



UNIVERSIDAD METROPOLITANA DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN  
FACULTAD DE CIENCIAS BÁSICAS  
DEPARTAMENTO DE FÍSICA

PROFESORADO EN FORMACIÓN INICIAL DE FÍSICA:  
PERCEPCIONES SOBRE EL ENFOQUE INDAGATORIO Y SU APRENDIZAJE

TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE LICENCIADO EN EDUCACIÓN EN FÍSICA Y  
TÍTULO DE PROFESOR EN FÍSICA CON MENCIÓN EN ESTADÍSTICA  
EDUCACIONAL Y EDUCACIÓN EN TECNOLOGÍA.

AUTORES: CRISTÓBAL MATURANA ZAPATA Y  
CAMILA PIZARRO MANRÍQUEZ  
PROFESORA GUÍA: PAMELA PALOMERA ROJAS

SANTIAGO DE CHILE, JUNIO, 2022





UNIVERSIDAD METROPOLITANA DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN  
FACULTAD DE CIENCIAS BÁSICAS  
DEPARTAMENTO DE FÍSICA

PROFESORADO EN FORMACIÓN INICIAL DE FÍSICA:  
PERCEPCIONES SOBRE EL ENFOQUE INDAGATORIO Y SU APRENDIZAJE

TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE LICENCIADO EN EDUCACIÓN EN FÍSICA Y  
TÍTULO DE PROFESOR EN FÍSICA CON MENCIÓN EN ESTADÍSTICA  
EDUCACIONAL Y EDUCACIÓN EN TECNOLOGÍA.

AUTORES: CRISTÓBAL MATURANA ZAPATA Y  
CAMILA PIZARRO MANRÍQUEZ  
PROFESORA GUÍA: PAMELA PALOMERA ROJAS

Autorizado para

**Sibumce Digital**

SANTIAGO DE CHILE, JUNIO, 2022

2022, Cristóbal Maturana Zapata y Camila Pizarro Manríquez

Se autoriza la reproducción total de este material, con fines académicos, por cualquier procedimiento siempre que se haga la referencia bibliográfica que acredite el presente trabajo y sus autores.

## **Dedicatoria**

Queremos dedicar...

En primer lugar, a Valentina, quien ha sido nuestra motivación y pilar fundamental en estos últimos años para terminar nuestra carrera y llegar a entregar esta tesis, su comprensión y apoyo incondicional nos ha permitido crecer y avanzar juntos.

a los padres de Camila, Evelyn y Julio, quienes nos han acompañado emocionalmente durante todos estos años, apoyándonos en los buenos y malos momentos, entregándonos amor y por sobre todo mucho ánimo para finalizar este proceso.

## Agradecimientos

Queremos agradecer ...

En primer lugar, al departamento de física, quienes nos han enseñado mucho sobre pedagogía, compañerismo, autonomía, perseverancia, paciencia, voluntad y dedicación, además por abrirnos sus puertas y permitirnos realizar nuestra investigación en un curso específico de la carrera.

al profesor José Moreno y a la generación que cursó termodinámico el primer semestre del año 2021, por permitirnos implementar nuestro proyecto de tesis, quienes estuvieron comprometidos con la investigación y respaldaron en todo momento las actividades presentadas.

a nuestra profesora guía Pamela, quien mucho antes de iniciar nuestra tesis ya nos estaba apoyando, guiando y motivando para comenzar este proceso, siempre tuvo la disposición de resolver nuestras inquietudes, convirtiéndose en un ejemplo e inspiración para nosotros y para nuestra visión como docentes.

al profesor Víctor Parra, quién dedicó su tiempo y tuvo un rol importante en nuestro proceso final, nos ayudó a centrar ideas, a concretar acciones y llegar a consensos con nuestra profesora guía, y se encargaba de transmitirnos confianza respecto a nuestras capacidades.

al profesor Raúl Ilufi, quien nos impartió el ramo de termodinámica, nos ayudó y apoyo en este proceso pese a no seguir siendo parte de la planta docente del departamento de física.

a nuestros amigos que han estado apoyándonos en los momentos difíciles a lo largo de esta carrera, hemos aprendido mucho de cada uno y nos hemos nutrido de diferentes visiones para crecer y formarnos como docentes.

finalmente, a nuestra familia más cercana, quienes han sido parte de este largo proceso de formación, y que de alguna forma u otra han aportado con un granito de arena para poder cumplir con nuestro objetivo final.

