clase en la resolución de dudas, discusiones y/o el desarrollo de ejercicios prácticos (Triviño, 2019), así pues, la inversión del aula radica en la explicación de saberes teóricos/conceptuales en espacios ajenos al aula (mediados por la tecnología) y la realización de saberes prácticos en las horas de clase, de esta manera, el aula invertida se basa en la implementación de unas “pre-clases” con la finalidad de que el estudiante tenga conocimientos previos de la temática a impartir (Rotellar y Cain, 2016, citados por Lascano, Sánchez, Fombuena, Rojas y Montanes, 2020), estas “pre-clases” son materiales generalmente audiovisuales que el docente diseña o selecciona con anterioridad para compartir con los estudiantes, de tal modo que, estos hagan uso de este material antes de la clase presencial.

En la **Figura 1**, se resumen diferentes momentos de la aplicación del aula invertida:

**Figura 1**  
*Fases de las clases invertidas*



*Fuente: Sánchez, Ruiz y Sánchez-Vega (2017, p.344).*

Conviene acotar que lo anteriormente expresado no implica una sustitución del maestro por una explicación grabada, (Canedo, Gonzáles, Merchán y Usero, 2017),



sino que es de entenderse que los materiales otorgados por el docente constituyen una forma de dinamizar las clases sincrónicas, pues con las Flipped classroom se garantiza que los educandos ingresen a clase con conocimientos acerca de la temática a trabajar y de esta manera aprovechar de una forma más efectiva el tiempo de la clase, siendo todo el proceso gestionado y orientado por el docente, de tal manera que este modelo exige compromiso de todos los partícipes del aula, los estudiantes y el docente (Díaz y Estévez, 2021).

#### *4.2.1. Pilares del Flipped Classroom*

Flipped Learning Network (2014) definen los 4 pilares básicos de esta modalidad de enseñanza, utilizando como acróstico la palabra F-L-I-P:

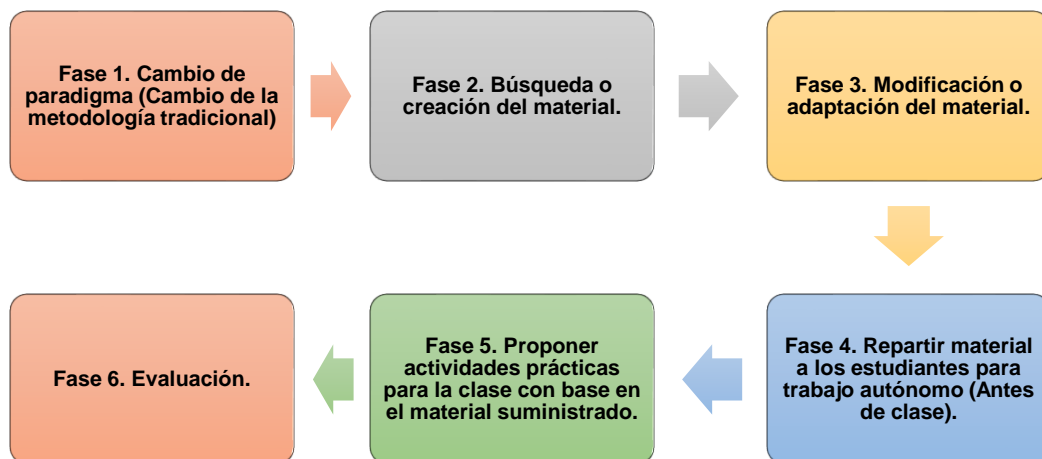
- 4.2.1.1. **Flexible Environment (Entorno flexible).** La inversión del aprendizaje permite diferentes modos de dirigir la clase, el docente puede escoger el trabajo en grupo o individual, puede cambiar y flexibilizar sus evaluaciones; y, además, el tiempo de clase (sincrónica) se puede usar de maneras diversas.
- 4.2.1.2. **Learning Culture (Cultura de aprendizaje).** El profesor deja de ser la fuente mayoritaria de información y el estudiante toma un papel activo en la construcción de su conocimiento.
- 4.2.1.3. **Intentional Content (Contenido Intencional).** El material compartido a los estudiantes es seleccionado cuidadosamente y se adapta a las necesidades de los educandos, por tanto, son contenidos intencionados y tienen sentido para el desarrollo de la temática que se desea enseñar.
- 4.2.1.4. **Professional Educator (Educador Profesional).** Los educadores tienen un papel fundamental dentro de este modelo, estos son gestores de lo que sucede en el aula, aceptan críticas constructivas y toleran el “caos controlado” de la clase; a la vez que hace un ejercicio de

reflexión con respecto a su propia práctica (Flipped Learning Network, 2014; citado por Sánchez, Ruiz y Sánchez-Vega, 2017).

#### 4.2.2. Fases de las Flipped Classroom

Sánchez et al. (2017), proponen 6 fases para la implementación de las clases invertidas (Figura 2), de lo cual recomiendan que, la búsqueda del material se debe hacer de acuerdo con las necesidades de los estudiantes, los temas estipulados dentro del plan curricular y todo aquello que nutra el trabajo en clase, además el estudio autónomo del estudiante puede ser guiado por preguntas que el docente puede diseñar y compartir junto con el material, y comenzar la clase con espacio para dar claridad a las dudas de los estudiantes con respecto al material.

**Figura 2**  
*Fases de la Flipped Classroom*



*Nota.* Resumen de las fases del Flipped classroom propuestas por Sánchez et al. (2017). Fuente: *Autora.*

#### *4.2.3. Ventajas y desventajas del uso de la metodología Flipped Classroom*

Dentro de las ventajas de la implementación de las Flipped Classroom, se puede mencionar que, el alumnado adquiere una mayor responsabilidad y compromiso (Álvarez, García, Cárdenas y Erazo, 2020; Díaz y Estévez, 2021), puesto que este debe hacer uso de los recursos proporcionados por el docente como parte de sus horas de estudio autónomo, es así como el docente desplaza la posición central que otorgan las clases tradicionales para abrir espacio a un aprendizaje consciente y activo de los estudiantes, siendo estos el eje central de este proceso (Luo et al., 2019, Murillo-Zamorano et al., 2019 Citados por Sánchez et al., 2020); Los materiales proporcionados al ser en su mayoría recursos que se pueden mediar por la tecnología, se pueden rebobinar y reproducir las veces que el estudiante desee (Aguilera, Manzano, Martínez, Lozano y Casiano, 2017), por ello se adaptan a diferentes ritmos de aprendizaje, puesto que la selección y el diseño de los materiales es intencionado, es decir se adapta a las necesidades e intereses de los estudiantes (Sánchez et al, 2017; Díaz y Estévez, 2021). Es por lo anterior que, la inversión del aula resulta en un proceso dinámico en el que todos los participantes actúan como agentes activos en la enseñanza-aprendizaje, en este caso, de saberes científicos.

En cuanto a las desventajas, el docente puede padecer de pánico escénico a la hora de grabarse a sí mismo, sin embargo, como lo menciona (Sánchez et al., 2017), la grabación de estos materiales permite al docente detectar y superar “muletillas y dejes” de los que este no sea consciente, así que se puede convertir en un beneficio a largo plazo; por otra parte, el profesor debe invertir mayor cantidad de tiempo y esfuerzo para la selección y creación de los recursos que proporcione a los estudiantes, por lo menos en los primeros diseños, pues este puede adaptar y reutilizar los materiales para cursos posteriores (Sánchez et al., 2017); también cabe mencionar que tanto el docente como los estudiantes deben disponer de infraestructura y recursos tecnológicos necesarios para el diseño, creación o

reproducción de los materiales (Aguilera et al, 2017), de lo cual conviene diseñar/seleccionar/adaptar los materiales a los recursos de estudiantes y el docente. Las ventajas y desventajas las flipped classroom permiten observar desde una mirada más realista de qué manera aprovechar de manera más efectiva su implementación.

### **4.3. PROGRAMA GUÍA DE ACTIVIDADES**

Para la convergencia de la metodología Flipped classroom y la temática a tratar, se opta por el uso del Programa Guía de Actividades (PGA) enfocado en el trabajo en el laboratorio, debido a que, los PGA permiten al docente hacer un trabajo minucioso de planeación e identificación de dificultades por parte de los estudiantes al momento de aprender un tema o un concepto para de esta manera encontrar, desarrollar y/o adecuar actividades teórico-prácticas para mejorar la comprensión (Sánchez, 2010), lo anterior entra en concordancia con la metodología Flipped Classroom, pues como se indicó en párrafos anteriores, la labor del docente se fundamenta en la presentación de materiales al estudiantado que se adecúen a sus necesidades culturales, cognitivas, etc.

Dentro de los beneficios del PGA, Sánchez (2010), enuncia tres fundamentales:

- Favorecen la construcción de los conocimientos por parte del estudiantado.
- Logran la familiarización con respecto a algunas características del trabajo científico.
- El profesor actúa como guía en el aprendizaje pensando las actividades de tal manera que estén interrelacionadas.

Los PGA se han trabajado desde hace décadas por colectivos enfocados en la enseñanza de la química y de la física debido los beneficios ya mencionados que proporciona su implementación en la enseñanza de las ciencias, los PGA consisten en el diseño cuidadoso y ordenado de actividades para, en la medida de lo posible, poner a los estudiantes en situación de generar conocimientos, de explorar

alternativas y acercarlos al trabajo científico, teniendo como base el tema de estudio (Gil y Martínez, 1987). Su importancia radica en que no se limita al modelo tradicional de transmisión-recepción de conocimientos ya elaborados, ni encaja en un modelo por descubrimiento, puesto que las actividades están conectadas entre sí y tienen un sentido interno, que permite la interacción constante entre de la relación teoría-experiencia, proceso mediado por el docente, y es en el que el estudiante toma un papel activo en la construcción de sus propios conocimientos.

Dentro de las características del trabajo científico, los PGA facilitan en el trabajo colectivo, que en palabras de Gil y Martínez (1987):

... a través de la cual los alumnos pueden asomarse a una característica fundamental del trabajo científico: la insuficiencia de las ideas y resultados obtenidos por un único colectivo y la necesidad de cotejarlos con lo obtenidos por otros, hasta que se produzca suficiente evidencia convergente para que la comunidad científica los acepte. (Gil y Martínez, 1987, p. 7)

Razones sustanciales por la cuales se hace propicio el diseño de un PGA centrado en el trabajo en el laboratorio, pues la flexibilidad que tiene este para el diseño y modificación de las actividades permite la estructuración de un trabajo práctico integral que tenga en cuenta los conocimientos conceptuales/teóricos, las habilidades a desarrollar, el trabajo en equipo, la interacción y comunicación inter e intra equipos y algunas características más del trabajo científico; de esta manera se evita caer en un reduccionismo del trabajo práctico únicamente enfocado en el seguimiento de instrucciones y el desarrollo de destrezas manipulativas.

Con respecto al diseño de los PGA, Cala, Mariño y Casas (2009), proponen algunos criterios para tener en cuenta:

- Determinar objetivos que hagan referencia a la finalidad de la enseñanza.
- Definir contenidos o temáticas que tengan una relación entre la ciencia escolar y la de los científicos, tener una significatividad, posibilitar la comprensión y la relación con el entorno.

- Diseñar/seleccionar y secuenciar actividades, estas deben permitir plantear situaciones que favorezcan la evolución de las ideas o representaciones de los estudiantes.
- Diseñar/seleccionar y secuenciar actividades de evaluación, autoevaluación y coevaluación.

Por lo general las actividades del PGA se agrupan en tres etapas, estas son las de iniciación, de desarrollo y acabado, en la Tabla 4, se presentan algunas características proporcionadas por Gil y Martínez (1987).

**Tabla 2**  
*Tipos de Actividades agrupadas en tres etapas*

<b>Actividades de Iniciación</b>	<b>Actividades de Desarrollo</b>	<b>Actividades de Acabado</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sensibilización del tema.</li> <li>• Proporcionar una concepción preliminar de la tarea que sirva de hilo conductor.</li> <li>• Explicitación y puesta en valor de las ideas que posean los alumnos,</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Construcción de manejo significativo de los conceptos (manejo de conceptos en situaciones, construcción de gráficos, interpretación de datos, establecimiento de semejanzas, diferencias, conexiones).</li> <li>• Familiarización con aspectos clave del trabajo científico a desarrollar en el abordaje de problemas (formulación de problemas, emisión de hipótesis, manejo de literatura, obtención y análisis de resultados).</li> <li>• Estudio de las relaciones ciencia/sociedad (aplicaciones tecnológicas, estudio de implicaciones sociales, toma de decisiones, problemas ideológicos, etc.).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elaboración de síntesis, esquemas, mapas conceptuales.</li> <li>• Evaluación del aprendizaje realizado.</li> <li>• Referencias al hilo conductor del temario, problemas que quedan planteados.</li> <li>• Establecer formas de almacenar los resultados de las sucesivas actividades.</li> <li>• Periódicas evaluaciones de las formas de trabajo en clase, los grupos plantean problemas y cuestiones de funcionamiento que les resulten más relevantes.</li> </ul>

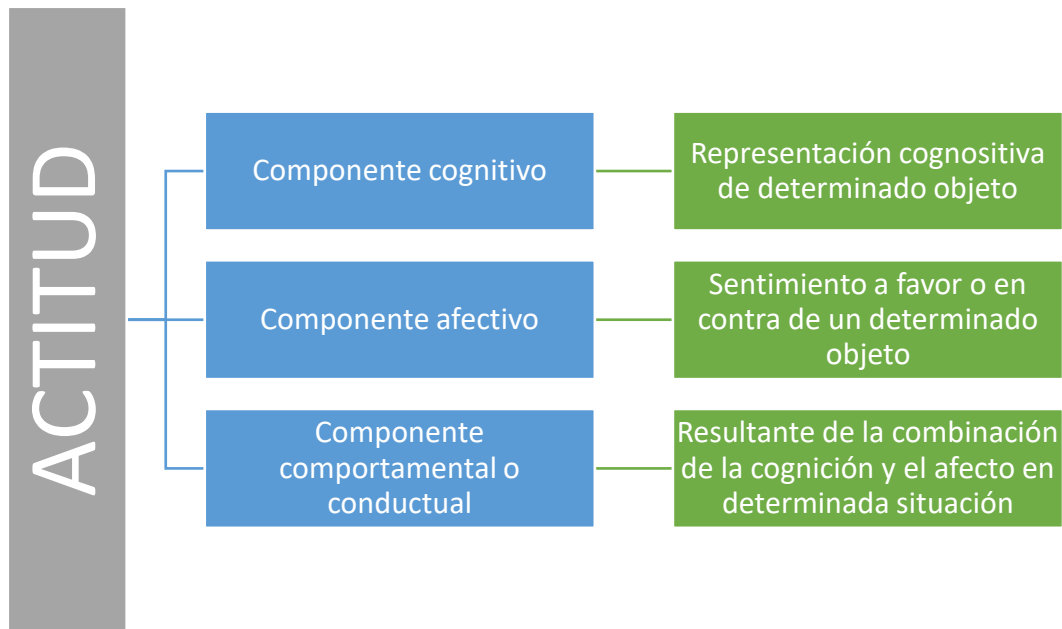
Nota: Tabla elaborada por Gil y Martínez (1987), fuente: Cárdenas y Zúñiga (2016, p.45).

#### **4.4. ACTITUDES**

El concepto de actitud ha sido un constructo con múltiples significados a lo largo del tiempo, como ejemplo se puede mencionar la revisión de 200 estudios realizada por Ajzen y Fishbein (1997) en la que se encontraron 500 definiciones de actitud de las cuales el 70 % fueron distintas (Vázquez y Manassero, 1995), es así como este concepto algunas veces tiende a ser difuso, por ello en esta ocasión, se hace referencia a la explicación aportada por la psicología social, en la que la actitud es definida como: “la disposición de un ser humano a responder a un objeto de estímulo de manera consistente con las creencias, sentimientos y tendencias actitudinales propias hacia ese objeto” (Summers, 1986; citado por León y Londoño, 2013, p. 111); teniendo en cuenta lo enunciado anteriormente, dentro de la presente investigación, el objeto de estímulo es el modelo didáctico centrado en el laboratorio de ciencias y mediado por las flipped classroom; y los estudiantes son aquellos seres humanos que responden a este objeto de estímulo.

Además de la definición anteriormente mencionada, es común encontrar un carácter multicomponencial de las actitudes asignado y/o mencionado por diversos autores (Lewis, 1996 y Recalde, 2006, citados por León y Londoño, 2013; Pliego, et al., 2004; Gargallo, Pérez, Serra, Sánchez y Ros, 2007; Triviño, 2019), estos explican 3 componentes específicos denominados:

**Figura 3**  
*Componentes de la actitud*



**Nota.** Resumen de los componentes de las actitudes descritas por Recalde (2006) citado por León y Londoño (2013). Fuente. Autora.

Estos componentes son aquellos que, según Pliego, *et al.* (2004), ajustan favorable o desfavorablemente la predisposición y modulan el accionar con respecto al objeto de estímulo, por ello, para una respuesta positiva hacia el objeto de estímulo es necesario atender a los diferentes componentes, no solamente al afectivo; cabe mencionar que hay más puntos de vista a parte del tri-componencial, de las que se destacan las entidades separadas y el proceso latente-actuante, a los que alude Triviño (2019); sin embargo, para la presente investigación se trabajará a partir de estos componentes.

#### **4.5. INTERDISCIPLINARIEDAD**

La interdisciplinariedad según Castro (2000), es el establecimiento de conexiones recíprocas, intercambios de diversos tipos y la cooperación de dos o más ciencias que tienen un objeto en común, pero perspectivas disímiles, o se aproximan desde diferentes constructos teóricos y metodológicos a las propiedades y relaciones de



dicho objeto para entender la esencia del mismo; en este sentido, la interdisciplinariedad permite llegar a un conocimiento integral del objeto y de las leyes que lo rigen (Citado por Ortíz, 2012).

Comúnmente se asume que la interdisciplinariedad y la disciplinariedad se encuentran en contraposición, es decir, son vistas como opuestas y desvinculadas, sin embargo, como menciona (Agazzi, 2010) esto no es acertado, puesto que la interdisciplinariedad es un planteamiento que intenta poner en diálogo varias ópticas disciplinares, es por lo que la interdisciplinariedad no está en contra de la especificidad, más bien trata de alcanzar un discurso “común”, entre disciplinas, es por ello que con ánimo de generar un conocimiento integral en los estudiantes, se espera construir un PGA desde una perspectiva interdisciplinar, para ello, fue seleccionada la temática de “temáticas introductorias de termodinámica” como uno de los entramados teóricos abordables desde diferentes ciencias, pues su entramado teórico es enseñado en diferentes áreas del saber.

#### **4.6. TEMÁTICAS INTRODUCTORIAS DE TERMODINÁMICA**

##### *4.6.1. Dificultades para el aprendizaje de temáticas introductorias a la termodinámica*

La termodinámica es una temática abordada en mayor o menor medida en las ciencias de la vida y la tierra, en la mayoría de las ingenierías, en gran parte de la enseñanza técnica y pedagógica, en la educación media, y, principalmente en campos como la química y la física (González, 2003); es una temática interdisciplinar, pues posee construcciones teóricas y experimentales desde diferentes áreas del saber, debido a que se imparte en diferentes espacios académicos, la investigación educativa ha dotado de gran importancia a su estudio, además, del hecho de que es un campo en el cual se presentan falencias en la asimilación de conceptos clave que imposibilitan su verdadera comprensión, (Furió Gómez, Solbes y Furió-Más, 2006) hacen alusión a esto argumentando que, los

profesores de secundaria y universitarios en el área de ciencias naturales reconocen grandes dificultades en el aprendizaje de conceptos y leyes de la termodinámica.