## Tabla de Contenido

Dedicatoria.....	ii
Agradecimientos.....	iii
Tabla de Contenido.....	iv
Índice de Tablas.....	vi
Índice de Figuras.....	vii
Índice de Gráficos.....	viii
Resumen.....	ix
Abstract.....	x
Introducción.....	1
Planteamiento de la Propuesta.....	2
1.1 Planteamiento del problema.....	2
1.2 Objetivos.....	5
1.2.1 Objetivo general.....	5
1.2.2 Objetivos específicos.....	6
Marco Teórico.....	7
2.1 Percepciones.....	7
2.1.1 ¿Qué son las percepciones?.....	7
2.1.2 Percepciones del aprendizaje.....	7
2.1.3 Percepciones del enfoque indagatorio.....	8
2.2 Educación científica basada en indagación.....	9
2.2.1 Indagación científica.....	9
2.2.2 Aprendizaje basado en proyecto/problema (ABP).....	11
2.3 Secuencia de enseñanza y aprendizaje (SEA).....	12
2.3.1 SEA con enfoque indagatorio.....	12
2.3.2 Consideraciones para realizar una SEA con enfoque indagatorio en Ciencias.....	12
2.4 Enseñanza de las ciencias.....	13
2.4.1 Enseñanza de la física.....	14
2.4.2 Enseñanza de la termodinámica.....	14

Marco Metodológico.....	16
3.1 Metodología.....	16
3.2 Diseño de la secuencia de enseñanza y aprendizaje.....	16
3.2.1 Consideraciones al momento de crear las actividades.....	16
3.2.2 Guía del estudiante.....	17
3.2.3 Guía con orientaciones para el docente.....	18
3.2.4 Instrumentos de evaluación de la SEA.....	19
3.3 Implementación de la SEA.....	19
3.4 Plan de análisis de información.....	20
Resultados y discusión.....	23
4.1 Resultados.....	23
4.2 Diseño e implementación de la secuencia de enseñanza y aprendizaje (SEA).....	23
4.2.1 Guías del estudiantado y orientaciones para el profesorado.....	24
4.2.2 Instrumentos de evaluación SEA.....	25
4.3 Percepciones del profesorado en formación.....	26
4.3.1 Caracterización de las percepciones.....	27
4.3.2 Evaluación de las percepciones.....	29
Conclusiones.....	35
Referencias.....	37
Anexos.....	43
Anexo 1.....	43
Anexo 2.....	56
Anexo 3.....	71
Anexo 4.....	96
Anexo 5.....	98
Anexo 6.....	101
Anexo 7.....	103

## Índice de Tablas

TABLA 1 – Clasificación de niveles de indagación según roles del estudiantado y el profesor.....	11
TABLA 2 – Dimensiones y categorías para las unidades de significado para la clasificación de respuestas.....	21
TABLA 3 – Resumen de las actividades diseñadas en la SEA con la pregunta de cada actividad, nivel de indagación, rol del docente y del estudiante.....	24
TABLA 4 – Resultados porcentuales para las categorías por dimensión en cada actividad.....	27

## Índice de Figuras

FICURA 1 – Esquema que muestra la estructura de los resultados según las etapas.....	23
--	----