En relación con lo anterior, gran parte de las dificultades en torno a la enseñanza-aprendizaje de la termodinámica está dada por el carácter abstracto que poseen diferentes conceptos abordados dentro de esta disciplina (Domínguez et al, 2015), adicional a esto, los autores Rozier y Viennot, (1990) relacionan estas falencias en el aprendizaje por el hecho de que la descripción de los fenómenos se hace por medio de diversas variables macroscópicas que cambian simultáneamente y poseen relaciones funcionales que no son de fácil comprensión y/o manejo para los estudiantes (Citados por Cárdenas y Ragout, 1996), además dentro de estas falencias se debe considerar la tendencia a reducir las temáticas en ciencias únicamente a procesos operativistas y memorísticos que también entorpecen la interpretación de los fenómenos.

Ahora bien, no solamente se encuentran falencias conceptuales por parte del estudiantado, pues, diversas investigaciones revelan que la confusión está presente incluso en docentes (Solbes y Tarín, 1998; Flores y Ulloa, 2014; Dumrauf y Cordero, 2004) y en los libros de texto de secundaria y universitarios (Bañas, Mellado y Ruiz, 2003; Furió-Gómez et al., 2006; Solbes y Tarín, 1998; Alomá y Malaver, 2007) que abordan la termodinámica o conceptos relacionados a la misma, en este orden de ideas si se tiene en cuenta lo manifestado por Otero (1997) quien señala que aquello que los estudiantes aprenden de un texto va de acuerdo con los conocimientos que este posea (Citado por Solbes y Tarín, 1998), en este sentido, el docente es de vital importancia para una correcta interpretación de los textos o una depuración de información errónea por parte de los estudiantes, así pues, de nuevo se resalta la importancia de prestar atención a en la formación de profesores en el área de ciencias, en este caso en específico, su acerca de la termodinámica.

#### *4.6.2. Energía*

El concepto de energía es uno de los más difíciles de comprender y de definir, comúnmente se socia dicho término con el movimiento, el trabajo mecánico o la fuerza, siendo estas asociaciones reduccionistas en el sentido en que restringe a ciertos campos específicos y no proporciona una idea global que tenga en cuenta las transformaciones, conservación y degradación (Solbes y Tarín, 1998), con ánimo de enunciar una definición que integre los aspectos ya mencionados, Michinel-Machado y D'Alessandro-Martínez (1996) la definieron como: “Energía es una magnitud física que se presenta bajo diversas formas, está involucrada en todos los procesos de cambio de estado, se transforma y se transmite, depende del estado de referencia y fijado este se transforma” (citados por Núñez, et al. 2004, p. 108).

#### *4.6.3. Energía interna*

La energía interna consta de energía molecular (electrónica, traslación, vibracional y rotacional), energía relativista de la masa en reposo y del núcleo, y energía potencial de la interacción dada entre las moléculas (Levine, 2014).

#### *4.6.4. Temperatura*

La definición empleada por García y Rentería (2013) para la temperatura es: “Este es un concepto métrico que mide el promedio de la energía cinética de las moléculas de un sistema” (p. 120), dentro de las explicaciones dadas por Levine (2014), se explica que, cuando dos sistemas están en equilibrio térmico entre sí, se encuentran en la misma temperatura; cuando dos sistemas no se encuentran en equilibrio térmico, estos tienen diferentes temperaturas.

#### 4.6.5. Calor

Cuando se encuentran en contacto dos cuerpos a diferente temperatura estos tienden a un equilibrio térmico detectable cuando llegan a una temperatura intermedia común; se dice entonces que hay una transferencia de energía del cuerpo de mayor temperatura al cuerpo de menor temperatura, hasta el punto en el que los dos cuerpos se encuentran en una misma temperatura. Suponiendo que estos dos cuerpos están aislados del universo y, por tanto, no hay ningún otro tipo de transferencia de energía, se cumple:

$$m_2 c_2 (T_2 - T_f) = m_1 c_1 (T_1 - T_f) \equiv q \quad (1)$$

Donde  $m_2$  y  $m_1$  se refieren a los cuerpos de mayor y menor temperatura respectivamente;  $T_2$  y  $T_1$  son la temperatura inicial de cada cuerpo teniendo en cuenta que  $T_2 > T_1$ ;  $T_f$  es la temperatura a la que llegan los cuerpos una vez se encuentran en equilibrio térmico;  $c_2$  y  $c_1$  representan una constante llamada “calor específico” de cada cuerpo en contacto, estas constantes son halladas experimentalmente y dependen de la composición de los cuerpos; y, por último,  $q$  es la cantidad de energía intercambiada del cuerpo de menor temperatura al cuerpo de mayor temperatura (Levine, 2014).

#### 4.6.6. Diferencia entre calor y trabajo

El calor y el trabajo no son funciones de estado, puesto que no tiene sentido preguntar cuánto calor o trabajo contiene un sistema, sin embargo, se genera esta confusión por la idea de que el calor y el trabajo son formas de energía; en realidad el calor y el trabajo están definidos en términos de procesos, pues antes y después del proceso de transferencia ni el calor ni el trabajo existen. De tal forma que, el calor es una transferencia de energía entre el sistema y su entorno como resultado

de una diferencia de temperatura, por otra parte, el trabajo es una transferencia de energía entre el sistema y su entorno como respuesta a una fuerza macroscópica que actúa a lo largo de una distancia; con lo anterior se puede hacer especial énfasis en que el calor y el trabajo en lugar de ser formas de energía, son formas de transferencia de energía, así, mientras que el trabajo es una transferencia de energía debida a la acción de fuerzas macroscópicamente observables; y, el calor es una transferencia de energía debida a fuerza a nivel molecular, cuando cuerpos de diferentes temperatura entran en contacto, las colisiones de las moléculas de estos cuerpos provocan una transferencia de energía del cuerpo de mayor temperatura (mayor energía cinética), al cuerpo de menor temperatura (menor energía cinética) (Levine, 2014).

#### 4.6.7. Capacidad calorífica o Calor específico

La capacidad calorífica es la cantidad de energía interna que debe ser intercambiada para modificar un grado la temperatura de un sistema, si el sistema es un mol de sustancia, este se denomina capacidad calorífica molar, por otra parte, si el sistema es un gramo de sustancia, es utilizado el término capacidad calorífica específica o, comúnmente calor específico, y la magnitud del calor específico varía dependiendo de la temperatura.

En cuanto a la capacidad calorífica, esta depende de la cantidad de masa del sistema, (Petrucci et al., 2011), lo representa de la siguiente manera:

$$cantidad\ de\ calor = \frac{masa\ de\ sustancia * calor\ específico}{capacidad\ calorífica=C} * variación\ de\ T \quad (2)$$

En este sentido:

$$q = m * calor\ específico * \Delta T = C * \Delta T \quad (3)$$

En termodinámica se presta interés en dos clases de calores específicos, el calor específico a volumen constante ( $C_v$ ), que puede considerarse como la energía requerida para elevar en un grado la temperatura de una unidad de masa de una sustancia cuando el volumen es constante; y el calor específico a presión ( $C_p$ ) que es similar a la definición dada para  $C_v$ , solo que en este caso es a presión constante (Levine, 2014).

#### 4.6.8. *Calor latente*

Para fundir un sólido o vaporizar un líquido es necesaria una gran cantidad de energía, la cantidad de energía que es absorbida o liberada durante un cambio de fase es denominada calor latente; la cantidad de energía absorbida durante la fusión se llama calor latente de fusión y es equivalente a la cantidad de energía liberada durante la congelación, por otra parte, la cantidad de energía absorbida durante la evaporación es llamada calor de evaporación y es equivalente a la energía liberada durante la condensación. Las magnitudes de los calores latentes dependen de la temperatura o presión en la que se da el cambio de fase, por ejemplo, a 1 atm de presión, el calor latente de fusión es de 333,7 KJ/Kg, mientras que el calor latente de evaporación es de 2.256, 5 KJ/Kg (Çengel y Boles, 2012).

#### 4.6.9. *Calorimetría*

La calorimetría es una técnica experimental que se basa en la observación del cambio de temperatura resultante un intercambio de energía en un proceso físico o químico, para la determinación de la cantidad de energía intercambiada en dicho proceso (Chang et al, 2013).

## **5. MARCO METODOLÓGICO**

### **5.1. ENFOQUE Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN**

La presente investigación tiene un enfoque de carácter mixto, el cual se basa en una recolección, análisis e interpretación de datos cualitativos y cuantitativos necesarios desde el punto de vista del investigador para su estudio (Ortega, 2018). Para este caso se empleó un enfoque mixto concurrente, en el que no hay una secuencia entre los datos cualitativos y los cuantitativos, y no existen niveles de prioridad entre los mismos, de tal manera que las dos perspectivas tienen el mismo peso dentro de la investigación; teniendo en cuenta esto, el diseño en el que se enmarca es el diseño transformativo concurrente (DISTRAC), en el cual, en palabras de Hernández, Fernández y Baptista (2016):

“...se recolectan datos cuantitativos y cualitativos en mismo momento (concurrente) y puede darse o no mayor peso a uno u otro método, pero al igual que el diseño transformativo secuencial, la recolección y el análisis son guiados por una teoría, visión o perspectiva, incluso un diseño cuantitativo o cualitativo (por ejemplo, un experimento o un ejercicio participativo). Una vez más, este armazón teórico o metodológico se refleja desde el planteamiento del problema y se convierte en el fundamento de las elecciones que tome el investigador respecto al diseño mixto, las fuentes de datos y el análisis, interpretación y reportes de los resultados.” (p. 565)

### **5.2. MUESTRA Y POBLACIÓN**

La muestra de esta propuesta es de tipo no probabilístico, esto debido a que se hizo una selección con respecto a las características de la investigación y no por un criterio estadístico de generalización, en el que básicamente se seleccionaron individuos sin intentar que fueran estadísticamente representativos (Hernández, Fernández y Baptista, 2016). Por otra parte, la población estuvo conformada por 17

docentes en formación inscritos al espacio académico de TQIII para el primer semestre del año 2022, dentro de los cuales hay 13 mujeres (76,5 %) y 4 hombres (23,5 %). Dentro de este grupo hay estudiantes que ya han cursado esta asignatura en el pasado, pero no fueron aprobados, y, por tanto, la están volviendo a ver (repitentes), en total hay 7 estudiantes repitentes (41,2 %), 5 mujeres y 2 hombres.

### 5.3. FASES METODOLÓGICAS

A continuación, se presentan las siguientes fases metodológicas, que se articularon estrechamente con los objetivos de la investigación:

**Tabla 3**  
*Fases Metodológicas*

FASE	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDADES	TÉCNICAS Y/O INSTRUMENTOS
<b>Planificación</b>	Se hizo un abordaje de las problemáticas a trabajar y se describió la planeación de la ruta a seguir.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Planteamiento de problema.</li> <li>• Selección de Muestra.</li> <li>• Construcción de marco teórico y metodológico.</li> <li>• Diseño de instrumentos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Búsqueda en bases de datos.</li> <li>• Revisión bibliográfica (libros, artículos científicos, ponencias, etc.).</li> </ul>
<b>Diagnóstico y caracterización</b>	Se hizo una exploración respecto a la población y a sus conocimientos previos acerca de las temáticas a tratar.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Caracterización de la población.</li> <li>• Aplicación de prueba de entrada.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prueba de entrada</li> </ul>
<b>Diseño y aplicación</b>	Se diseñaron actividades e instrumentos de evaluación para ser aplicados al grupo objetivo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseño de PGA</li> <li>• Aplicación de las Actividades diseñadas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Instrumentos de evaluación.</li> <li>• Prueba de salida.</li> </ul>
<b>Interpretación y discusión de resultados</b>	Se sistematizó la información recabada desde los diferentes instrumentos de	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistematización de resultados.</li> <li>• Interpretación de resultados.</li> <li>• Triangulación.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Triangulación de la información.</li> </ul>



recolección de información. Finalmente se efectuó el análisis de los resultados documentados en una base de datos dispuesta para tal fin.

- Elaboración de conclusiones.

Fuente: Autora.

#### 5.4. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Para la evaluación de las actividades que hacen parte del PGA diseñado en la presente investigación, se seleccionaron diferentes variables y categorías de análisis, estas son: aprendizajes respecto a las temáticas introductorias en termodinámica, habilidades científico-investigativas y actitudes de los estudiantes como resultado de la aplicación del PGA enfocado en el laboratorio de ciencias y estructurado desde la estrategia Flipped Classroom.

**Tabla 4**  
*Operacionalización de Variables/Categorías*

VARIABLES/ CATEGORÍAS	DIMENSIÓN	INDICADORES	INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN
<b>Habilidades</b>	Científico- Investigativas.	Formulación de Hipótesis. Toma y recolección de datos. Análisis e interpretación de datos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prueba de Entrada</li> <li>• Informe de laboratorio</li> </ul>
<b>Conocimientos conceptuales</b>	Temáticas Introductorias en termodinámica.	Dominio de conceptos Razonamiento matemático	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prueba de Entrada</li> <li>• Prueba de Salida</li> </ul>
<b>Actitudes</b>	Hacia el aprendizaje centrado en el laboratorio de ciencias y orientado por las Flipped classroom.	Cognitivo Afectivo Conductual	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Instrumento tipo encuesta en escala Likert</li> </ul>

Fuente: Autora.

## 5.5. FASES Y MOMENTOS

Para la aplicación de la presente propuesta se plantearon 5 sesiones, en las que dos estaban destinadas a la evaluación de conocimientos previos y a la evaluación de salida, por último, se realizaron tres sesiones de aplicación, en la que los estudiantes realizaron diversas actividades e interactuaron con los materiales audiovisuales propuestas para la metodología flipped classroom.

**Tabla 5**  
*Fases y momentos de la aplicación*

SESIÓN	Nombre actividad	ACTIVIDAD	INSUMOS	RESULTADOS	PARÁMETROS DE EVALUACIÓN
1	INDUCCIÓN	PRESENTACIÓN DE LA PROPUESTA AL GRUPO OBJETIVO	PRESENTACIÓN EN ppt. ORIENTADA HACIA LOS PLANOS DE ANÁLISIS	N/A	N/A
2	EVALUACIÓN DIAGNÓSTICA	PRUEBA DE ENTRADA (conocimientos previos)	Un formato de cuestionario (con grupos conceptuales)	Formatos diligenciados y base de datos en excel	Conocimientos previos, sobre temáticas a tratar
3	PRIMER ENCUENTRO	SOCIALIZACIÓN SOBRE LA PRIMER AULA INVERTIDA	AULA INVERTIDA PREVIAMENTE OBSERVADA POR LOS ESTUDIANTES	Aportes de los grupos de trabajo	N/A
3	SEGUNDO ENCUENTRO	PRÁCTICA DE LABORATORIO CON 5PROPUESTAS EXPERIMENTALES	REACTIVOS Y MATERIALES DEL LABORATORIO	Informe de laboratorio	Argumentación y evaluación de habilidades científico-investigativas
4	TERCER ENCUENTRO	PRESENTACIÓN DE SEGUNDA AULA INVERTIDA SOBRE RAZONAMIENTO MATEMÁTICO EN CALORIMETRÍA.	PRESENTACIÓN EN FORMATO DE VIDEO DE LOS PARÁMETROS PRINCIPALES DE ANÁLISIS	Revisión del video y observaciones de parte de los estudiantes.	Preguntas sobre el video del aula invertida.
5	EVALUACIÓN FINAL GLOBAL	PRUEBA DE SALIDA	Formato de cuestionario	Formato diligenciado	Avance en términos de actitudes hacia el aprendizaje por flipped classroom.

Fuente: Autora.

## 6. RESULTADOS Y ANÁLISIS

### 6.1. Conocimientos conceptuales en prueba de entrada

La prueba de entrada (PE) constó de 4 ítems (ANEXO 1), en los que se pretendía evaluar los conocimientos conceptuales y las habilidades científico-investigativas de los estudiantes a la hora de enfrentarse a cuestionamientos acerca de las temáticas básicas en termodinámica.

#### 6.1.1. Evaluación de Conocimientos Conceptuales en PE

La evaluación de conocimientos conceptuales constó de dos variables, en primer lugar, la referente a dominio de conocimientos, en la que se evaluaron los siguientes grupos conceptuales, que fueron formulados por la autora para favorecer los puntos de análisis de acuerdo con las repuestas de los estudiantes:

**Tabla 6**

*Grupos Conceptuales utilizados para la valoración del Dominio de Conceptos*

Ítems PE	Grupos conceptuales evaluados
1, 3	Sistemas termodinámicos (ST)
2, 3.	Comprensión del concepto de Equilibrio Térmico (ET)
4	Comprensión del concepto de calor (C), concepto de calor específico (CE), Concepto de Calor latente (CL), Comprensión del concepto de Temperatura (T), Equilibrio Térmico (ET).

*Fuente: Autora.*

Los ítems 1, 2 y 3 fueron preguntas cerradas, y por tanto, estas poseen única respuesta, por parte del ítem 4(a), los criterios utilizados para la evaluación se detallan en la siguiente tabla:

**Tabla 7**  
*Rúbrica de Evaluación de DC en PE*

INDICADOR	ESCALA DE VALORACIÓN			
	ALTO [4 - 5]	MEDIO [3 - 4]	BAJO [1,5 - 3]	MUY BAJO [0 - 1,5]
Dominio de Condeptos	El estudiante utiliza sus conocimientos para formular varias hipótesis que expliquen lo ocurrido en el problema, estas hipótesis no poseen errores conceptuales.	El estudiante formula algunas hipótesis que describen el problema y posee algunos errores conceptuales.	Formula hipótesis con diversos errores conceptuales.	No formula hipótesis o sus argumentos carecen de bastantes elementos teóricos.

*Fuente: Autora.*

La segunda variable fue la de Razonamiento Matemático (RM), que fue evaluada por medio de los ítems 4(b) y 4(c), en las que para esta variable los grupos valorados, fueron el empleo de Unidades de Medida (UM) y el Planteamiento matemático (PM), los criterios utilizados para esta evaluación se muestran en la siguiente tabla:

**Tabla 8**  
*Rúbrica de evaluación de RM*

INDICADOR	ESCALA DE VALORACIÓN			
	ALTO [4 - 5]	MEDIO [3 - 4]	BAJO [1,5 - 3]	MUY BAJO [0 - 1,5]
Razonamiento matemático	El estudiante diseña planteamientos matemáticos útiles para someter a comprobación diferentes hipótesis, utiliza de manera correcta las unidades de medida y determina todos los resultados a partir de los datos del problema y los inferidos de cada hipótesis.	El estudiante posee algunos errores en el plantemiento matemático, determina la mayoría de los resultados y posee errores mínimos en las unidades de medida.	El estudiante genera planteamientos matemáticos con bastantes errores en su ejecución que no le permiten hallar un valor válido.	No realiza plantemientos que le permitan llegar a algún resultado.

*Fuente: Autora.*

### *6.1.2. Conocimientos Conceptuales previos en fundamentos de termodinámica por parte de los estudiantes*

Una vez aplicada la PE, el reporte de resultados de conocimientos conceptuales y su respectivo análisis se dividirá, para su análisis en dos categorías, una categoría

enfocada en los ítems de opción múltiple y otra categoría relacionada con el ítem de carácter abierto:

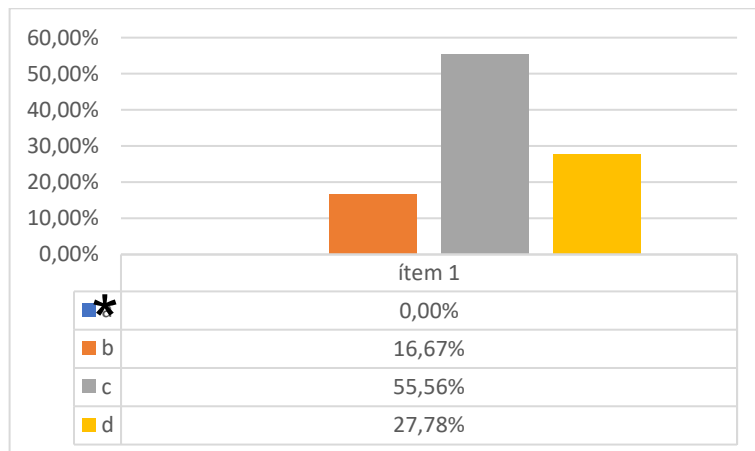
#### 6.1.2.1. Respuestas de los ítems 1, 2, 3 de opción múltiple

Los ítems mencionados en el presente apartado fueron utilizados en el estudio realizado por García y Rentería (2013) con el fin de evaluar la comprensión de fundamentos en termodinámica. Para el presente documento, estos ítems fueron utilizados para evaluar los conocimientos conceptuales de los estudiantes de LQ-UPN comprensión de ET, de esta manera, a continuación, se presenta un diagrama de barras en el que se reportan los resultados del ítem 1 de la PE:

*En una noche de invierno, si una persona cubre su cuerpo con una cobija de lana la temperatura de este se mantiene más alta que la del medio ambiente. Dicho fenómeno se debe a que:*

- a) *La cobija contiene calor y se lo transmite al cuerpo de la persona.*
- b) *La cobija impide que entre el frío del ambiente al cuerpo de la persona.*
- c) *La cobija impide que fluya la energía calórica de la persona al medio ambiente.*
- d) *La persona le suministra calor a la cobija, manteniendo la temperatura alta.*

**Figura 4**  
Respuestas ítem 1 en la PE



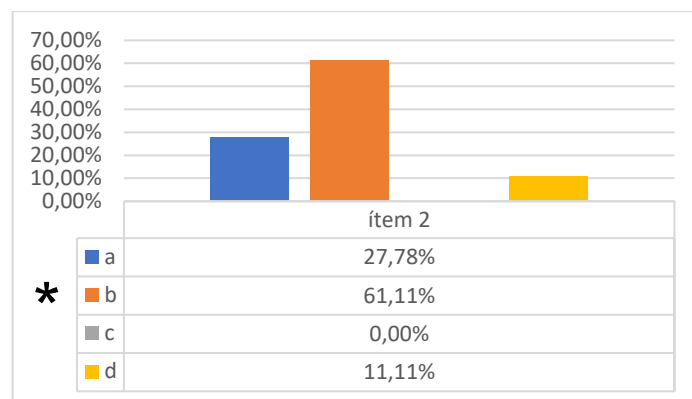
Fuente: Autora

Continuando con el ítem 2 de la prueba de entrada:

*En una época de invierno en la cual la temperatura se ha mantenido constante por mucho tiempo, la madre de Santiago le dice: “Ponte las sandalias de plástico porque el piso de cemento está más frío que las sandalias”. De dicha afirmación se puede afirmar que:*

- a) *Es correcta, porque la temperatura del piso es menor que la temperatura de las sandalias.*
- b) *Es incorrecta, porque el piso y las sandalias están a la misma temperatura debido al equilibrio térmico.*
- c) *Es correcta, porque el piso está a mayor temperatura que las sandalias.*
- d) *Es incorrecta, porque la temperatura del piso es menor que las de las sandalias.*

**Figura 5**  
Respuestas a ítem 2 de estudiantes en PE



Fuente: Autora

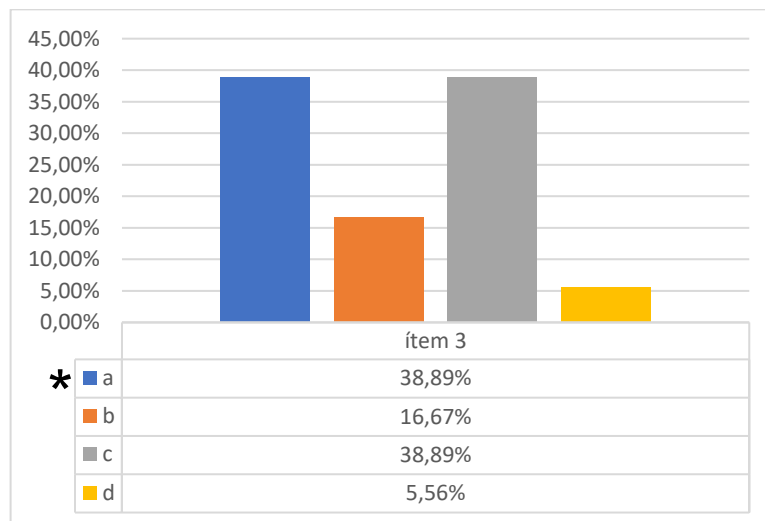
Se observa que, como en el anterior ítem, la mayoría de los estudiantes respondieron de forma correcta, en este caso, es una cifra más alta, pues el 61,1 % de los estudiantes son conscientes del término de “equilibrio térmico”, por ello su respuesta tiene en consideración que tanto el suelo como las sandalias que se encuentran en contacto durante un tiempo prolongado y a temperatura constante,

están en un equilibrio térmico. El porcentaje restante de estudiantes, es decir, el 38,9 % de los estudiantes, interpreta erróneamente que el suelo de cemento se encuentra a menor temperatura que las sandalias, lo que puede deberse a experiencias sensitivas del estudiante que se terminan relacionando con los conceptos involucrados.

En el ítem 3:

1. *Diego está haciendo ejercicio y como consecuencia su cuerpo se sobrecalienta. Suda y su sudor se evapora. La evaporación del sudor de Diego permite que:*
  - a) *La temperatura de su cuerpo baje.*
  - b) *La temperatura de su cuerpo aumente.*
  - c) *La temperatura de su cuerpo se mantenga constante.*
  - d) *No conozco la respuesta.*

**Figura 6**  
Respuesta a 'pregunta 3' de estudiantes en PE



Fuente: Autora.

Dentro de los ítems de opción múltiple, el ítem 3 es el que presenta mayor variedad de respuestas: en primer lugar, el 38,9 % de los estudiantes considera que el sudor provoca que la temperatura del cuerpo baje, lo cual es correcto, puesto que el

cuerpo libera energía al ambiente al momento de evaporar el agua; mientras el 16,7 % de los estudiantes afirma que el sudor provoca un aumento en la temperatura y el 38,9 % afirma que el sudor mantiene la temperatura corporal constante, mientras que el 5,6 % de los estudiantes no conoce la respuesta; en tal sentido, estas tres últimas respuestas evidencian que la mayoría de los estudiantes no consideran que el cuerpo es un sistema capaz de autorregular su temperatura.

#### 6.1.2.2. Valoración de conocimientos conceptuales en la pregunta abierta (ítem 4) de la PE

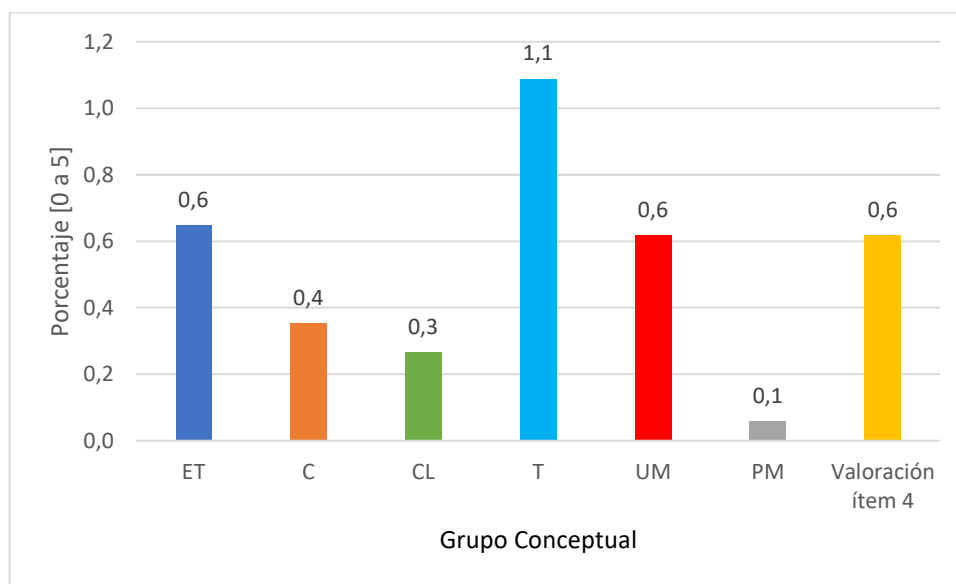
El ítem número 4 de la PE, es un problema abierto de una situación experimental en la que los estudiantes plantean diferentes explicaciones e hipótesis acerca del fenómeno mostrado para llegar a un resultado coherente dentro de lo esperado teniendo en cuenta los conocimientos que este posea en el área, es decir, en termodinámica. El problema en este sentido no posee todos los datos de manera explícita para su resolución, en lugar de ello, partiendo de las hipótesis diseñadas por el estudiante, este debe inferir las condiciones finales del proceso, para así generar una serie de demostraciones matemáticas que le permitan comprobar o descartar dichas hipótesis.

Conviene aquí aclarar que el uso de este tipo de problemas permite que estudiante tenga una interacción constante entre teoría, para la formulación de hipótesis; práctica, para la ilustración del experimento narrado; y de razonamiento matemático, para formular diversos planteamientos matemáticos de la comprobación o descarte de sus hipótesis.

Con lo mencionado anteriormente, el ítem 4, se puede evaluar desde diferentes aspectos para la evaluación de conocimientos conceptuales; así, se presenta la valoración realizada de los grupos conceptuales presentados en la Tabla 5, para la que, al final, aparece la barra valoración que atiende a un promedio de los resultados en las categorías ya detalladas previamente:



**Figura 7**  
Valoración por Grupos Conceptuales de ítem 4 en PE



Fuente: *Autora.*

Para la calificación del ítem 4 se observa que todos los grupos conceptuales se encuentran en una valoración muy baja, teniendo en cuenta lo propuesto en las rúbricas de evaluación de dominio conceptual y razonamiento matemático (Tabla 6 y 7, respetivamente).

En detalle, el primer grupo conceptual en orden creciente de puntaje, fue el de PM <planteamiento matemático>, perteneciente al indicador de RM <razonamiento matemático>, esto debido a que solamente uno de los estudiantes formuló planteamientos matemáticos para la resolución del problema, sin embargo lo realizó de manera errónea; el siguiente grupo fue el denominado CL <calor latente>, para dicha valoración se formuló el ítem 4b, en el que se solicitó a los estudiantes identificar datos erróneos en el enunciado y argumentar, puesto que el enunciado poseía un error intencionado en el CL de uno de los materiales involucrados, como

respuesta a este ítem, algunos estudiantes identificaron un error en el CL, sin embargo, en su argumentación no había claridad con respecto a dicha afirmación. La siguiente tabla presenta los argumentos planteados por los estudiantes al identificar el CL como dato erróneo:

**Tabla 9**  
*Respuestas que identificaron el CL como dato erróneo*

<b>ESTUDIANTE</b>	<b>ARGUMENTO</b>
<b>E4</b>	“...En segundo lugar las unidades en las que se encuentra el calor latente de fusión del hielo no son las correctas, ya que en realidad son ‘cal/(g*°C)’, principalmente por la ausencia de una temperatura (°C, °K, °F).”
<b>E6</b>	“el calor latente de vaporización del agua es muy alta y debería ser menor”
<b>E13</b>	“Calor latente de fusión? Tal vez no existe”
<b>E14</b>	“Creo que el dato de calor latente de fusión del hielo ya que sus unidades están en cal/g pero con base en el calor latente de vaporización del agua esta en cal/g*c”

Fuente: Autora.

Teniendo en cuenta que el dato erróneo que debían identificar los estudiantes en el enunciado era el CL de vaporización del agua, ningún estudiante respondió de manera correcta, el estudiante E4, en la primera parte de su argumento identifica de manera acertada que el CL es el dato erróneo, sin embargo, se refiere al CL de fusión del hielo debido a que este dato no posee la unidad de temperatura, lo cual denota que, el estudiante no es consciente de que la temperatura permanece constante durante un cambio de fase y por tanto, la magnitud en estudio no depende de la temperatura; en cuanto al estudiante E6, este identifica el dato erróneo, pues afirma que es el CL de vaporización del agua, sin embargo, su argumento carece de fundamentos, pues refuta la magnitud del dato y no sus unidades; por su parte E13 tiene duda de la existencia del concepto de CL; por último, E14 tiene un argumento similar al estudiante E4, es decir, tampoco tiene en consideración que el CL es una unidad que no depende de la temperatura.

Continuando con los resultados expuestos de la Figura 7, en orden creciente, el siguiente grupo conceptual es el C <calor>, para el ítem 4a y 4c, se esperaba que los estudiantes en primer lugar formularan hipótesis con respecto a este término y en segundo lugar generaran planteamientos involucrándolo, sin embargo, solamente cuatro estudiantes hicieron alusión a este concepto, de esta manera se presentan las siguientes respuestas:

**Tabla 10**  
*Respuestas que aluden al concepto C*

<b>ESTUDIANTE</b>	<b>ALUSIÓN AL CONCEPTO DE CALOR</b>
<b>E10</b>	“El vapor va a transferir su energía hacia el hielo derritiéndolo”
<b>E11</b>	“... creo que en este caso, el recipiente de aluminio no permitirá un traspaso de energía calórica si no que la temperatura de las sustancias se mantendra dentro del mismo.”
<b>E13</b>	“El hielo absorbe calor puesto que tiene una temperatura menor que el vapor de agua, es decir el vapor le transfiere energía en forma de calor al cuerpo más ‘frío”
<b>E16</b>	“Para poder introducir vapor de agua el recipiente debe ser hermético, para que se pueda contener el vapor de agua y así transferir energía calórica ala nieve haciendo que esta aumente su temperatura haciendo que cambie de fase...”

Fuente: Autora.

En la tabla se observa que los estudiantes E10 y E16, usaron los términos “transferir energía” y “transferir energía calórica”, que hacen alusión al calor sin hacer mención del concepto de manera explícita, además se observa que, dentro de sus explicaciones interpretan que la transferencia se da de un cuerpo de mayor energía a uno de menor energía, pues E10 afirma que el vapor (cuerpo de mayor temperatura) transfiere energía al hielo (cuerpo de menor temperatura); E10 escribió que, el vapor de agua (cuerpo de mayor temperatura) transfiere energía calórica a la nieve (cuerpo de menor temperatura). Por otro lado, el estudiante E11 también se refiere al calor sin hacer mención al mismo, sin embargo, se refiere al recipiente de aluminio como un aislante térmico y no tiene en consideración que el recipiente

también hace parte del proceso y por tanto también se involucra en la transferencia de energía.

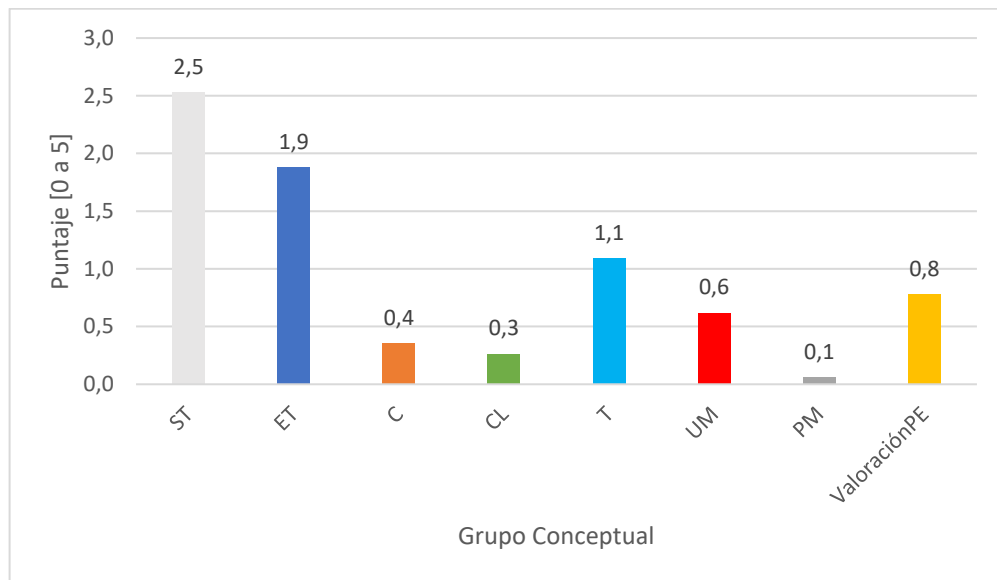
Por su parte, el estudiante E13 menciona el concepto de calor, sin embargo, usa términos como “absorbe calor” y “transfiere energía en forma de calor” que podrían indicar que el estudiante interpreta el calor como una forma de energía. Además, la respuesta de E13 denota una convergencia entre el lenguaje cotidiano y el científico, lo cual es expuesto por Domínguez et al. (1998), quienes mencionan que los estudiantes, a partir del lenguaje y de las experiencias cotidianas construyen descripciones y explicaciones acerca del comportamiento de cuerpos “calientes” o fríos, esto como consecuencia de la dualidad del término de “calor”, pues este es usado tanto en el lenguaje común, como en el científico (citado por Dumrauf y Cordero, 2004).

Para las demás valoraciones presentadas en la Figura 7, el término más utilizado para dar explicaciones acerca del fenómeno presentado en el ítem 4, el grupo conceptual más utilizado es el concepto de temperatura y asociado a ello, diferentes estudiantes se refirieron al equilibrio térmico; el puntaje medio de los estudiantes en la PE fue de 0,9 un puntaje muy bajo, teniendo en consideración que la escala se encuentra dada entre 0,0 y 5,0.

#### 6.1.2.3. Valoración general de los grupos conceptuales en PE

Reuniendo los resultados de los ítems 1, 2, 3, y 4 de la prueba de entrada, se presenta una valoración general por grupo conceptual, obteniéndose:

**Figura 8**  
Valoración promedio de cada grupo conceptual en la PE



Fuente: Autora.

Para la PE se observa que, el grupo conceptual con valoración más alta es el que contempla los ST < sistemas termodinámicos >, perteneciente al indicador DC < dominio conceptual >; mientras el más bajo es el de PM < planteamiento matemático >, perteneciente al indicador de RM < razonamiento matemático >. Además, tanto ST como ET, se encuentran en una valoración baja, mientras los demás grupos conceptuales (C, CL, T, UM, PM) tienen una valoración muy baja.

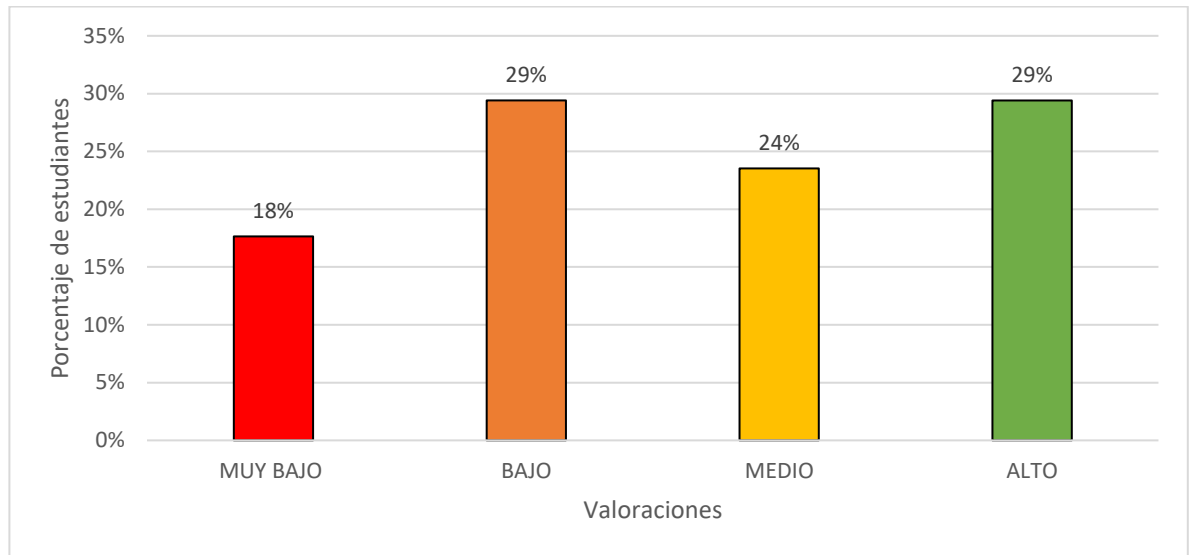
En suma, la valoración total promedio de la PE también se encuentra en una valoración muy baja.