## Índice de Gráficos

GRAFICO 1 – Relación entre Enseñanza de las Ciencias y Proceso de Aprendizaje.....	29
GRAFICO 2 – Relación entre Enseñanza de las Ciencias y Metacognición.....	30
GRAFICO 3 – Relación entre Enseñanza de las Ciencias y Metodología de Aprendizaje.....	31
GRAFICO 4 – Relación entre Metacognición y Metodología de Aprendizaje.....	32
GRAFICO 5 – Relación entre Proceso de Aprendizaje y Metodología de Aprendizaje.....	33
GRAFICO 6 – Relación entre Proceso de Aprendizaje y Metacognición.....	34

## **Resumen**

El desarrollo de la sociedad ha sugerido cambios en la forma de enseñar, transitando desde una tradicional y unidireccional hacia metodologías que promuevan un aprendizaje contextualizado y la autonomía del estudiantado, entre otros aspectos. Este trabajo tiene como objetivo caracterizar las percepciones del profesorado en formación inicial de física en torno a su aprendizaje, y evolución, durante la implementación de una secuencia didáctica con enfoque indagatorio en un curso de Termodinámica. Se desarrollará una secuencia didáctica con enfoque indagatorio, que considera cinco actividades donde se enfrentarán a diversas situaciones relacionadas a la termodinámica como escalas termométricas, propagación de calor y sistemas de calefacción del hogar.

Esta investigación se posiciona desde un enfoque cualitativo de tipo exploratorio, donde se realizó un análisis del contenido, mediante la codificación de unidades de significado. Los resultados fueron analizados en dos etapas: primero, por actividad, donde se destacó que el profesorado en formación percibió una enseñanza o aprendizaje de las ciencias desde una visión estática.; segundo, se analizó la evolución de las percepciones, donde destaca que al inicio de la secuencia didáctica el profesorado en formación percibe mayoritariamente que generan un aprendizaje descontextualizado. Al finalizar la secuencia se evidencia una evolución, percibiendo un aprendizaje contextualizado.

Palabras clave: Formación inicial docente, percepciones, enseñanza de la termodinámica, educación científica basada en indagación, secuencia de enseñanza y aprendizaje.

## **Abstract**

The development of society has suggested changes in the way of teaching, transitioning from a traditional and unidirectional to a methodology that encourages a contextual learning and the students autonomy, among other aspects. This study has as its objective characterize the perceptions of the physics teachers in initial training around their learning, and their evolution, during the implementation of a didactic sequence with an inquisitive focus during a thermodynamic class. It will develop a didactic sequence with an inquisitive focus, that consists of five activities where they will face diverse situations related to thermodynamic, such as thermometric scales, heat propagation and home heating systems.

This research is positioned from a qualitative approach of the inquisitive type. A content analysis was made in it, through the codification of units of meaning. The results were analyzed in two stages, first, by activity where it stood out that, the teachers in training perceived a teaching or learning of science from a static vision; second, an analysis was made of the evolution of perceptions, where it stood out that at the beginning of a didactic sequence the physics teachers in initial training perceived in its great majority that it generates a decontextualized learning. Finishing the sequence, it becomes evident that an evolution has taken place, perceiving that now the learning is contextualized.

Key words: Initial teacher training, perceptions, teaching of thermodynamics, inquiry-based science education, teaching and learning sequence.



## **Introducción**

La presente investigación nace desde la inquietud de evaluar el impacto de la indagación científica para el profesorado en formación inicial de Física y valorar si ésta es considerada una experiencia significativa para el grupo considerándolo una metodología atractiva para ser replicada según lo aprendido en su propia formación.

A partir de la experiencia de los investigadores como estudiantes de colegio, como en su rol de profesorado en formación inicial de Física se despierta la inquietud de investigar los beneficios que puede traer el método indagatorio como un proceso significativo y valorable que permita no solo aprender sino también aprehender conocimientos, en específico como es en este caso de Física y en particular de Termodinámica que tienen un estigma en las y los estudiantes que dificultan el proceso de aprendizaje debido a ideas previas, interpretación social errónea de fenómenos que establecen barreras de entrada.