## 6.2. CONOCIMIENTOS CONCEPTUALES EN LA PRUEBA DE SALIDA

Para la evaluación de conocimientos conceptuales de los estudiantes en la Prueba de Salida (PS), se tomaron en cuenta los mismos criterios y grupos conceptuales presentados en las Tablas 5, 6 y 7. Teniendo esto como punto de partida, en la

Figura 9 se presentan las valoraciones obtenidas por los estudiantes en la prueba de salida:

**Figura 9**  
*Valoraciones de los estudiantes en PS*



Fuente: Autora.

Se observa que, el 18 % de los estudiantes continúa en una valoración muy baja, el 29 % en una valoración baja, y el 24 % y 29 % de los estudiantes obtuvieron una valoración media y alta.

De las pruebas de salida se resalta el desarrollo de planteamientos matemáticos, destacándose que la totalidad realizaron al menos un planteamiento matemático, como ejemplo de ello, el estudiante E11 (Ilustración 1), determinó matemáticamente el calor específico de un material desconocido, para luego determinar su identidad por la comparación contra valores teóricos.

### Ilustración 1

Planteamiento matemático para ítem 2 PS

$$Q_{ad} = -Q_{ced}$$

$$250_{g\text{H}_2\text{O}} * \frac{1\text{ cal}}{g\text{ }^\circ\text{C}} * (20^\circ\text{C} - 10^\circ\text{C}) + 100_{g\text{Al}} * 0,2150 \frac{\text{cal}}{g\text{ }^\circ\text{C}} * (20^\circ\text{C} - 10^\circ\text{C}) =$$

$$- \left( 50_{g\text{Cu}} * 0,0924 \frac{\text{cal}}{g\text{ }^\circ\text{C}} * (20^\circ\text{C} - 80^\circ\text{C}) + 70_{g\text{X}} * C_e * (20^\circ\text{C} - 100^\circ\text{C}) \right)$$

$$250 \frac{\text{cal}}{g} * 10^\circ\text{C} + 215 \frac{\text{cal}}{g} * 10^\circ\text{C} = - \left( 4,62 \frac{\text{cal}}{g} * -60^\circ\text{C} + 70 C_e * -80^\circ\text{C} \right)$$

$$2500\text{ cal} + 215\text{ cal} = - \left( -277,2\text{ cal} - 5600_{g\text{ }^\circ\text{C}} C_e \right)$$

$$\frac{2500\text{ cal} + 215\text{ cal}}{5600_{g\text{ }^\circ\text{C}}} = C_e$$

$$\frac{2715\text{ cal}}{5600_{g\text{ }^\circ\text{C}}} = C_e$$

$$C_e = 0,436 \frac{\text{cal}}{g\text{ }^\circ\text{C}}$$

Beñito

Fuente: E11

De la Ilustración 1, se destaca el hecho de que, E11, tiene en consideración diferentes grupos conceptuales, como: Calor, Calor Latente, Temperatura, además de emplear apropiadamente la mayoría de las unidades de medida.

Cabe anotar que el ítem 1 de la PS, fue diseñado con la misma intencionalidad que el ítem 4 de la PE, es decir un problema abierto en el que era posible formular diferentes hipótesis, susceptibles a ser comprobadas por medio de los planteamientos teóricos y matemáticos de los estudiantes. De lo anterior, se denota el hecho de que todos los estudiantes formularon al menos una hipótesis para la resolución del problema y todas las hipótesis consideraron el equilibrio térmico, tanto de manera explícita como de manera implícita, a continuación, se ejemplifican algunos casos de argumentaciones efectuadas por los estudiantes para el ítem 1.

**Tabla 11**

Hipótesis Planteadas por estudiantes para ítem 1 PS

Estudiante	Hipótesis
E1	"Hipótesis 1. Todo el agua pasa a vapor" "Hipótesis 2. Parte del agua se evapora y otra queda líquida"
E4	"Supuesto: $100^\circ\text{C} = T_f$ "
E14	"Pueden haber 3 hipótesis posibles 1. Que el agua y $T_f$ sea menor a $100^\circ\text{C}$ " E1.

- 
2. Que una parte del agua hierva y una parte del agua se evapore a  $100^{\circ}\text{C}$
  3. Que todo el agua y se evapore a  $100^{\circ}\text{C}$  o más”
- 

Fuente: Autora.

Cabe mencionar que, en todas las hipótesis planteadas, la Temperatura es la variable que más utilizan los estudiantes.

Continuando con los grupos conceptuales, el grupo ST < sistemas termodinámicos >, se observa en todos los planteamientos matemáticos realizados por los estudiantes debido a que todos consideran los diferentes componentes de los sistemas expuestos en cada problema, lo que a su vez es evidente también en la formulación de algunas hipótesis para el ítem 1; como ejemplo de esto, el estudiante E13 incluye el recipiente contenedor como parte relevante para la formulación de hipótesis:

“En este caso no habría un cambio de fase o estado y el agua y la olla tendrían la misma T” E13

Para terminar, cabe destacar que los estudiantes realizaron planteamientos matemáticos para la comprobación o descarte de hipótesis, de acuerdo con los conocimientos que estos poseen respecto a la termodinámica, de esta manera en la Ilustración 2 se observa el descarte de una de las hipótesis formuladas por el estudiante E4, que, en palabras del estudiante, se genera un resultado “No coherente” (E4), haciendo alusión a la coherencia de los resultados.



## Ilustración 2

### Planteamiento matemático para ítem 1 PS

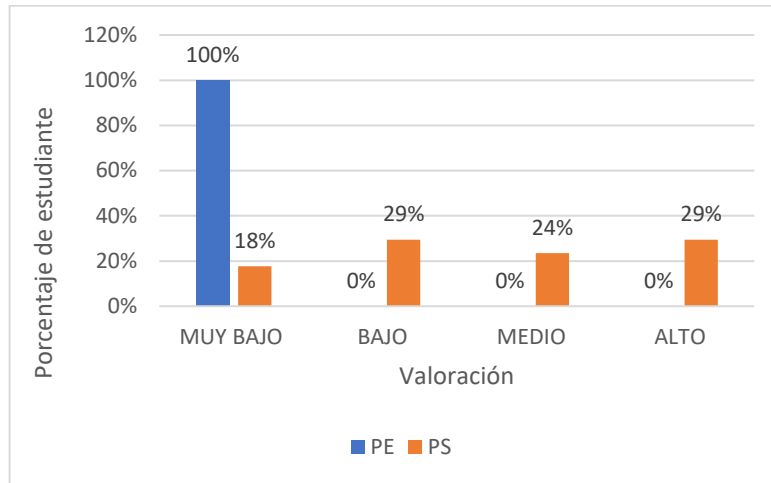
$$\begin{aligned} &\Rightarrow 100 \frac{\text{cal}}{^{\circ}\text{C}} \cdot (T_F - 25^{\circ}\text{C}) + 54000 \text{ cal} + 50 \frac{\text{cal}}{^{\circ}\text{C}} \cdot (T_F - 100^{\circ}\text{C}) = \\ &\quad - \left( 184.8 \frac{\text{cal}}{^{\circ}\text{C}} \cdot (T_F - 150^{\circ}\text{C}) \right) \checkmark \\ &T_F \frac{100 \text{ cal}}{^{\circ}\text{C}} - 2500 \text{ cal} + 54000 \text{ cal} + T_F \frac{50 \text{ cal}}{^{\circ}\text{C}} - 5000 \text{ cal} = \\ &\quad - \left( 184.8 \frac{\text{cal}}{^{\circ}\text{C}} - 27720 \text{ cal} \right) \checkmark \\ &T_F \left( \frac{100 \text{ cal}}{^{\circ}\text{C}} + \frac{50 \text{ cal}}{^{\circ}\text{C}} + \frac{184.8 \text{ cal}}{^{\circ}\text{C}} \right) \checkmark = \frac{27720 \text{ cal} + 2500 \text{ cal} - 54000 \text{ cal}}{+ 5000 \text{ cal}} \\ &T_F \frac{334.8 \text{ cal}}{^{\circ}\text{C}} = -18,780 \text{ cal} \\ &T_F = \frac{-18,780 \text{ cal}}{\frac{334.8 \text{ cal}}{^{\circ}\text{C}}} \checkmark \\ &T_F = -0.056^{\circ}\text{C} \times \text{No coherente} \quad \underline{\text{OK}} \end{aligned}$$

Fuente: E4

### 6.3. COMPARATIVO DE CONOCIMIENTOS CONCEPTUALES EN PE Y PS

Haciendo un comparativo de los valores obtenidos para la PE y PS, se observa en la Tabla 11 que todos los resultados de los estudiantes en la PE tuvieron una valoración “muy baja”, obteniéndose un promedio de 0,8 en el puntaje de dicha prueba, mientras que respecto a la prueba de salida, el promedio de resultados se encuentra en una valoración “media”, lo que habla de una mejoría notable en lo referente a la categoría Conocimientos de orden conceptual, muy acorde con la implementación de la estrategia de intervención sobre el grupo objetivo.

**Figura 10**  
Comparativo de valoraciones de PE y PS



Fuente: Autora.

### 6.3.1. Prueba t para datos apareados

Además de los anteriores análisis, se decidió por efectuar una prueba estadística para determinar si, con un pertinente grado de confiabilidad, había una diferencia significativa entre las medias de los resultados de la prueba de entrada y de salida, para lo cual se efectuó una prueba t para datos apareados, que generó los resultados que se resumen en la tabla continuación:

**Figura 11**  
Prueba t para datos apareados

Prueba t para medias de dos muestras emparejadas		
	PE	PS
Media	0,8	3,0
Varianza	0,1	1,5
Observaciones	17	17
Coefficiente de correlación de Pearson	0,582	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	16	
Estadístico t	-8,550	
P(T<=t) una cola	0,000	
Valor crítico de t (una cola)	1,746	
P(T<=t) dos colas	0,000	
Valor crítico de t (dos colas)	2,120	

En virtud de que el valor absoluto del estadístico de prueba rebasa en gran medida el estadístico crítico, se puede concluir que, con un 95 % de nivel de confiabilidad existe una diferencia estadísticamente significativa, muy a favor de la prueba de salida, lo que se puede explicar en términos de la efectividad del ejercicio de intervención sobre el grupo objetivo, desde la aplicación de la estrategia de Flipped Classroom.

#### 6.4. EVALUCIÓN DE HABILIDADES CIENTÍFICO-INVESTIGATIVAS

Para la evaluación de habilidades científico-investigativas se utilizaron 2 instrumentos: PE y el Informe de Laboratorio. Además, algunas de las habilidades evaluadas fueron seleccionadas como macrohabilidades, pues estas engloban algunas otras habilidades dentro de lo consultado en la literatura. De esta manera, en los siguientes apartados se hace una descripción de las habilidades seleccionadas y se indican las categorías, criterios, resultados y análisis de cada evaluación:

##### 6.4.1. Evaluación de habilidades en PE

Los resultados que se muestran en la siguiente tabla fueron generados a partir de la rúbrica de evaluación mostrada en el Anexo 13, basada en la investigación realizada por Castillo (2016).

También es de anotar que la evaluación de las habilidades científico-investigativas en la PE se hizo en el ítem 4, que era un problema de carácter abierto en el que se tuvieron en cuenta los aspectos que se relacionan a continuación:

**Tabla 12**  
*Aspectos Evaluados por Indicador de Habilidades Científico-Investigativas*

<b>Indicador</b>	<b>Aspectos o microhabilidades evaluados</b>
Formulación de hipótesis (UNESCO, 2016)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Realiza posibles explicaciones lógicas que explican las causas o efectos de un fenómeno, están sujetos a comprobación mediante evidencias.</li> </ul>

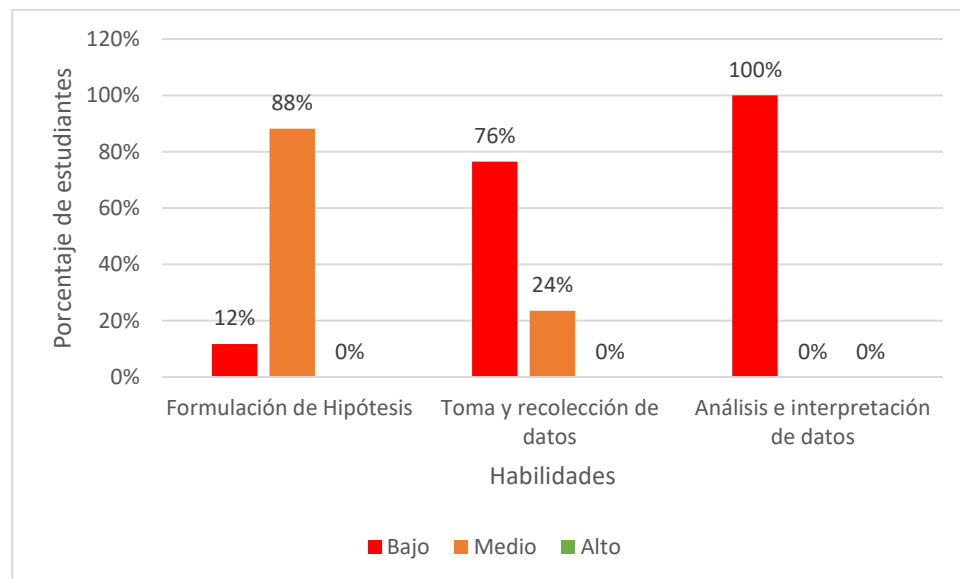
Toma y Recolección de datos (UNESCO, 2016)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Extrae los datos del problema</li> <li>• Dibuja esquemas o representaciones para comprender el ejercicio.</li> </ul>
Análisis e interpretación de datos (UNESCO, 2016)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprueba o descarta hipótesis</li> <li>• Se comunica adecuadamente.</li> </ul>

Fuente: Autora.

Teniendo como base tal orientación, a continuación, se presentan los resultados derivados de la evaluación de habilidades científico-investigativas para el ítem 4 de las PE:

**Figura 12**

*Valoración de habilidades científico-investigativas en PE*



Fuente: Autora.

De la habilidad de formulación de hipótesis se observa que el 88 % de los estudiantes tienen una valoración media, esto debido a que la mayoría formularon al menos una hipótesis, sin embargo, en términos generales estas no poseen suficiente profundización o presentan escaso fundamento teórico, la valoración media de esta habilidad está relacionada con las explicaciones sobre la causa y efecto que permiten el problema, sin embargo, es evidente que el grupo de estudiantes no logra aplicarlos para la resolución de dicha explicación. A

continuación, se muestran algunas de las respuestas catalogadas con valoración media para este indicador.

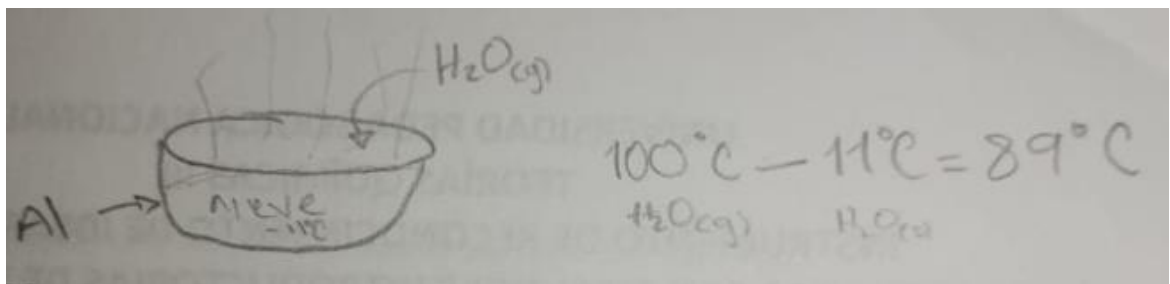
- “Con la nieve se derretirá por la temperatura del vapor de agua que se le suministró, el vapor se condensará una parte y se volverá agua líquida” (E9)
- “-El hielo se sublima y se convierte en agua  
-El vapor aumenta” (E6)

De esta manera, se observa que tanto los estudiantes E9 y E6 tratan de describir los fenómenos que ocurrirán después de la interacción propuesta en el ítem 4, pero no hay información adicional acerca de las variables del problema, por tanto, sus explicaciones se limitan a descripciones.

En cuanto a la toma y recolección de datos, el 71 % de los estudiantes tienen una valoración baja, debido a que la mayoría de los estudiantes no extrajeron datos del problema y, por tanto, solamente se enfocaron en dar solución al problema de manera cualitativa; por su parte, el 29 % de los estudiantes extrajeron datos del problema, pero no los usaron para intentar resolverlo, lo que en alguna medida fue similar a lo ocurrido con las representaciones bajas:

### Ilustración 3.

Representación gráfica del ítem 4



Fuente: E16

Por su parte el estudiante E16 extrajo datos del problema y realizó una representación gráfica del problema, pero no lo utilizó para la resolución de este.

Para el caso de análisis e interpretación de datos, ningún estudiante generó soluciones al problema, ni usó los datos de este, por tal motivo, el 100 % de los estudiantes obtuvieron una valoración baja en este indicador.

#### 6.4.2. Evaluación de habilidades en Informe de Laboratorio

Para la evaluación de habilidades científico-investigativas, se realizó una adaptación de la rúbrica de evaluación empleada por Castillo (2016), la cual es visible en el Anexo 14. Además de lo anterior, cabe mencionar que los aspectos seleccionados y las microhabilidades evaluadas se presentan en la Tabla 13:

**Tabla 13**

*Aspectos por indicador de Habilidades científico-investigativas en Informe de laboratorio*

<b>Indicador</b>	<b>Aspectos evaluados</b>
Formulación de hipótesis (UNESCO, 2016)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realiza posibles explicaciones lógicas que describen las causas o efectos de un fenómeno.</li> </ul>
Toma y Recolección de datos (UNESCO, 2016)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realiza diagramas/esquemas de los procedimientos a realizar en el laboratorio.</li> <li>• Realiza tablas para suministrar los datos recolectados en el laboratorio</li> <li>• Realiza observaciones y/o esquemas que describen los hechos que se dieron durante la práctica.</li> <li>• Contiene referencias bibliográficas de fuentes fiables de información (Revistas científicas, libros, artículos, etc.)</li> </ul>
Análisis e interpretación de datos (UNESCO, 2016)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Establece patrones, descubrimientos y descripciones y/o explicaciones.</li> <li>• Resolución de problemas no rutinarios.</li> <li>• Comunicación</li> <li>• Relaciona la literatura consultada con los resultados de la experimentación.</li> </ul>

Fuente: Autora.