Lo anterior resultaría exitoso, solo en caso de que la experiencia vivida a través del ciclo de indagación sea atractiva y contribuya a una mejor comprensión de los contenidos. De tener una percepción favorable podría a la vez ser una metodología de enseñanza que ellos mismos en el futuro podrían replicar considerando que, los profesores en formación utilizan metodologías de trabajos similares a las que utilizaron sus propios docentes (Isla, 2003).

Para desarrollar la investigación se diseñará una secuencia de enseñanza y aprendizaje con enfoque indagatorio. Luego esta será aplicada en un curso de Formación Inicial Docente en Física en el marco del Laboratorio de la asignatura de Termodinámica de una universidad estatal y pública en la Región Metropolitana.

La aplicación de la secuencia se llevará a cabo en 8 sesiones y el análisis se hará a través de un análisis cualitativo y mediante preguntas aplicadas al finalizar cada actividad que buscan caracterizar las percepciones del profesorado en formación inicial de Física sobre su aprendizaje mediante una secuencia de enseñanza y aprendizaje con enfoque indagatorio, lo que podría permitir demostrar o no, si dicha metodología de enseñanza -en particular en la Termodinámica, desde una perspectiva cotidiana- logra un aprendizaje significativo según los conocimientos de las y los propios estudiantes.

## **Planteamiento de la Propuesta**

### **1.1 Planteamiento del problema**

La ciencia ofrece soluciones para los desafíos de la vida cotidiana y nos ayuda a responder a los grandes misterios de la humanidad (UNESCO, 2015). Chile es uno de los países latinoamericanos con mejor desempeño en las pruebas internacionales que miden competencias científicas en estudiantes de educación básica y media (OCDE, 2006). En la prueba PISA del año 2015 que se centró en el área de ciencias, el puntaje de Chile fue 447, significativamente mayor que el promedio de Latinoamérica que fue 408 (Agencia de Calidad de la Educación, 2017). Pese a lo anterior éste se ubica por debajo de la media (493) a nivel internacional, lejos de alcanzar a países desarrollados o en vías de desarrollo (Agencia de Calidad de la Educación, 2017).

Considerando los resultados anteriores que reflejan la realidad nacional, se puede afirmar que enseñar ciencias y transmitir conocimientos es un rol fundamental en la pedagogía, Bernal y López (2015) mencionan que una “formación científica básica” o “alfabetización científica”, sería semejante al proceso de alfabetización (enseñar a leer y escribir) para su inserción social. Los conocimientos científicos hoy son indispensables para desenvolverse en un mundo domado por las tecno ciencias y sus consecuencias sociales, económicas y ambientales. Si hablamos de Física, Pérez (2015) menciona que busca formar ciudadanos con competencias científicas que les permitan vivir a plenitud y que (o adicional) dentro del campo, la física se distingue por ser la más evolucionada, la que más transformaciones y revoluciones ha experimentado.

Siguiendo esta misma línea, Brahim y Espinoza (2016) mencionan que han visto, a lo largo de su experiencia docente en el tema de la Termodinámica, un grave problema en relación tanto con la estructura formal de sus contenidos, como con la metodología de enseñanza de ellos. Uno de los primeros problemas que tuvo que resolver la Ciencia del Calor, fue la diferenciación entre Calor y la Temperatura (Neira & Pérez, 2016). El mal uso de éstos conceptos se ha visibilizado en la ciencia y en la cotidianeidad. Dicho problema se origina por las confusiones de los conceptos citados, y de otros que son también presentados en forma confusa o incompleta, como temperatura, energía, calor, entropía (Brahim & Espinoza, 2016).