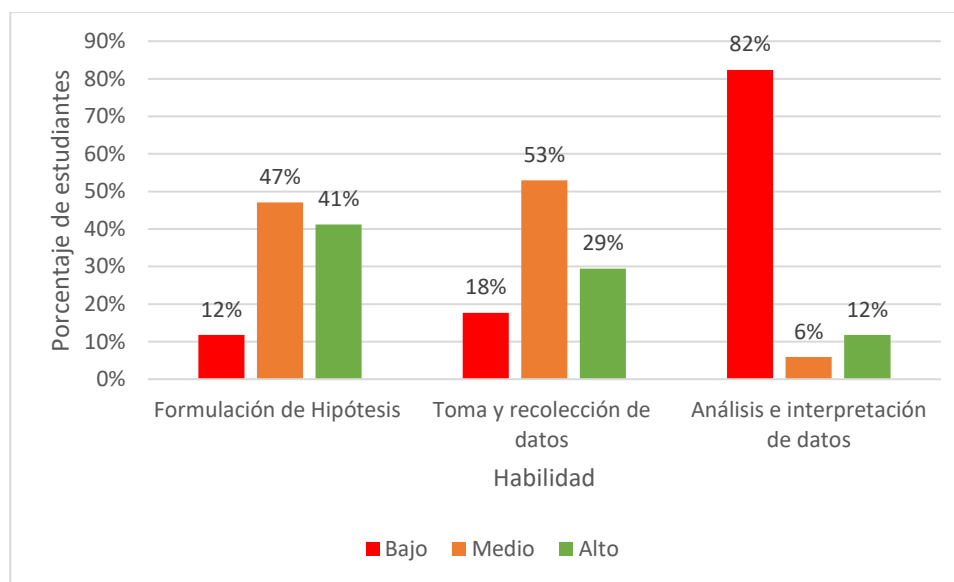
También es conveniente hacer referencia a que la práctica de laboratorio fue diseñada de tal manera que se permitiera la interacción entre grupos de laboratorio, siendo necesario aclarar que en dicha experiencia, todos los grupos tenían 5

experiencias posibles en las que podían observar lo aprendido durante las sesiones sincrónicas y apoyarse en los materiales audiovisuales, de tal manera que se hizo una selección al azar de las actividades que podían realizar, las prácticas para el grupo en general son observables en el Anexo 5.

De los informes de laboratorio se obtuvieron los siguientes resultados:

**Figura 13**

*Evaluación de habilidades científico-investigativas en informe de laboratorio*



Fuente: Autora.

Para los resultados de la evaluación de habilidades científico-investigativas se observa que la mayoría de los estudiantes se encuentra en una valoración media y alta en la que se observa una inclusión de conceptos diferentes a la temperatura:

- “En relación de las sustancias habrá uno que cede calor, en este caso es la energía destilada a 50°C y otro que absorbe el calor, lo cual le corresponde al agua destilada fría” (E14).

Es importante explicar que, si bien aún se observan algunas falencias a nivel conceptual en el enunciado proporcionado por E14, también se observa una explicación susceptible a ser verificada en el laboratorio, en la que se puede

observar que además de la variable temperatura, el estudiante tiene en cuenta el calor como una variable relevante para su hipótesis, de igual manera se evidencia la distinción entre la variable temperatura y calor.

Para la habilidad de toma y recolección de datos, se puede notar que únicamente el 18 % de los estudiantes presentan una valoración baja, debido principalmente a la ausencia de representaciones gráficas en el procedimiento y a la baja presencia de referencias bibliográficas por el grupo intervenido.

El análisis e interpretación de resultados sigue presentando una elevada cantidad de estudiantes en valoración baja, esto debido a que, si bien se observa un correcto desarrollo de problemas no rutinarios (ilustración 4), también se observa poca relación entre la teoría y lo observado en la práctica, además de una baja profundización en las explicaciones aportadas (ilustración 5).

#### Ilustración 4.

*Cálculos para la calibración del calorímetro en Informe de Laboratorio*

Calibración de un calorímetro

$$Q_{\text{absorbido}} + Q_{\text{cedido}} = 0$$

$$Q_{\text{agua caliente}} - Q_{\text{agua fría}} + Q_{\text{calorímetro}} = 0$$

$$Q_{\text{absorbido}} = -Q_{\text{cedido}}$$

$$Q_{\text{agua fría}} + Q_{\text{calorímetro}} = -Q_{\text{agua caliente}}$$

$$(m_{\text{agua fría}})(C_e \text{ agua})(\Delta T) + (C_{\text{cal}})(\Delta T) = -[(m_{\text{agua caliente}})(C_e \text{ agua})(\Delta T)]$$

$$(40.036 \text{ g})(1 \text{ cal/g} \cdot ^\circ\text{C})(32^\circ\text{C} - 21^\circ\text{C}) + (C_{\text{cal}})(32^\circ\text{C} - 21^\circ\text{C}) = -[(40.263 \text{ g})(1 \text{ cal/g} \cdot ^\circ\text{C})(32^\circ\text{C} - 50^\circ\text{C})]$$

$$(40.036 \text{ cal} \cdot ^\circ\text{C})(11^\circ\text{C}) + (C_{\text{cal}})(11^\circ\text{C}) = -[(40.263 \text{ cal} \cdot ^\circ\text{C})(-18^\circ\text{C})]$$

$$440.396 \text{ cal} + C_{\text{cal}}(11^\circ\text{C}) = 724.734 \text{ cal}$$

$$C_{\text{cal}} = 724.734 \text{ cal} - 440.396 \text{ cal} / 11^\circ\text{C}$$

$$C_{\text{cal}} = 25.848 \text{ cal}/^\circ\text{C}$$

Fuente: E10.

#### Ilustración 5.

*Análisis realizado por el estudiante E10.*

Se pudo comprobar que en la mayoría de los casos la disolución de un soluto en un disolvente produce cambios de calor que pueden medirse y esto lo comprobamos en el cambio de la temperatura del experimento 2. lo mismo ocurre con las reacciones de neutralización. También usando la ley del calor se determina el valor de la constante de un calorímetro.

Fuente: E10.

Por su parte, para el análisis también fueron observadas respuestas como la otorgada por E14:



### Ilustración 6.

*Análisis de resultados realizado por E14.*

Cuando se realiza la mezcla entre las dos soluciones de NaOH y HCl, podemos observar en los datos que obtuvimos, que ambos reactivos partieron de unas temperaturas similares a las del ambiente, y que al reaccionar, la temperatura se eleva hasta los 28°C. La causa de esto es que en al romperse los enlaces en los reactantes, se libera una cantidad de energía, que luego cuando se forman los productos no es consumida en su totalidad y por lo tanto es transferido al medio en forma de calor. Esto indicaría que esta neutralización es una reacción exotérmica.

Fuente: E14.

Para el que se observa una alusión al concepto de energía interna y una búsqueda en la literatura para dar una explicación que muestre relación entre la teoría y la práctica.

### **6.5. EVALUACIÓN DE ACTITUDES HACIA EL APRENDIZAJE POR MEDIO DEL LABORATORIO DE CIENCIAS ORIENTADO POR LAS FLIPPED CLASSROOM**

La evaluación de actitudes hacia el aprendizaje centrado en el laboratorio y orientado por las flipped classroom se llevó a cabo por medio de un instrumento tipo escala Likert. Esta escala consiste en una serie de proposiciones declarativas que son evaluadas por los participantes en una escala que va desde el total desacuerdo (TD) hasta el total acuerdo (TA). A cada categoría de valoración se le asigna un valor numérico con el fin de obtener una puntuación total, resultado de la suma de los valores asignados por el participante a cada uno de los ítems, para de esta manera ordenar o clasificar a los sujetos de menor a mayor agrado con respecto a la actitud analizada (Barroso y Cabero, 2010; citados por Reyes et al, 2015).

Para evitar errores en el cuidado para responder la prueba a la hora de responder, se redactaron enunciados en forma positiva y en forma negativa. Con respecto a lo anterior, los valores numéricos asignados para cada categoría en la escala son:

**Tabla 14**  
*Valoración numérica por Categoría de escala tipo Likert*

<b>Categoría de la escala</b>	<b>Valoración numérica para Ítems positivos</b>	<b>Valoración numérica para Ítems negativos</b>
Total Desacuerdo (TD)	1	5
Mediano Desacuerdo (MD)	2	4
Mediano Acuerdo (MA)	3	3
Acuerdo (A)	4	2
Total Acuerdo (TA)	5	1

Fuente: Autora.

Teniendo en cuenta lo anterior, los ítems redactados en forma positiva para la encuesta fueron (3, 5, 6, 7, 8, 9) y los ítems redactados en forma negativa (1, 2, 4); además, cada pregunta responde a una de las categorías ya enunciadas (Cognitivo, afectivo y conductual), como se ilustra en la siguiente tabla:

**Tabla 15**  
*Clasificación de ítems en encuesta con escala Likert*

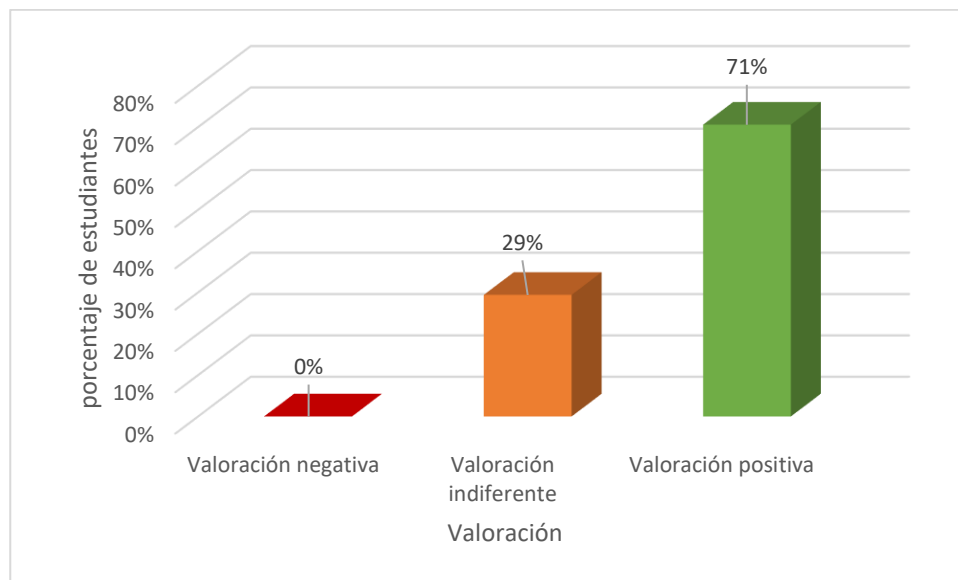
<b>Variables</b>	<b>Descripción</b>	<b>Ítems</b>
Cognitivo	Enfocado en la relación entre el campo de estudio de los estudiantes y el laboratorio.	1, 5.
Afectivo	Relacionado con los interés y gustos de los estudiantes respecto al laboratorio tradicional y el orientado por las flipped classroom.	4, 6, 9.
Conductual	Relacionado a las acciones del estudiante dentro del laboratorio.	2, 3, 7, 8.

Fuente: Autora.

Con base en lo anterior, Pliego *et al.* (2003) realizaron una clasificación con el siguiente criterio de división en subintervalos según la puntuación media de cada proposición, PM: valoración negativa: ( $1.00 < PM \leq 2.33$ ); valoración indiferente ( $2.33 < PM \leq 3.67$ ); y valoración positiva ( $3.67 < PM \leq 5.00$ ), de acuerdo con estos criterios se obtuvieron los siguientes resultados:

**Figura 14**

*Clasificación de Actitudes frente al laboratorio orientado por las Flipped Classroom*

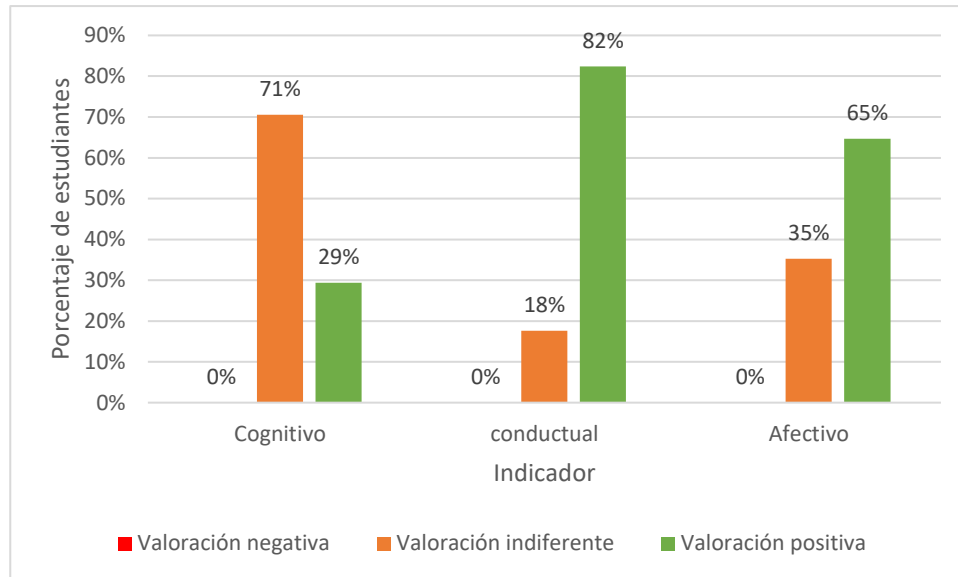


**Fuente:** Autora.

En la figura 14 se observa el porcentaje de estudiantes que se encuentran clasificados en cada subindicador, de lo que se extrae que, ningún estudiante tuvo una valoración negativa respecto al aprendizaje centrado en el laboratorio y orientado por las flipped classroom, mientras que el 29 % tiene una valoración indiferente, por último, la mayoría de los docentes en formación tuvo una valoración positiva respecto a la estrategia, siendo este grupo el 71 % de la población participante.

En cuanto a la clasificación por indicador se observa lo que se muestra en el siguiente diagrama de barras:

**Figura 15**  
*Valoración de estudiantes por categoría*



Fuente: Autora.

De la Figura 15 se evidencia que para el indicador cognitivo no hay ninguna valoración negativa, mientras que el 71% de los estudiantes tiene una valoración indiferente y el 29% de los estudiantes tienen una valoración positiva. Con respecto al indicador conductual, el 14% tienen una valoración indiferente y el 82% de los estudiantes tienen una valoración positiva; para finalizar, en el indicador afectivo, el 35% de los estudiantes tienen una valoración indiferente y el 65% de los estudiantes una valoración positiva.

Los resultados en los indicadores afectivo y conductual revelan que la mayoría de los estudiantes poseen actitudes positivas frente a las acciones que se llevan a cabo mediante el aprendizaje centrado en el laboratorio y orientado por la flipped classroom, de igual forma, poseen sentimientos favorables a favor de la misma.

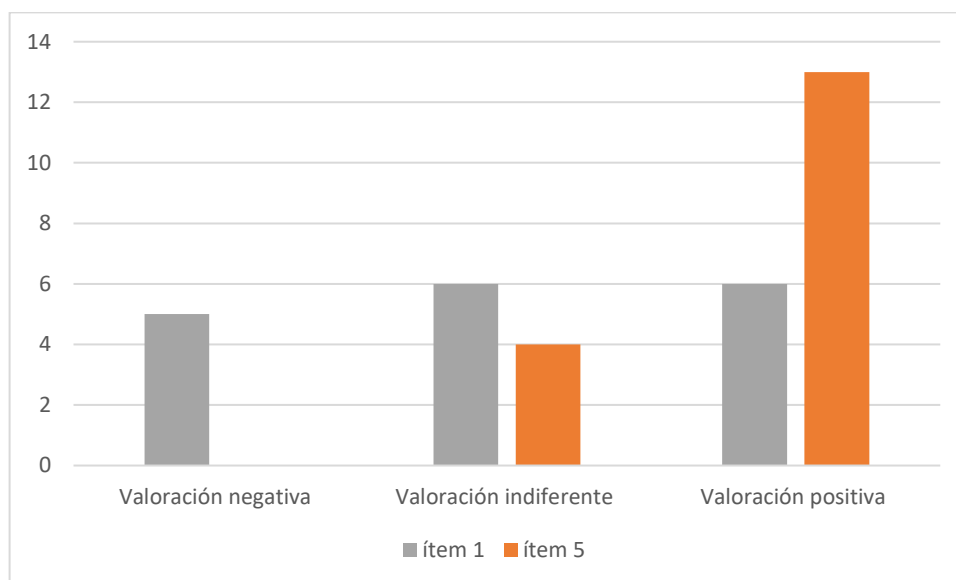
Los resultados observados en el indicador cognitivo se pueden explicar por la naturaleza de los ítems, en razón a que en ellos se hizo referencia a los

laboratorios de corte demostrativos y los estudiantes fueron en alguna medida formados desde esta modalidad de trabajo; en tal sentido, el valor de los laboratorios así sea demostrativos sigue imperando, pues el estudiante asigna un significativo valor a la práctica, así esta sea orientada desde prácticas de laboratorio muy cerradas.

Para reiterar lo afirmado conviene revisar el ítem 1: *Considero que las habilidades adquiridas en prácticas demostrativas de cursos anteriores o en el colegio han satisfecho mis expectativas, en términos de consolidar mi conocimiento de química.*

Por su parte, para el ítem 2 de la categoría cognitiva, mientras que el segundo ítem evaluado en el indicador cognitivo (número de ítem 5), se tuvo en consideración las actitudes de los estudiantes frente a la relación entre los conocimientos en su área de estudio con los laboratorios orientados por las flipped classroom:

**Figura 16**  
*Valoraciones por ítem cognitivo*



Fuente: Autora.

Los resultados apuntan a que en este caso el puntaje obtenido en el primer reactivo, en alguna medida ‘arrastra’ el promedio hacia la valoración indiferente. Los resultados son coherentes con las afirmaciones de Gargallo et al. (2011), quienes refieren que cuando los docentes emplean planteamientos en la búsqueda de aprendizajes y emplean metódicas pertinentes de enseñanza y evaluación, promocionan actitudes favorables en los estudiantes, caso contrario a lo que se obtiene cuando los docentes se centran en la enseñanza o cuando se soportan en estrategias basadas en metodologías de corte expositivo sin otras opciones, en las que sobresale el examen final como evaluación definitiva y contundente.

### 6.6. Diseño de Programa Guía de Actividades (PGA)

Para el diseño y estructuración del PGA, se tuvieron en cuenta las evaluaciones realizadas a lo largo de la presente investigación (conocimientos conceptuales, Habilidades científico-investigativas y actitudes hacia el aprendizaje centrado en el laboratorio y orientado por las flipped classroom), así como el diseño de las actividades propuesto por Martínez y Gil (1987); de esta manera, se plantearon 3 Unidades, compuestas por actividades de iniciación, desarrollo y acabado.

Por otra parte, se implementaron nuevas actividades que giraban en torno al mejoramiento de una serie de categorías que se ilustran en la siguiente tabla.

**Tabla 16**  
*Mejorías puestas en consideración para la modificación del PGA*

<b>Categoría</b>	<b>Aspecto para mejorar</b>
Conocimientos Conceptuales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificación y disminución de las explicaciones cotidianas para la interpretación de fenómenos termodinámicos.</li> </ul>
Habilidades científico-investigativas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificación de variables en la observación e interpretación de fenómenos termodinámica.</li> <li>• Desarrollo del lenguaje científico.</li> <li>• Búsqueda de fuentes de información primaria.</li> </ul>

---

Actitudes hacia el aprendizaje centrado en el laboratorio y orientado por las flipped classroom

---

- Incremento en la relación de conocimientos teóricos, con los experimentales.

Fuente: Autora.

A modo de resultado de todo el proceso el PGA, es observable en el anexo 9.

## 7. CONCLUSIONES

En la presente investigación se reorientó con éxito la propuesta de enseñanza centrada en el laboratorio y orientada bajo estrategia Flipped Classroom sobre el grupo de Teorías Químicas III que en el primer semestre de 2022 estaba cursando este espacio académico, para la enseñanza de concepciones introductorias a la termodinámica.

En términos generales, una vez implementada la secuencia de enseñanza, se evidenció un avance significativo en lo referente a la utilización y dominio de elementos conceptuales propios de la termodinámica y relacionados con el intercambio de calor entre dos cuerpos que se mezclan, pero que inicialmente tienen diferentes temperaturas, lo que se demuestra en las argumentaciones de los informes y en la prueba de salida, lo que es evidente de las amplias diferencias de las pruebas de entrada y salida.

También se evidenció que los estudiantes del grupo objeto de estudio mostraron a grandes rasgos, tanto actitudes favorables hacia la utilización del flipped classroom como recurso complementario para el trabajo experimental, así como en términos de la articulación con las clases presenciales, para la resolución de dudas y de aclaración de ecuaciones matemáticas o la definición de supuestos en el empleo de la metodología de ‘reducción al absurdo’ en los ejercicios de lápiz y papel, a modo de recurso didáctico.

En lo referente a las habilidades científico-investigativas, los estudiantes desarrollaron diversas habilidades de alta complejidad útiles para la planificación, ejecución, valoración y comunicación de los resultados para la resolución de problemas científicos, lo que se implementó desde las experiencias planteadas en torno al laboratorio de ciencias, pues gracias a ello, los futuros docentes se apropiaron de elementos para llevar a cabo una investigación científica e interpretaron diversos fenómenos en lo referente a las experiencias que les fueron presentadas.



En cuanto a las dificultades en torno a la aplicación de la presente propuesta se encontró una persistencia en la explicación de fenómenos a partir de un lenguaje cotidiano por parte de los estudiantes, además de la limitación en los análisis a la descripción de fenómenos y baja profundización en algunas explicaciones, lo que justificó el diseño de un PGA enfocado en elementos de termodinámica que se presenta a modo de resultado, luego de todo un proceso de afinación y ajuste permanente, en la medida que se iba implementando la propuesta, para culminar en el documento que se entrega en uno de los anexos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agazzi, E. (2010). El desafío de la interdisciplinariedad: dificultades y logros. Tomado de: <https://dadun.unav.edu/handle/10171/5877>
- Aguilar, E. (2011). El aprendizaje práctico de la química y el uso de los signos de Tolman y Vygotsky. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 8(3), 282-290.
- Aguilera-Ruiz, C., Manzano-León, A., Martínez-Moreno, I., del Carmen Lozano-Segura, M., y Casiano-Yanicelli, C. (2017). El modelo flipped classroom. *International Journal of Developmental and Educational Psychology*, 4(1), 261-266. Tomado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=349853537027>
- Alomá Chávez, E., y Malaver, M. (2007). Los conceptos de calor, trabajo, energía y teorema de Carnot en textos universitarios de termodinámica. *Educere*, 11(38), 477-487. Tomado de: [http://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S1316-49102007000300014&script=sci\\_arttext](http://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S1316-49102007000300014&script=sci_arttext)
- Álvarez-Ávila, L. I., García-Herrera, D. G., Cárdenas-Cordero, N. M., y Erazo-Álvarez, J. C. (2020). Flipped Classroom y el valor de la responsabilidad. *Revista Arbitrada Interdisciplinaria Koinonía*, 5(1), 449-469. Tomado de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7610746>
- Bañas Sierra, C., Mellado Jiménez, V., y Ruiz Macías, C. (2003). Las ideas alternativas del alumnado de primer ciclo de Educación Secundaria Obligatoria sobre la conservación de la energía, el calor y la temperatura. *Campo Abierto*. Tomado de: <https://redined.educacion.gob.es/xmlui/handle/11162/30103>
- Barolli, E., Laburú, C. E., y Guridi, V. M. (2010). Laboratorio didáctico deficiencias: caminos de investigación. *Revista electrónica de enseñanza de las ciencias*, 9(1), 88-110.
- Bopegedera, A. M. R. P. (2011). Putting the laboratory at the center of teaching chemistry. *Journal of Chemical Education*, 88(4), 443-448.
- Bybee, J. (2010). *Language, usage and cognition*. Cambridge University Press.
- Caamaño Ros, A. (2005). Trabajos prácticos investigativos en química en relación con el modelo atómico-molecular de la materia, planificados mediante un diálogo estructurado entre profesor y estudiantes. *Educación química*, 16(1), 10-19.
- Cala, L., Mariño, L., y Casas, J. (2009). Programa guía de actividades desde la resolución de problemas: una estrategia contextual de intervención didáctica en electroforesis. *Revista de la Facultad de Ciencia y Tecnología-Tecné, Episteme y Didaxis*, 1160-1164.
- Canedo, M., González, C., Merchán, M., y Usero, J. (2017). Aplicación del modelo de clase invertida a prácticas de laboratorio.
- Cano, P. A, y Zuluaga, K. (2012). Implementación de cinco prácticas de laboratorio para el manual de fisicoquímica en las áreas de termodinámica y cinética química de la Universidad Tecnológica de Pereira (Doctoral dissertation,

- Universidad Tecnológica de Pereira. Facultad de Tecnologías. Tecnología Química). Recuperado de: [https://www.usfx.bo/nueva/vicerrectorado/citas/TECNOLOGICAS\\_20/Quimica\\_Industrial/84.pdf](https://www.usfx.bo/nueva/vicerrectorado/citas/TECNOLOGICAS_20/Quimica_Industrial/84.pdf)
- Cárdenas Arévalo, C. I., y Zúñiga González, L. (2016). Programa guía de actividades para el aprendizaje significativo de conceptos relacionados con las propiedades de los elementos químicos. Tomado de: <http://repositorio.pedagogica.edu.co/handle/20.500.12209/281>
- Cárdenas, M., y de Ragout, S. (1996). Explicaciones de procesos termodinámicos a partir del modelo corpuscular: una propuesta didáctica. Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas, 343-349. Tomado de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=94864>
- Castillo, A. (2020). Desarrollo de habilidades científicas en quinto de primaria mediante experiencias de laboratorio.
- Çengel, Y., y Boles, M. (2012). Termodinámica (7.<sup>a</sup> ed., pp. 2–14). México, D.F.: McGraw Hill. México, D.F.: McGraw Hill.
- Chamizo, J. A., y Izquierdo, M. (2007). Evaluación de las competencias de pensamiento científico. Alambique, 51(1), 9-19.
- Chang, R., Goldsby, K. A., Álvarez Manzo, R., y Ponce López, S. (2013). Química (11a. ed. --.). México D.F.: McGraw Hill.
- Collazo, C., Hernández, Y., Andrade, D., Baculima, J., y Tamayo, T. (2017). Habilidades científico investigativas de docentes de la Universidad Católica de Cuenca, Ecuador. Panorama Cuba y Salud, 12(1), 33-39. Tomado de: <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=70311>
- Cristancho, L. C., Repizo, L. M., y Casas, J. (2009). Programas guía de actividades desde la resolución de problemas: una estrategia contextual de intervención didáctica en electroforesis. Tecné, Episteme y Didaxis: TED.
- Delgado Jiménez, J. A. (2021). Interacciones del conocimiento didáctico del contenido desde el conocimiento químico y su didáctica.
- Díaz Muñoz, R., y Estévez Rojas, S. (2021). Flipped Classroom: una experiencia con estudiantes universitarios. Tomado de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8399064>
- Domin, D. S. (1999). A review of laboratory instruction styles. Journal of chemical education, 76(4), 543.
- Domínguez, F., Serrano, F. V., Rodríguez, E., Guerra, J., Lillo, I., Carrillo, A., Cejudo, J., y Fernández, F. (2015). Identificación de errores conceptuales comunes en estudiantes de Termodinámica Básica. Tomado de: <https://riuma.uma.es/xmlui/handle/10630/9959>
- Dumrauf, A. G., y Cordero, S. (2004). ¿Qué cosa es el calor? Interacciones discursivas en una clase de Física. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, 3(2), 123-147. Tomado de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=1254555>
- Durango, P. (2015). Las prácticas de laboratorio como una estrategia didáctica alternativa para desarrollar las competencias básicas en el proceso de

- enseñanza-aprendizaje de la química. Universidad Nacional de Colombia. Maestría en la Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales. Facultad de Ciencias. Recuperado de: <http://www.bdigital.unal.edu.co/49497/143905291.2015.pdf>, 15.
- Espinosa, E. A., González, K. D., y Hernández, L. T. (2016). Las prácticas de laboratorio: una estrategia didáctica en la construcción de conocimiento científico escolar. *Entramado*, 12 (1), 266-281.
- Fernández, I., Gil, D., Carrascosa, J., Cachapuz, A. F., y Praia, J. (2002). Visiones deformadas de la ciencia transmitidas por la enseñanza. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 477-488. Tomado de: <https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/download/21841/21675>
- Fernández-Castillo, E. E. (2012). Habilidades básicas en estudiantes de primer grado de instituciones educativas del Callao. Tomado de: <https://repositorio.usil.edu.pe/server/api/core/bitstreams/1da57f33-a7a6-4ff1-9a8c-abdda3c91ecd/content>
- Flores, J., Caballero Sahelices, M., y Moreira, M. (2009). El laboratorio en la enseñanza de las ciencias: Una visión integral en este complejo ambiente de aprendizaje. *Revista de Investigación*, 33(68), 75-111. Recuperado en 26 de septiembre de 2021, de [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1010-29142009000300005&lng=es&tIng=es](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1010-29142009000300005&lng=es&tIng=es).
- Flores-Camacho, F., y Ulloa-Lugo, N. (2014). ¿Cómo enseñan la entropía los profesores universitarios. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 13(2), 201-221. Tomado de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4734756>
- Furió Gómez, C., Solbes Matarredona, J., y Furió Más, C. (2006). Análisis crítico de la representación del tema de la termodinámica en libros de texto de Bachillerato y Universidad. Tomado de: <https://roderic.uv.es/handle/10550/20914>
- García, J. J., y Rentería, E. (2013). Resolver problemas: una estrategia para el aprendizaje de la termodinámica. *Revista Guillermo de Ockham*, 11(2), 117-134. <https://doi.org/10.21500/22563202.2562>
- Gargallo López, B., Almerich Cerveró, G., García Félix, E., y Jiménez Rodríguez, M. Á. (2011). Actitudes ante el aprendizaje en estudiantes universitarios excelentes y en estudiantes medios. Tomado de: <https://gredos.usal.es/handle/10366/121753>
- Gargallo, B., Pérez. C., Serra, B., Sánchez, F., y Ros, I. (2007). Actitudes ante el aprendizaje y rendimiento académico en los estudiantes universitarios. *Revista Iberoamericana de Educación*, 42(1), 6. Tomado de: <https://rieoei.org/historico/investigacion/1537Gargallo.pdf>
- Gil Pérez, D., & Martínez Torregrosa, J. (1987). Los programas-guía de actividades: una concreción del modelo constructivista de aprendizaje de las ciencias. *Revista Investigación en la Escuela*, 3, 3-12.

- González, A. (2003). Calor y trabajo en la enseñanza de la termodinámica. *Revista Cubana de física*, 20(2). Tomado de: <http://bibliotecadigital.usb.edu.co:8080/handle/10819/4935?mode=full>
- Goytia, E., Besson, I., Gasco, J., y Domènech, J. (2015). Evaluar habilidades científicas: indagación en los exámenes, ¿una vía para cambiar la práctica didáctica en el aula?. *Alambique: Didáctica de las ciencias experimentales*, (79), 1001-1011. Tomado de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4939617>
- Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, P. (2016). *Metodología de la investigación*. 6ta Edición Sampieri. Soriano, RR (1991). Guía para realizar investigaciones sociales. Plaza y Valdés.
- Hodson, D. (1994). Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 299-313. Tomado de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=94787>
- Hofstein, A., y Lunetta, V. N. (2004). The laboratory in science education: Foundations for the twenty-first century. *Science education*, 88(1), 28-54. Tomado de: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/sce.10106>
- Hurtado Talavera, F. J. (2020). La educación en tiempos de pandemia: los desafíos de la escuela del siglo XXI. *Revista arbitrada del centro de investigación y estudios gerenciales*, 44, 176-187. Tomado de: [https://www.grupociieg.org/archivos\\_revista/Ed.44\(176-187\)%20Hurtado%20Tavalera\\_articulo\\_id650.pdf](https://www.grupociieg.org/archivos_revista/Ed.44(176-187)%20Hurtado%20Tavalera_articulo_id650.pdf)
- Kilic, D., Emsen, P., y Soran, H. (2011). Behavioral intention towards laboratory applications in science teaching. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 28, 416-420. Tomado de: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042811025183>
- Lascano Aimacana, D., Sánchez Nacher, L., Fombuena Borrás, V., Rojas Lema, S., y Montañés Muñoz, N. (2021, February). Flipped classroom aplicado a prácticas de laboratorio de la asignatura “Ampliación de Ciencia de Materiales”. In *IN-RED 2020: VI Congreso de Innovación Educativa y Docencia en Red* (pp. 218-223). Editorial Universitat Politècnica de València.
- Lee, M. K. (2018). Flipped classroom as an alternative future class model?: implications of South Korea’s social experiment. *Educational Technology Research and Development*, 66(3), 837-857.
- León, A. P. L., y Londoño, V. G. (2013). Las actitudes positivas hacia el aprendizaje de las ciencias y el cuidado del ambiente. *Amazonia Investiga*, 2(3), 109-129. Tomado de: <https://amazoniainvestiga.info/index.php/amazonia/article/view/653>
- Levine, I. N. (2014). *Principios de fisicoquímica* (6a. ed. --.). México D.F.: McGraw-Hill.

- Martínez, L. R. (2006). Calorimetría y análisis térmico. Laboratorio de Termofísica, 1, 111. Tomado de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=1957314>
- Núñez, G., Maturano, C. I., Pereira, R., y Mazzitelli, C. (2004). ¿ Por qué persisten las dificultades en el aprendizaje del concepto de energía?. Recuperado de: <https://roderic.uv.es/bitstream/handle/10550/29811/2899.pdf?sequence=1>
- Ortega, A. O. (2018). Enfoques de investigación. Métodos para el diseño urbano–Arquitectónico.
- Ortíz, E. (2012). La interdisciplinariedad en las investigaciones educativas. *Didasc@lia: Didáctica y Educación*, 3(1), 1-12. Tomado de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4228305>
- Pliego, O. H., Contini, L., Odetti, H., Güemes, R. y Tiburzi, M. (2004). Las actitudes de los estudiantes universitarios hacia el fenómeno radiactivo, la energía nuclear y sus aplicaciones. *Educación Química*, 15(2), 142-148. Tomado de: <http://www.revistas.unam.mx/index.php/req/article/view/66200/58111>
- Petrucci, R.H.; Herring, F. G.; Madura, J.D.; Bissonnette, C. (2011). *Química General*. Pearson. Madrid.
- Restrepo, B. (2006). La Investigación-Acción Pedagógica, variante de la Investigación-Acción Educativa que se viene validando en Colombia. *Revista de la Universidad de la Salle*, 2006(42), 92-101. Tomado de: <https://ciencia.lasalle.edu.co/ruls/vol2006/iss42/11/>
- Reyes, M. S., Porro, S., y Pirovani, M. E. (2015). Actitudes hacia la química en estudiantes universitarios conforme avanzan en la carrera. *Revista de la Facultad de Ciencias Químicas*, (11), 70-76. Tomado de: <https://publicaciones.ucuenca.edu.ec/ojs/index.php/quimica/article/view/341>
- Rodríguez, A., Comendeiro, I., y Pérez, W. (2009). Caracterización de habilidades científico-investigativas en un colectivo de profesores de Química. *Panorama Cuba y Salud*, 4(1),47-55. ISSN: 1995-6797. Tomado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=477348937006>
- Rodríguez, J. (2013). *SPE: Escenarios de intervención y transposición didáctica en química universitaria*. [Trabajo de grado]. Universidad Pedagógica Nacional.
- Rueda Rodríguez, J., Hernández Bonilla, D., & Castrillón Cardona, W. (2009). *Diseño de un programa guía de actividades para la enseñanza de la química en educación media basado en el Modelo Didáctico por Investigación Dirigida*.
- Ruíz, A. (2014). *Habilidades científico-investigativas a través de la investigación formativa en estudiantes de educación secundaria*. UCV-HACER. *Revista de Investigación y Cultura*, 3(1), 16-30.
- Sánchez, N. (2010). Programa guía de actividades aplicadas en el Instituto Pedagógico Nacional en los conceptos, interacción y red trófica. *Biografía*, 3(5), 102-115.
- Sanchez-Rivas, E., Colomo Magaña, E., Ruiz-Palmero, J., & Sanchez-Rodriguez, J. (2020). *Tecnologías educativas y estrategias didácticas*. Tomado de: <https://riuma.uma.es/xmlui/handle/10630/20345>

- Sánchez, J., Ruiz, J., y Sánchez-Vega, E. (2017). Flipped classroom. Claves para su puesta en práctica. Tomado de: <https://helvia.uco.es/handle/10396/15414>
- Sanmartí, N., Márquez, C., y García, P. (2002). Los trabajos prácticos, punto de partida para aprender ciencias. *Aula de innovación educativa*, 113, 8-13. Tomado de: <https://www.grao.com/es/producto/los-trabajos-practicos-punto-de-partida-para-aprender-ciencias>
- Simbaqueva Baquero, K. T., y López Fernández, K. (2018). Un programa guía de actividades sobre cultivos hidropónicos y aeropónicos como estrategia didáctica para el desarrollo y fortalecimiento de habilidades investigativas en estudiantes de educación media integral. Tomado de: <http://upnblib.pedagogica.edu.co/handle/20.500.12209/9271>
- Solbes Matarredona, J., y Tarín, F. (1998). Algunas dificultades en torno a la conservación de la energía. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*.
- Solbes Matarredona, J., y Tarín, F. (1998). Algunas dificultades en torno a la conservación de la energía. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*. Tomado de: <https://raco.cat/index.php/ensenanza/article/view/21544>
- Triviño, W. (2019). Evaluación de actitudes y eficacia del modelo “flipped classroom”: transposición didáctica para la enseñanza del concepto de polielectrolito en educación media. Tomado de: <http://200.119.126.32/handle/20.500.12209/10652>
- UNESCO (2016). Aportes para la enseñanza de las ciencias naturales. Organización de las Naciones Unidas para la Educación la Ciencia y la Cultura. Oficina Regional de Educación para América Latina y el Caribe. Santiago, Chile. Tomado de: <https://es.unesco.org/open-access/terms-use-ccbysa-sp>
- Vázquez Alonso, A., y Manassero Mas, M. A. (1995). Actitudes relacionadas con la ciencia: una revisión conceptual. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 337-346. Tomado de: <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/21422>
- Vidal Lopez, M. (2014). La enseñanza de las ciencias centrada en actividades prácticas de laboratorio: un estudio de caso en la formación inicial de maestras y maestros de Educación Infantil (Doctoral dissertation, Didácticas especiais).
- Winter, J. (2019). Implementación de una actividad de laboratorio para la integración de conceptos de termodinámica en el nivel secundario. *Revista de Enseñanza de la Física*, 31(1), 63-67. Recuperado de: <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/revistaEF/article/view/24681>

## ANEXOS

### ANEXO 1

#### *Prueba de Entrada*

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL  
TEORÍAS QUÍMICAS III  
INSTRUMENTO DE RECONOCIMIENTO DE IDEAS PREVIAS  
RELACIONADAS CON TEMÁTICAS INTRODUCTORIAS DE TERMODINÁMICA**

La siguiente encuesta está diseñada para explorar sus conceptos previos acerca de temáticas introductorias de termodinámica.

**Complete los siguientes datos:**

Nombre: \_\_\_\_\_

Repite: Sí \_\_\_\_ NO \_\_\_\_.

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

1. En una noche de invierno, si una persona cubre su cuerpo con una cobija de lana la temperatura de este se mantiene más alta que la del medio ambiente. Dicho fenómeno se debe a que:
  - a) La cobija contiene calor y se lo transmite al cuerpo de la persona.
  - b) La cobija impide que entre el frío del medio ambiente al cuerpo de la persona.
  - c) La cobija impide que fluya la energía calórica de la persona al medio ambiente.
  - d) La persona le suministra calor a la cobija, manteniendo esta la temperatura alta.
  