El estudio sobre la Termodinámica ha presentado dificultades por parte del estudiantado en cuanto a su comprensión, atribuidas a ideas previas, interpretación de los fenómenos, a la influencia del lenguaje cotidiano y razonamiento (Neira & Pérez, 2016). Debido a ello es que, en la actualidad, la enseñanza de las ciencias propone fomentar el cuestionamiento de las y los estudiantes, desarrollar estrategias de enseñanzas para motivar el aprendizaje, fomentar las habilidades experimentales, entre otras, todo esto basado en un problema contextualizado, es decir, utilizar una metodología indagatoria (Reyes & Padilla, 2012). Diversas son las investigaciones en Didáctica de las Ciencias que apuntan a los beneficios de una enseñanza de las ciencias basada en contexto (Broman y Parchmann, 2014). Autores como Lederman y Antink (2013), afirman que la mejor forma de enseñar ciencia es a través de la indagación, ya que se cree que las y los estudiantes aprenden mejor los conceptos científicos haciendo ciencia.

Las ciencias naturales es una asignatura difícil de aprender, porque involucra razonamientos multi nivel (macroscópico, microscópico y simbólico) por la barrera del lenguaje científico y por la existencia de conceptos que no se pueden acercar tan fácilmente a las y los estudiantes, resulta que esta asignatura requiere de un mayor contexto (Westermeyer y Osses, 2021). Hattie (2009), tras revisar más de 50.000 estudios y 800 meta-análisis relacionando metodologías docentes con resultados académicos, concluyó que los mejores resultados se asocian al profesor “activador”, que es definido como aquel que facilita la metacognición y la regulación del propio aprendizaje en el alumnado. En pocas palabras la indagación científica les ofrece el placer de descubrir por sí mismos e inicia la apreciación del poder y las limitaciones de la ciencia (Harlen, 2009).

Por otra parte, para Astudillo, Rivarosa y Ortiz (2014) la elaboración de una secuencia didáctica se concibe como una oportunidad inestimable para promover la dialéctica teoría-práctica. El debate didáctico enfatiza la responsabilidad del docente para proponer actividades secuenciadas que establezcan un clima de aprendizaje. Aplicando esta metodología con un enfoque indagatorio se podrían generar secuencias que impacten de forma positiva en los estudiantes, generando un aprendizaje significativo y actitudes ante el mundo real. Para Romero (2017) una indagación de calidad está dada por un contexto que facilita el desarrollo de la investigación.

Ahora bien, al insertar al estudiante como actor principal es importante saber cuál(es) son las percepciones que va formando frente a una secuencia didáctica con enfoque indagatorio. Tanto como González (2013) y Ramos (2018), realizaron estudios para conocer las percepciones del estudiantado frente al enfoque indagatorio. Ambas concluyeron que a partir de ésta metodología y sus estrategias de implementación, las y los estudiantes perciben más favorable la indagación científica que la metodología tradicional. Para determinar las percepciones se debe definir qué se entiende como tal. Vargas (1994) considera la percepción como el proceso cognitivo de la conciencia que consiste en el reconocimiento, interpretación y significación para la elaboración de juicios en torno a las sensaciones obtenidas del ambiente físico y social, en el que intervienen otros procesos psíquicos entre los que se encuentran el aprendizaje, la memoria y la simbolización.

Bajo esta perspectiva se entiende que la percepción no depende solo de un factor, sino que son variadas las aristas que convergen en la construcción de ésta, incluyendo el contexto en el que se encuentra la persona en dicho instante o momento. Para construir el aprendizaje, primero se debe organizar la información captada por los sentidos y relacionarla con los conocimientos de nuestra memoria. La percepción por lo tanto nos permite acceder a los conocimientos, interpretarlos y prepararlos para la construcción del contenido y del aprendizaje. (Rodríguez, 2019).