2. En una época de invierno en la cual la temperatura se ha mantenido constante por mucho tiempo, la madre de Santiago le dice: "Ponte las sandalias de plástico porque el piso de cemento está más frío que las sandalias". De dicha afirmación se puede afirmar que:
  - a) Es correcta, porque la temperatura del piso es menor que la temperatura de las sandalias.
  - b) Es incorrecta, porque el piso y las sandalias están a la misma temperatura debido al equilibrio térmico.
  - c) Es correcta, porque el piso está a mayor temperatura que las sandalias.
  - d) Es incorrecta, porque la temperatura del piso es menor que la de las sandalias.
  
3. Diego está haciendo ejercicio y como consecuencia su cuerpo se sobrecalienta. Suda y su sudor se evapora. La evaporación del sudor de Diego permite que:
  - a) La temperatura de su cuerpo baje.
  - b) La temperatura de su cuerpo aumente.
  - c) La temperatura de su cuerpo se mantenga constante.
  - d) No conozco la respuesta.



4. Leer el enunciado y responder:

En un recipiente de aluminio de 256 g que contiene 206 g de nieve a  $-11^{\circ}\text{C}$  se introducen 100 g de vapor de agua a  $100^{\circ}\text{C}$ . Calcular la temperatura final de la mezcla.  $C_{p_{\text{Al}}} = 0,219 \text{ cal}/(\text{g} \cdot ^{\circ}\text{C})$ ;  $C_{p_{\text{hielo}}} = 0,5 \text{ cal}/(\text{g} \cdot ^{\circ}\text{C})$ ; Calor latente de fusión del hielo= 80 cal/g; Calor latente de vaporización del agua= 540 cal/(g $\cdot^{\circ}\text{C}$ ).

a) ¿Qué sucederá con el hielo? ¿Qué sucederá con el vapor?

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

b) ¿Hay algún dato erróneo en el enunciado? Argumente su respuesta.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

c) Proponga una o más caminos para resolver este problema

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## ANEXO 2

### Prueba tipo Likert para reconocimiento de actitudes

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL  
INSTRUMENTO DE RECONOCIMIENTO Y DE VALORACIÓN DE ACTITUDES RELACIONADAS CON EL  
APRENDIZAJE DESDE FLIPPED CLASSROOM**

La siguiente encuesta está diseñada para explorar algunas de sus actitudes frente al modelo Flipped Classroom (Aula Invertida) en complemento con el laboratorio presencial

**Complete los siguientes datos:**

Nombre: \_\_\_\_\_

Repitente del Espacio Académico de Teorías Químicas III \_\_\_\_\_

Por favor lea atentamente e indique su nivel de acuerdo con las siguientes afirmaciones escogiendo una de las cinco opciones que se presentan a continuación, marcando con una **X** el espacio contiguo a la opción más adecuada para usted según los siguientes criterios: **TA (total acuerdo)**, **A (acuerdo)**, **MA (mediano acuerdo)**, **MD (medianamente en desacuerdo)**, **TD (totalmente en desacuerdo)**.

1. Considero que las habilidades adquiridas en prácticas demostrativas de cursos anteriores o en el colegio han satisfecho mis expectativas, en términos de consolidar conocimientos en temas de química:

TD\_\_\_            MD\_\_\_            MA\_\_\_            A\_\_\_            TA\_\_\_

2. A mi juicio, el papel que juega el instructor o profesor en las prácticas convencionales es excesivamente elevado y debiera minimizarse al máximo, dándole más relevancia al estudiante, pero sin cambiar la estrategia de guías y del formato tipo "receta de cocina".

TD\_\_\_            MD\_\_\_            MA\_\_\_            A\_\_\_            TA\_\_\_

3. Para mi concepto, la principal objeción a las prácticas tradicionales en química radicaría en el hecho de que en ellas, el estudiante se preocuparía más por entregar el informe completo y a tiempo, que por aprender.

TD\_\_\_            MD\_\_\_            MA\_\_\_            A\_\_\_            TA\_\_\_

4. Me gustaría ir al laboratorio de química, así sea para el desarrollo de prácticas bajo el formato tradicional.

TD\_\_\_            MD\_\_\_            MA\_\_\_            A\_\_\_            TA\_\_\_

5. Considero que el desarrollo de prácticas de química enfocadas desde la combinación de modalidades de aula invertida y laboratorio presencial me ayudará a aplicar los temas y a entenderlos mejor en compañía de mis compañeros de clase.

TD\_\_\_            MD\_\_\_            MA\_\_\_            A\_\_\_            TA\_\_\_

6. Lo que aprenderé en los videos, me será de provecho para fortalecer mis habilidades comunicativas y de trabajo en equipo, una vez finalizado el semestre académico.

TD\_\_\_ MD\_\_\_ MA\_\_\_ A\_\_\_ TA\_\_\_

7. Para las temáticas de química, los videos me pueden ayudar a tener un contacto más cercano al contexto en el que vivo, particularmente en lo referente a lo que se puede aprender de la química del entorno.

TD\_\_\_ MD\_\_\_ MA\_\_\_ A\_\_\_ TA\_\_\_

8. Considero que la metodología a desarrollar me permitirá conocer más de cerca lo que es el desarrollo sostenible, su interrelación con las dos temáticas a tratar y me dará elementos para participar activa y responsablemente en el cuidado y la protección del entorno natural vivo.


TD\_\_\_ MD\_\_\_ MA\_\_\_ A\_\_\_ TA\_\_\_

9. Es muy probable que la alta aplicabilidad de las temáticas a abordar por medio de la metodología de que pretende emplear este ejercicio didáctico, aumente mi curiosidad e interés por aprender química, hacerla algo tangible y real.

TD\_\_\_ MD\_\_\_ MA\_\_\_ A\_\_\_ TA\_\_\_

### ANEXO 3

#### Aula invertida #1: Problema por razonamiento al absurdo



## Aula Invertida #1

Ejercicio termodinámica

Lina Paola Daza Calderón

Interpretación

Mezcla de Hielo + Vapor

Datos de partida

¿Temperatura final?

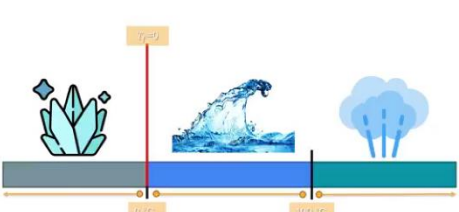
Interpretación

Datos de partida

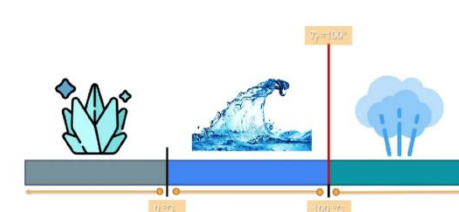
$m_{Al} = 256 \text{ g}$	$T_{0Al} = -11^\circ \text{C}$	$C_{pAl} = 0.219 \text{ cal/(g}^\circ\text{C)}$	$C_{fVapor} = 540 \text{ cal/g}$
$m_{Hielo} = 206 \text{ g}$	$T_{0Hielo} = -11^\circ \text{C}$	$C_{pHielo} = 0.5 \text{ cal/(g}^\circ\text{C)}$	
$m_{vapor} = 100 \text{ g}$	$T_{0vapor} = 100^\circ \text{C}$	$C_{fHielo} = 80 \text{ cal/g}$	$C_{pAgua} = 1 \text{ cal/(g}^\circ\text{C)}$



Hipótesis 1



Hipótesis 2



Hipótesis 3




## ANEXO 4

### Aula Invertida #2: Sobre el laboratorio y su relación con temas introductorios de termodinámica

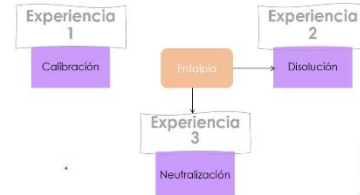
### Calorimetría

"Una técnica para medir calor específico involucra el calentamiento de una muestra en alguna temperatura conocida  $T_x$ , al colocarla en un recipiente que contenga agua de masa conocida y temperatura  $T_w < T_x$ , y medir la temperatura del agua después de que se logra el equilibrio. Esta técnica se llama calorimetría, y los dispositivos donde se presenta esta transferencia de energía se llaman calorímetros"

Senway y Jewett (2009, p. 556).



### Guía de laboratorio




### Cálculos Calor de disolución

¿Cuál es el calor liberado por cada mol de ácido neutralizado por una mol de base?

$C_{HCl} = 1.2 M$        $C_{NaOH} = 1.2 M$

1. Calcular las moles del Reactivo limitante.
2. Dividir el calor de neutralización en las moles del reactivo limitante.

$C_{NaOH} = 1.0 M$



### Puntos clave para el análisis



## ANEXO 5

### Experiencias en el laboratorio

LAB CALORIMETRÍA					
	CALIBRACIÓN	DISOL NaCl	DISOL NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	HCl vs NaOH	HAc vs NaOH
TEMA A			x		x
TEMA B	x	x			
TEMA C			x	x	
TEMA D	x			x	
TEMA E		x			x
TEMA F			x		x

## ANEXO 6

### Guía de laboratorio

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL  
LICENCIATURA EN QUÍMICA. ESPACIO ACADÉMICO: TEORÍAS QUÍMICAS III  
POOL DE EXPERIENCIAS SOBRE CALORIMETRÍA

#### INTRODUCCIÓN

Una buena parte de las reacciones que conocemos absorben o liberan (producen) energía, por lo general en forma de calor. Es importante diferenciar entre energía térmica y calor. El calor se refiere a la **transferencia** de energía térmica o flujo energético entre dos cuerpos, siempre del más caliente al más frío (Ley cero de la termodinámica). La termoquímica es la rama de la química que estudia los cambios de calor que ocurren en las reacciones químicas; en esta práctica de laboratorio vamos a realizar una serie de experimentos que dan cuenta de proceso en los cuales hay intercambios de calor.

#### EXPERIMENTO 1: CALIBRACIÓN DE UN CALORÍMETRO

##### Objetivo:

Determinar la capacidad calorífica del calorímetro de Nalgene empleado.

##### Materiales y reactivos de trabajo:

- 3 vasos de precipitados de 100 mL, uno de ellos *marcado* especialmente (el que irá dentro del calorímetro).
- 1 probeta de 100 mL y una de 50 mL.
- 1 termómetro de vidrio.
- 1 termo Nalgene con tapa y con un tapón horadado para insertar el termómetro.
- Plancha de calentamiento.

##### Metodología:

1. Colocar el vaso *marcado* dentro del termo.
2. Colocar el termómetro en el orificio dispuesto para tal fin, evitando que el termómetro toque el fondo del vaso de precipitado (aproximadamente 2 cm de holgura).
3. Pesar (SIN TARAR), sobre el vaso *marcado*, en balanza de precisión, 40,0 mL de agua destilada 'fría', medidos con una probeta.  $W_{TARA 1}$  y  $W_{CONJUNTO 1}$
4. Colocar el vaso *marcado* dentro del calorímetro y registrar la temperatura del agua fría en él, cada 5 segundos (durante 5 minutos o hasta que ella permanezca constante).
5. Transferir a otro vaso de precipitados, otros 40,0 mL de agua 'para calentar', medidos con una probeta y pesar el conjunto <vaso más agua para calentar> en balanza de precisión.  $W_{CONJ 2}$
6. Calentar el vaso de precipitados el agua destilada hasta alcanzar 50 °C empleando la plancha para tal fin.
7. Verter el agua caliente sobre el agua fría en el calorímetro y registrar la temperatura cada 5 segundos (durante 5 minutos o hasta que ella permanezca constante).
8. Pesar el conjunto <vaso más remanente de agua para calentar> en balanza de precisión.  $W_{TARA 2}$

### Cálculos:

Para los cálculos, se puede asumir que el calor específico del agua es 1 cal/(g.°C) o su equivalente: 4,18 J/(g.°C).

$$Q_{\text{agua caliente}} + Q_{\text{agua fría}} + Q_{\text{calorímetro}} = 0$$

$$Q_{\text{calorímetro}} = -Q_{\text{agua caliente}} - Q_{\text{agua fría}}$$

$$Q_{\text{calorímetro}} = - [m_{\text{agua caliente}} \cdot C_p \text{ agua} \cdot \Delta T_{\text{agua caliente}}] - [m_{\text{agua fría}} \cdot C_p \text{ agua} \cdot \Delta T_{\text{agua fría}}], \text{ en la que } \Delta T = T_{\text{final}} - T_{\text{inicial}}$$

$$\text{Capacidad específica del calorímetro: } C_{\text{calorímetro}} = Q_{\text{calorímetro}} / \Delta T_{\text{agua fría}}$$

Para la capacidad del calorímetro siempre se emplea  $\Delta T_{\text{agua fría}}$  porque el calorímetro inicialmente está a la misma temperatura que el agua fría y ambos absorben energía de la sustancia caliente. Recordar que el equilibrio se alcanza cuando ya no se observan cambios en las lecturas del termómetro.

## EXPERIMENTO 2: DETERMINACIÓN DE LA ENTALPÍA DE DISOLUCIÓN

### Objetivo:

Determinar la entalpía de disolución del NaCl y del (NH<sub>4</sub>)NO<sub>3</sub>.

### Materiales y reactivos de trabajo:

- 1 cuchara plástica
- 3 vasos de precipitados de 100 mL
- 1 probeta de 100 mL y una de 50 mL.
- 1 termómetro de vidrio.
- 1 termo Nalgene con tapa y con un tapón horadado para insertar el termómetro.
- Plancha de calentamiento.

### Reactivos de trabajo:

NaCl R.A.	(NH <sub>4</sub> )NO <sub>3</sub> R.A.
-----------	--

### Metodología:

1. Colocar el vaso *marcado* dentro del termo.
2. Colocar el termómetro en el orificio dispuesto para tal fin, evitando que el termómetro toque el fondo del vaso de precipitado (aproximadamente 2 cm de holgura).
3. Pesar (SIN TARAR), sobre el vaso *marcado*, en balanza de precisión, 70,0 mL de agua destilada 'fría', medidos con una probeta.  $W_{\text{TARA 1}}$  y  $W_{\text{CONJUNTO 1}}$
4. Colocar el vaso *marcado* dentro del calorímetro y registrar la temperatura del agua fría en él, cada 5 segundos (durante 5 minutos o hasta que ella permanezca constante).
5. Pesar en otro vaso de precipitados 1,0, 1, \_\_ g de NaCl R.A. en balanza de precisión.  $W_{\text{CONJ 2}}$
6. Transferir el sólido pesado al vaso *marcado* en el calorímetro y registrar la temperatura cada 5 segundos (durante 5 minutos o hasta que ella permanezca constante).



7. Pesar el conjunto <vaso más remanente de sólido> en balanza de precisión.  $W_{TARA2}$ .
8. Para el caso del  $(NH_4)NO_3$  pesar 1, 3 \_\_ g de  $(NH_4)NO_3$  R.A. y efectuar todo el proceso.

**Cálculos:**

Para los cálculos, se puede emplear la siguiente tabla:

SOLUTO	Masa	Temperatura inicial del agua	Temperatura de disolución máxima	Diferencia de temperatura	Cálculo del calor de disolución
NaCl	_____ g	_____ °C	_____ °C	(+/-)_____ °C	(+/-)_____ kJ/mol
$(NH_4)NO_3$	_____ g	_____ °C	_____ °C	(+/-)_____ °C	(+/-)_____ kJ/mol

Usando los datos experimentales, calcular el calor de las disoluciones de NaCl y  $(NH_4)NO_3$ . Con base en los datos, determinar el porcentaje de error respectivo.

**EXPERIMENTO 3: DETERMINACION DEL CAMBIO DE ENTALPIA DE UNA REACCION.**

**Objetivo:**

Determinar el cambio de entalpia que se produce, en forma de calor absorbido o liberado, en una reacción típica de neutralizado entre HCl y NaOH, o entre  $HNO_3$  y NaOH.

**Materiales:**

- 1 pipeta graduada de 10mL
- Espátula
- 1 vidrio de reloj
- 1 termómetro de vidrio.
- 2 vasos de precipitados de 100mL
- 2 matraces aforados de 50mL.
- Plancha de agitación y calentamiento, con su respectivo magneto.
- 1 agitador de vidrio .
- 2 vasos de unicel, uno de 250 mL con tapa y otro de 120 mL.
- Una pequeña porción de lana de vidrio.

**Reactivos:**

- NaOH 1,2 M
- HCl 1,2 M
- $HNO_3$  1,2 M

**Metodología:**

1. Colocar el vaso *marcado* dentro del termo.
2. Colocar el termómetro en el orificio dispuesto para tal fin, evitando que el termómetro toque el fondo del vaso de precipitado (aproximadamente 2 cm de holgura).

3. Pesar (SIN TARAR), sobre el vaso *marcado*, en balanza de precisión, 40,0 mL de la solución de NaOH 1,0 M, medidos con una probeta.  $W_{TARA 1}$  y  $W_{CONJUNTO 1}$
4. Colocar el vaso marcado dentro del calorímetro y registrar la temperatura de la solución del NaOH, cada 5 segundos (durante 5 minutos o hasta que ella permanezca constante).
5. Pesar en otro vaso de precipitados 40,0 mL de HCl 1,2 M en balanza de precisión.  $W_{CONJ 2}$  y registrar la temperatura de la solución del HCl cada 5 segundos (durante 5 minutos o hasta que ella permanezca constante).
6. Verter al vaso *marcado* la solución de HCl sobre la del NaOH y registrar la temperatura cada 5 segundos (durante 5 minutos o hasta que ella permanezca constante).
7. Pesar el conjunto <vaso más remanente de HCl> en balanza de precisión.  $W_{TARA 2}$ .
8. Para el caso de la neutralización con  $HNO_3$  emplear  $HNO_3$  1,2 M y efectuar todo el proceso.

#### Bibliografía:

1. Brown, T. y Lemay H. (2004). Química. La Ciencia Central. 9ª Edición. Pearson. Prentice Hall.
2. Chang, R., & Goldsby, K. (1998). *Chemistry*, (2016). McGraw-Hill Education.
3. Whitten, K., Davis, R. Peck, L., & Stanley, G. (2013). *Chemistry*. Cengage Learning.

#### Webgrafía:

Del profesor Manuel Fredy Molina

[https://www.youtube.com/watch?v=TSG8VvG\\_APs&ab\\_channel=Ou%C3%ADmicaparalaSociedad](https://www.youtube.com/watch?v=TSG8VvG_APs&ab_channel=Ou%C3%ADmicaparalaSociedad)

## ANEXO 7

### *Evidencia fotográfica de la práctica experimental*



**ANEXO 8**  
Prueba de salida

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL  
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA  
TEORÍAS QUÍMICAS III

Evaluación Parcial. Calorimetría e introducción a la termodinámica. Tema A

Nombre: \_\_\_\_\_ Nota: \_\_\_\_\_

- Una olla gruesa de cobre de 2 kg está a una temperatura de 150 °C; se vierten en ella 100 g de agua a 25 °C y se tapa rápidamente la olla para que no escape el vapor. Calcular la temperatura final del agua y de la olla y la cantidad de agua que ha cambiado de fase.
- Un calorímetro de aluminio con masa de 100 g contiene 250 g de agua. Considere que el calorímetro y el agua están en equilibrio térmico a 10 °C y que dos bloques metálicos se ponen en el agua, en los que uno de ellos es una pieza de cobre de 50 g a 80 °C y que el otro bloque tiene una masa de 70 g y está originalmente a una temperatura de 100 °C. Si se sabe que todo el sistema se estabiliza a una temperatura final de 20 °C.
  - Determine el calor específico de la muestra desconocida.
  - Identifique el material desconocido, usando los datos de la tabla siguiente.