Si bien es cierto que una secuencia didáctica con enfoque indagatorio puede lograr aprendizajes significativos debido al orden y a la posición del estudiante como actor principal del proceso de enseñanza-aprendizaje, aún existen dudas de parte del profesorado sobre la verdadera eficacia de la indagación, además de su predisposición a utilizar nuevas metodologías, como mencionan Brahim y Espinoza (2016) la metodología de enseñanza es un grave problema a la hora de hablar sobre la termodinámica. Lo mismo ocurre de parte de las y los estudiantes, pero ellos dudan del proceso enseñanza-aprendizaje, en el sentido de que ya no hay un profesor que les enseña si no que son ellos mismos -mediante la realización de actividades indagatorias-, los propios articuladores de su proceso de aprendizaje. Según los antecedentes se puede observar que las percepciones de las y los estudiantes frente a la metodología mencionada son positivas, lo que evidencia la importancia de implementarla desde la formación inicial docente y mostrar estos resultados para su completa aceptación dentro de

los formadores de formadores.

Todo profesor o profesora ha sido antes estudiante, y tiende a reproducir los modelos de su sistema de enseñanza aprendizaje en el que se desarrollaron, aunque el contexto social y la tipología de las y los estudiantes escolarizados sean muy distintos (Sanmartí, 1997). A partir de esto, surge la necesidad de fomentar la implementación de nuevas metodologías de enseñanza y aprendizaje en la formación inicial docente para otorgar a ellos, como futuros(as) formadores(as), nuevas herramientas para enseñar.

En vista de los antecedentes sobre la enseñanza y aprendizaje de la termodinámica a lo largo de los años, se buscará conocer las percepciones que tienen las y los estudiantes luego de la aplicación de una secuencia didáctica con enfoque indagatorio en un curso de termodinámica de formación inicial docente. Esto, con el fin de demostrar que dicha metodología de enseñanza de la termodinámica desde una perspectiva cotidiana logra un aprendizaje significativo según los conocimientos de los propios estudiantes. De esta forma surge la siguiente pregunta de investigación: ¿Cómo evolucionan las percepciones del estudiantado sobre el aprendizaje durante la implementación de una secuencia didáctica de enseñanza y aprendizaje con enfoque indagatorio en un curso de termodinámica de formación inicial docente de Física?

## **1.2 Objetivos**

### **1.2.1 objetivo general**

Caracterizar las percepciones del profesorado en formación inicial de física (PFIF) en torno a su aprendizaje, y su evolución, durante la implementación de una secuencia didáctica de enseñanza y aprendizaje con enfoque indagatorio en un curso de Termodinámica.

### **1.2.2 objetivos específicos**

- Diseñar una secuencia didáctica de enseñanza y aprendizaje con enfoque indagatorio en un curso de termodinámica de formación inicial docente en física.
- Implementar una secuencia didáctica de enseñanza y aprendizaje con enfoque indagatorio en un curso de termodinámica de formación inicial docente en física.
- Identificar las percepciones que tiene el profesorado en formación sobre el enfoque indagatorio y su aprendizaje durante la implementación de la secuencia didáctica de enseñanza y aprendizaje.
- Identificar las percepciones que tiene el profesorado en formación posterior a la implementación de la secuencia didáctica de enseñanza y aprendizaje.

## **Marco Teórico**

### **2.1 Percepciones**

#### **2.1.1 ¿Qué son las percepciones?**

La percepción es un término muy subjetivo para ser utilizado solo en el ámbito educacional, según la Real Academia Española (2021) la percepción está definida como la sensación interior que resulta de una impresión material producida en los sentidos corporales. Si se profundiza más en esta definición se encuentra que la psicóloga Rodríguez (2019) lo explica de una forma más simple y con términos más sencillos de relacionar: la percepción es el proceso cerebral que se encarga de dar forma y sentido a los diferentes estímulos que llegan a nuestra mente a través de los sentidos, es decir, los sentidos captan determinados estímulos y envían esa información al cerebro y es en dicho lugar donde ocurre el proceso de percepción.