<i>Calores específicos de algunas sustancias a 25 °C y presión atmosférica</i>					
<i>Sustancia</i>	<i>Calor específico, Cp</i>		<i>Sustancia</i>	<i>Calor específico, Cp</i>	
<i>Sólidos elementales</i>	<i>J/(kg·°C)</i>	<i>cal/(g·°C)</i>	<i>Otros sólidos</i>	<i>J/(kg·°C)</i>	<i>cal/(g·°C)</i>
Aluminio	900	0,2150	Latón	380,00	0,10
Berilio	180	0,4360	Vidrio	837,00	0,20
Cadmio	230	0,0550	Hielo (-5 °C)	2090,00	0,50
Cobre	387	0,0924	Mármol	860,00	0,21
Germanio	322	0,0770	Madera	1700,00	0,41
Oro	129	0,0308	<i>Líquidos</i>		
Hierro	448	0,1070	Alcohol (etílico)	2400,00	0,58
Plomo	128	0,0305	Mercurio	140,00	0,03
Silicio	703	0,1680	Agua (15 °C)	4186,00	1,00
Plata	234	0,5600	<i>Gases</i>		
			Vapor (100°)	2010,00	0,48

- Una bala de plomo disparada pesó 35,4 g después de limpiarla; se calentó a 91,50 °C y después se colocó en 50,0 mL de agua a 24,73 °C. La temperatura del agua aumentó a 26,50 °C. Por otra parte, se obtuvo una bala del arma de un sospechoso y su calor específico fue de 0,03022 cal/(g·°C). ¿Cuál es el calor específico del material de la bala disparada?, ¿Podría proceder del mismo lote de balas?
- Se refinó un mineral y se cree que el metal obtenido es oro. Una prueba para saberlo es determinar el calor específico del metal y compararlo con el del oro, permitiendo una tolerancia de 2 % (de más o de menos): la cantidad de calor necesario para elevar la temperatura de 25,0 gramos del metal, desde 10,0 °C hasta 23,6 °C fue de 10,78 calorías. El calor específico del oro es 0,0308 cal/(g·°C).

## ANEXO 9

Programa Guía de Actividades para Temáticas introductorias de termodinámica

### PROGRAMA GUÍA DE ACTIVIDADES (PGA) CENTRADO EN EL LABORATORIO Y ORIENTADO POR LA METODOLOGÍA FLIPPED CLASSROOM PARA LA ENSEÑANZA DE CONCEPTOS INTRODUCTORIOS A LA TERMODINÁMICA

Las sesiones presentadas a continuación tienen como finalidad el aprendizaje de conceptos introductorios fundamentales para enseñanza de la termodinámica, principalmente a lo relacionado con la primera ley de la termodinámica y el desarrollo de habilidades científico-investigativas.

**Instrucción para el estudiante:** Realiza una bitácora virtual en la que se evidencie la realización de cada una de las actividades propuestas, para las sesiones presenciales, puedes tomar evidencia por medio de fotografías.

<b>UNIDAD 1. Introducción a la termodinámica</b> <b>Actividades experimentales modalidad virtual o asincrónica.</b>
<p><b>Actividad de iniciación:</b> Enfocada en la introducción a la primera ley de la termodinámica.</p> <p><b>Colombia aprende</b> proporciona una serie de actividades para introducir a la primera ley de la termodinámica, a continuación, se presenta un enlace que te conducirá a un material audiovisual, con dicho material se deben resolver las actividades propuestas en la interfaz:</p> <p><a href="https://www.colombiaaprende.edu.co/sites/default/files/files_public/contenidosaprender/G_11/S/S_G11_U04_L03/S_G11_U04_L03_03_01_01.html">https://www.colombiaaprende.edu.co/sites/default/files/files_public/contenidosaprender/G_11/S/S_G11_U04_L03/S_G11_U04_L03_03_01_01.html</a></p> <p>Toma evidencia de la resolución de dichas actividades.</p>
<p><b>Actividad de desarrollo:</b> se pretende relacionar diferentes fenómenos de la cotidianidad y lo aprendido en acerca de la primera ley de la termodinámica.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Dibuja y explica 1 fenómeno en la cotidianidad en los que se evidencia la transferencia de energía.</li><li>• Diseña una actividad experimental sencilla en el que se reproduzca la situación que representaste anteriormente.</li></ul>
<p><b>Actividad de acabado:</b> enfocada en el desarrollo de representaciones gráficas para el trabajo experimental.</p> <p>Los siguientes enlaces conducen a una serie de protocolos experimentales proporcionado por Beyond Labz® , de los cuales debes seleccionar uno, lee atentamente y desarrolla un esquema que represente el protocolo a seguir dentro del laboratorio:</p>



- [1. Endothermic vs. Exothermic.pdf](#)
- [2. Enthalpy of Solution NH4NO3.pdf](#)
- [13. The Balance Between Enthalpy and Entropy.pdf](#)
- [4. Specific Heat of Pb.pdf](#)

## UNIDAD 2. Reducción al absurdo

### Actividades que se pueden realizar en modalidad presencial o virtual.

**Actividad de iniciación:** Esta actividad está elaborada para desarrollar la habilidad científico-investigativa llamada formulación de hipótesis.

A continuación, se enuncia la siguiente experiencia:

En un recipiente de aluminio de 256 g que contiene 206 g de nieve a  $-11^{\circ}\text{C}$  se introducen 100 g de vapor de agua a  $100^{\circ}\text{C}$ . Calcular la temperatura final de la mezcla.  $C_{p\text{Al}} = 0,219 \text{ cal}/(\text{g} \cdot ^{\circ}\text{C})$ ;  $C_{p\text{hielo}} = 0,5 \text{ cal}/(\text{g} \cdot ^{\circ}\text{C})$ ; Calor latente de fusión del hielo=  $80 \text{ cal/g}$ ; Calor latente de vaporización del agua=  $540 \text{ cal}/(\text{g} \cdot ^{\circ}\text{C})$ .

Responde las siguientes preguntas:

- ¿Qué ocurrirá luego de la interacción mencionada? Para responder esta pregunta observa las diferentes variables del sistema y cómo influyen en dicha interacción.
- ¿El recipiente hace parte del sistema?
- ¿Cuál será la temperatura final?

**Actividad de desarrollo:** Enfocada en la resolución de problemas no rutinarios, en la recolección y análisis de datos.

El siguiente material audiovisual se llama: “Problema de razonamiento al Absurdo”: <https://drive.google.com/drive/my-drive>

Observa atentamente el video, toma nota y reproduce cuantas veces lo desees.

**Actividad de acabado:** Revisión del aula invertida.

De acuerdo con lo aprendido en la actividad de desarrollo, formula diferentes hipótesis para el desarrollo del siguiente problema:

Una olla gruesa de cobre de 2 kg está a una temperatura de  $150^{\circ}\text{C}$ ; se vierten en ella 100 g de agua a  $25^{\circ}\text{C}$  y se tapa rápidamente la olla para que no escape el vapor. Calcular la temperatura final del agua y de la olla y la cantidad de agua que ha cambiado de fase.

Importante, representar gráficamente cada hipótesis y hacer una escala que represente la temperatura final del proceso.

## UNIDAD 3. Laboratorio Calorimetría

**Actividades que se pueden realizar de manera presencial en el laboratorio.**

**Actividad de iniciación:** Elaboración de pre-informe.

Con base en el guía de laboratorio: [GUÍA de Laboratorio.pdf](#)

Realiza:

- Diseña objetivos.
- Esquema de los procedimientos que se llevarán a cabo en la práctica.
- Una búsqueda bibliográfica que fundamente la práctica (libros, artículos, revistas científicas).
- Realiza tablas donde recolectarás los datos de la práctica.
- Realiza hipótesis frente a cada procedimiento.

**Actividad de desarrollo:** Experimentar.

Realiza las experiencias correspondientes para la elaboración de todos los protocolos dentro de la práctica.

Recomendaciones:

- Tomar evidencia fotográfica de lo sucedido en el laboratorio.
- Mantener el área de trabajo despejada.
- Suministrar datos en tablas de manera ordenada.
- Seguir los protocolos de bioseguridad.

**Actividad de acabado:** Revisión de material audio visual.

En el siguiente video se ejemplifica la relación que podría haber entre la teoría y la práctica:

<https://drive.google.com/drive/my-drive>

Con base en lo presentado en este video, elabora un informe de laboratorio que contenga los siguientes elementos:

- Preinforme
- Comprobación o descarte de hipótesis (explicaciones experimentales y teóricas)
- Tablas con datos suministrados.
- Observaciones.
- Planteamientos matemáticos para cada experiencia.
- Referencias bibliográficas.

**ANEXO 10.**

*Resultados individuales de Conocimientos Conceptuales en PE y PS*

#	Nombre	PE	PS
E1	Se protege la identidad de los estudiantes	0,6	3,8
E2		0,2	0,6
E3		0,7	2,6
E4		0,9	4,6
E5		0,4	2,6
E6		0,8	1,3
E7		0,5	2,8
E8		0,7	3,2
E9		0,4	3,4
E10		0,8	2,9
E11		0,6	4,0
E12		1,0	4,0
E13		0,8	1,7
E14		0,7	4,7
E15		0,7	3,7
E16		0,5	1,2
E17		0,3	4,4
PROMEDIO		0,6	3,0

**ANEXO 11.**

*Resultados de escala tipo Likert General*

Escala tipo Likert										
No.	Estudiante	Cognitivo			Conductual			Afectivo		
	Nombre									
E1	Se protege la identidad de los estudiantes	4	4	3	4	4	4	4	5	5
E2		2	5	4	5	4	4	5	4	5
E3		1	4	2	4	4	4	3	4	4
E4		2	5	3	5	4	5	2	4	5
E5		3	4	2	5	4	5	5	3	5
E6		3	3	2	5	4	3	2	3	4
E7		4	5	2	5	4	4	2	5	5
E8		5	4	3	5	4	4	3	4	4
E9		3	4	1	5	4	3	4	4	4
E10		3	3	4	4	4	4	2	4	5
E11		3	4	3	5	5	4	5	4	5
E12		3	4	3	5	4	4	3	4	5
E13		4	5	5	4	3	5	4	3	5
E14		4	5	2	5	5	5	2	5	5
E15		4	3	3	5	5	5	4	5	4
E16		2	3	3	5	3	4	3	2	5
E17		2	4	3	4	4	4	3	5	5



**ANEXO 12***Valoración general prueba tipo Likert Por Categoría*

	Cognitivo	Conductual	Afectivo
E1	4	3,8	4,7
E2	3,5	4,3	4,7
E3	2,5	3,5	3,7
E4	3,5	4,3	3,7
E5	3,5	4,0	4,3
E6	3	3,5	3,0
E7	4,5	3,8	4,0
E8	4,5	4,0	3,7
E9	3,5	3,3	4,0
E10	3	4,0	3,7
E11	3,5	4,3	4,7
E12	3,5	4,0	4,0
E13	4,5	4,3	4,0
E14	4,5	4,3	4,0
E15	3,5	4,5	4,3
E16	2,5	3,8	3,3
E17	3	3,8	4,3

**ANEXO 13**

*Rúbrica de Evaluación de Habilidades científico-investigativas en PE*

RÚBRICA DE EVALUACIÓN DE PREGUNTA ABIERTA PE					
EVALUACIÓN DE FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS EN PE					
ENUNCIADO	ÍTEM	ASPECTO A EVALUAR	ESCALA DE VALORACIÓN		
			ALTO	MEDIO	BAJO
			5	3	1
En un recipiente de aluminio de 256 g que contiene 206 g de nieve a -11°C se introducen 100 g de vapor de agua a 100°C. Calcular la temperatura final de la mezcla. CpAl = 0,219 cal/(g/°C); CpHielo= 0,5 cal (g/°C); Calor latente de fusión del hielo= 80 cal/g; calor latente de vaporización del agua=540 cal/(g*°C).	¿Qué sucederá con el hielo? ¿Qué sucederá con el vapor?	Realiza posibles explicaciones lógicas que explican las causas o efectos de un fenómeno, están sujetos a comprobación mediante evidencias.	Realiza explicaciones lógicas que explican la causa y efecto de los fenómenos y esas pueden ser puestas a comprobación mediante evidencias.	Realiza explicaciones sobre la causa y efecto que permiten explicar parte del fenómeno a estudiar, sin embargo estas no sabe aplicarlos a la solución de problemas	Realiza explicaciones sobre la causa-efecto de un fenómeno, pero estas no tienen ninguna relación con la situación, y son difíciles de comprobar.
EVALUACIÓN DE TOMA Y RECOLECCIÓN DE DATOS					
ENUNCIADO	ÍTEM	ASPECTO A EVALUAR	ESCALA DE VALORACIÓN		
			ALTO	MEDIO	BAJO
			5	3	1
En un recipiente de aluminio de 256 g que contiene 206 g de nieve a -11°C se introducen 100 g de vapor de agua a 100°C. Calcular la temperatura final de la mezcla. CpAl = 0,219 cal/(g/°C); CpHielo= 0,5 cal (g/°C); Calor latente de fusión del hielo= 80 cal/g; calor latente de vaporización del agua=540 cal/(g*°C).	Proponga uno o más caminos para resolver este enunciado.	Extrae los datos del problema	Extrae los datos comprobación necesarios para la comprobación de hipótesis.	Extrae algunos datos para la comprobación de hipótesis.	No extrae datos.
		Dibuja esquemas o representaciones para comprender el ejercicio.	Representa gráficamente de manera correcta el problema.	Representa gráficamente con algunos errores el problema.	No respresenta gráficamente el problema.

EVALUACIÓN DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS					
ENUNCIADO	ÍTEM	ASPECTO A EVALUAR	ESCALA DE VALORACIÓN		
			ALTO	MEDIO	BAJO
			5	3	1
<p>En un recipiente de aluminio de 256 g que contiene 206 g de nieve a <math>-11^{\circ}\text{C}</math> se introducen 100 g de vapor de agua a <math>100^{\circ}\text{C}</math>. Calcular la temperatura final de la mezcla. <math>C_{p\text{Al}} = 0,219 \text{ cal}/(\text{g}^{\circ}\text{C})</math>; <math>C_{p\text{Hielo}} = 0,5 \text{ cal}/(\text{g}^{\circ}\text{C})</math>; Calor latente de fusión del hielo= <math>80 \text{ cal/g}</math>; calor latente de vaporización del agua=<math>540 \text{ cal}/(\text{g}^{\circ}\text{C})</math>.</p>	<p>Proponga uno o más caminos para resolver este enunciado.</p>	Comprobación o descarte de hipótesis	<p>Comprueba o descarta hipótesis por métodos matemáticos y argumenta los resultados con sustento teórico.</p>	<p>No relaciona planteamientos matemáticos con conocimientos teóricos</p>	<p>No somete comprobación ninguna hipótesis, o lo hace de manera errónea.</p>
		Comunicación	<p>Expresa de manera coherente, clara y lógica, los resultados, procedimientos, análisis y conceptos relacionados a la resolución de la PE.</p>	<p>Expresa ideas de manera coherente, pero estas carecen de lógica o relación.</p>	<p>Sus ideas no son comprensibles o no tienen relación con lo que se le está preguntando, no presenta coherencia en la forma en la cual las comunica.</p>

**ANEXO 14**

*Rúbrica de Evaluación de Habilidades en Informe de Laboratorio*

<b>RÚBRICA DE EVALUACIÓN DE INFORME DE LABORATORIO</b>			
<b>FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS</b>			
ASPECTO O MICROHABILIDAD A EVALUAR	ESCALA DE VALORACIÓN		
	SUPERIOR	MEDIO	MUY BAJO
	5	3	1
Realiza posibles explicaciones lógicas que explican las causas o efectos de un fenómeno, están sujetos a comprobación mediante evidencias.	Realiza explicaciones lógicas que explican la causa y efecto de los fenómenos y esas pueden ser puestas a comprobación mediante evidencias.	Realiza explicaciones sobre la causa y efecto que permiten explicar parte del fenómeno a estudiar, sin embargo estas no sabe aplicarlos a la solución de problemas	Realiza explicaciones sobre la causa-efecto de un fenómeno, pero estas no tienen ninguna relación con la situación, y son difíciles de comprobar.
<b>TOMA Y RECOLECCIÓN DE DATOS</b>			
ASPECTO A EVALUAR	ESCALA DE VALORACIÓN		
	SUPERIOR	MEDIO	MUY BAJO
	5	3	1
Realiza diagramas/esquemas de los procedimientos a realizar en el laboratorio.	Los esquemas son concisos, presentan la información de manera clara y contienen la totalidad de las experiencias a realizar.	Los esquemas no contemplan la totalidad de los procedimientos a realizar.	No realiza esquemas
Realiza tablas para suministrar los datos recolectados en el laboratorio	Las tablas contemplan todos los datos teóricos y experimentales.	Contempla los datos necesarios para realizar cálculos.	No realiza tablas
Realiza observaciones y/o esquemas que describen los hechos que se dieron durante la práctica.	Presenta observaciones en tercera persona que describen lo sucedido y contribuyen a la explicación de los fenómenos tratados.	No contempla las observaciones necesarias para explicar la totalidad de los fenómenos.	No registra observaciones.
Contiene referencias bibliográficas de fuentes fiables de información (Revistas científicas, libros, artículos, etc.)	Todas las referencias bibliográficas son diferentes a las proporcionadas por los docentes y consulta fuentes fiables de información.	La cantidad de referencias bibliográficas es igual a la cantidad de referencias proporcionadas por los docentes y son consultadas de fuentes fiables de información.	No presenta referencias bibliográficas o consulta solamente en fuentes no fiables de información.

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS			
ASPECTO A EVALUAR	ESCALA DE VALORACIÓN		
	SUPERIOR	MEDIO	MUY BAJO
	5	3	1
Establece patrones, descubrimientos y descripciones y/o explicaciones.	El estudiante utiliza y relaciona algunos todos los conceptos clave para generar explicaciones, descripciones y/o patrones sin confundirlos entre sí.	El estudiante no utiliza la mayoría de los conceptos clave (calor, energía, reacción química, etc.) y/o confunde algunos de los conceptos.	El estudiante no genera ninguna explicación o relación de los fenómenos observados.
Comunicación	Expresa de manera coherente, clara y lógica, los objetivos, resultados, procedimientos, análisis y conceptos relacionados a la investigación.	Expresa ideas de manera coherente, pero estas carecen de lógica o relación.	Sus ideas no son comprensibles o no tienen relación con lo que se le está preguntando, no presenta coherencia en la forma en la cual las comunica.
Establece correspondencia entre los objetivos y la conclusiones	El estudiante diseña objetivos que son coherente con la práctica propuesta y realiza sus conclusiones teniendo en consideración dichos objetivos.	El estudiante no da respuesta a todos los objetivos en las conclusiones.	No diseñaron objetivos y/o conclusiones.
Relaciona la literatura consultada con los resultados de la experimentación.	El estudiante contrasta datos teóricos con los resultados encontrados por medio de la experimentación y da explicaciones a los fenómenos observados de acuerdo a la literatura consultada.	Explica algunos de los fenómenos observados en el laboratorio por medio de la literatura consultada y contrasta datos teóricos con los resultados de la experimentación.	No basa sus explicaciones en ninguna consulta.
Resolución de problemas no rutinarios	Con lo aprendido da respuesta a problemas rutinarios, así como es capaz de resolver situaciones cotidianas, mediante el uso de la investigación.	Reconoce la utilidad de algunas técnicas, conceptos o procedimientos, para la solución de problemas en su vida cotidiana, sin embargo no sabe cómo aplicarlos a la solución de problemas.	No establece relación entre lo que aprende, en una experiencia de laboratorio y situaciones de su vida cotidiana.