El proceso de percepción implica que en el cerebro se unen los estímulos; se interpretan según nuestros recuerdos; y se crea una realidad interna sobre lo que ocurre en el entorno (Rodríguez, 2019), por tanto, todo este proceso indica ser único y personal, generando una visión del mundo muy propia, es decir, una realidad construida por cada mente. La percepción contiene la explicación de sensaciones, dándoles significado y organización (Matlin y Foley, 1996). La organización, interpretación, análisis e integraciones, implica la actividad no sólo de nuestros órganos sensoriales, sino también de nuestro cerebro (Feldman, 1999).

#### **2.1.2 Percepciones del aprendizaje**

Conocer los mecanismos de la percepción permite entender cómo se produce el aprendizaje. Para construir el aprendizaje, primero se debe organizar la información captada por los sentidos y segundo relacionarla con los conocimientos de nuestra memoria. La percepción, por lo tanto, nos permite acceder a los conocimientos, interpretarlos y prepararlos para la construcción del contenido y del aprendizaje (Rodríguez, 2019).

Dentro de la formación inicial docente, la cual se ocupa de promover espacios para que el(la) futuro(a) educador(a) se apropie de los fundamentos y saberes básicos, y desarrolle las

competencias profesionales necesarias para efectuar su labor como profesional de educación (MINEDUCACION, 2021). Es importante que el PFIF pueda captar toda la información entregada, a través de todos los sentidos para luego realizar un proceso de percepción, el que permitirá organizar toda la información para relacionarla con los conocimientos previos y terminar este proceso contrastando lo aprendido, verificar si se genera un aprendizaje incluyendo los conocimientos previos o a partir de los conocimientos previos erróneos generar un aprendizaje. Además, como futuros (as) docentes no deberían limitarse a corregir el error (conocimientos previos erróneos), sino asegurarse de que reconocen y comprenden la razón por la que los conocimientos previos no son correctos. En cualquiera de los casos antes mencionados, se genera un aprendizaje a través de la percepción, lo que conlleva un cambio en la estructura lógica del cerebro y con ello su organización funcional, la cual utilizará posteriormente para seguir generando nuevos aprendizajes.

Que el PFIF sepa el proceso cognitivo por el cual está pasando al hablar sobre la percepción es importante, posteriormente es él mismo quien implementará estas metodologías y análisis con sus propios estudiantes. Trabajar los procesos cognitivos ayuda a forjar individuos capaces de construir, clarificar y mantener sus valores, más satisfecho consigo mismo en vías de su autorrealización y más útil a la sociedad, siendo dotado de los procesos mentales que le permiten adaptarse y comprender los rápidos cambios en su aprendizaje cuando sea necesario a través de acciones inteligentes producto de un claro y reflexivo pensamiento.

### **2.1.3 Percepciones del enfoque indagatorio**

Si se relaciona el proceso de la percepción con el enfoque indagatorio, entonces podremos identificar, en base a ésta, cómo los estudiantes le puedan dar forma y sentido a los diferentes estímulos que llegan a nuestra mente a través de los sentidos gracias a esta metodología de enseñanza y aprendizaje, permitiendo generar un nuevo conocimiento, opinión y visión al respecto de la metodología, es decir, generando una percepción acerca de su aprendizaje adquirido a través de esta forma de enseñar y aprender ciencias, donde los protagonistas y articuladores del proceso de enseñanza y aprendizaje son ellos mismos. Fernández (2017) menciona que es hora de darle al estudiantado más protagonismo, poniendo todos los esfuerzos en su aprendizaje y relevando el rol del(la) docente al de guía, orientador(a),

quedando así, las teorías más conductistas y cognitivistas, dejan paso a las constructivistas, desarrollando en el alumnado un aprendizaje significativo.

## **2.2 Educación científica basada en indagación**

### **2.2.1 Indagación científica**

La indagación es un estado mental caracterizado por la investigación y la curiosidad. Indagar, según la Real Academia Española (2021), se define como intentar averiguar algo discurriendo o con preguntas. Los seres humanos lo hacen desde su nacimiento hasta su muerte, por lo que no es ajeno al día a día, solo que no se explicita el proceso como indagación. Es por esto que aprender a partir de la indagación debería ser incluso más natural que desde las metodologías tradicionales que se conocen, ya que implica un proceso que el ser humano hace desde el inicio de sus tiempos, pero de manera inconsciente.

Cuando se habla de enfoque indagatorio, más bien se hace alusión a una metodología que permite que las y los estudiantes piensen en forma sistemática e investiguen para llegar a soluciones razonables para un problema contextualizado (de la vida real) o cotidiano. Además, la enseñanza por medio de la indagación se centra en la o el estudiante, no en el(la) profesor(a); se basa en problemas, no en soluciones y promueve la colaboración entre los estudiantes (Arauz y Dengo, s.f.). Gilbert (2006) señala que, para facilitar el aprendizaje de conceptos a través de los contextos, es necesario proponer un énfasis curricular diferente en la enseñanza científica tradicional. La cuál se centre en la utilidad de la ciencia en la vida cotidiana de manera contextualizada, dejando de lado enseñar contenidos sin contexto y sin un fin específico, apuntando más a una alfabetización científica de las y los estudiantes como futuros ciudadanos capaces de pensar de manera crítica y tomar decisiones de manera informada. Esta metodología está compuesta por cuatro pasos; el planteamiento del fenómeno, la pregunta, el método y la respuesta. Además, ésta permite la participación activa de las y los estudiantes en la adquisición del conocimiento, ayuda a desarrollar el pensamiento crítico, facilita la capacidad para resolver problemas y otorga mayor habilidad en los diferentes procesos de la enseñanza de las ciencias,

guía a éstos a formar y expresar conceptos por medio de una serie de preguntas y finalmente permite que la tecnología enlace a los estudiantes con toda la comunidad local y mundial (Arauz y Dengo, s.f.).

En la actualidad la enseñanza de las ciencias propone que las y los estudiantes se involucren activamente al considerarles aprendices de una práctica. Esta debería motivar a que ellos generen pensamiento teórico sobre los fenómenos del mundo que construyan representaciones más complejas y modelos teóricos escolares apoyados en la observación y la experimentación, el análisis y la inferencia, la aportación argumentada de evidencias, la reformulación colectiva de las ideas, el planteamiento y la resolución de problemas, la evaluación de resultados; es decir, en lo que podríamos llamar indagación científica (Adúriz et al., 2011). El desarrollo de las diferentes habilidades mediante la indagación científica permite, según Harlen (2009) que las y los estudiantes tengan el placer de descubrir por sí mismos e inicia la apreciación del poder y las limitaciones de la ciencia.

Existen diferentes clasificaciones para la indagación científica según sus formas y roles que toma la o el estudiante y la o el docente como se muestra en la tabla 1.

- Indagación nivel 0: La o el docente presenta la pregunta/problema, el método de resolución y la respuesta, por lo tanto, no existe indagación.
- Indagación nivel 1: La o el docente presenta la pregunta/problema, el método de resolución y el estudiante formula la respuesta, por lo tanto, corresponde a una indagación estructurada.
- Indagación nivel 2: La o el docente presenta la pregunta/problema, y el estudiante realiza el método de resolución y formula la respuesta, por lo tanto, corresponde a una indagación guiada.
- Indagación nivel 3: La o el docente presenta un fenómeno, y el estudiante formula la pregunta/problema, el método de resolución y la respuesta, por lo tanto, corresponde a una indagación abierta.














	Fenómeno	Pregunta	Método	Respuesta
Nivel 0 <b>No existe indagación</b>				
Nivel 1 <b>Estructurada</b> Estudio de caso				
Nivel 2 <b>Guiada</b> AB Proyecto				
Nivel 3 <b>Abierta</b> AB Problema				

Tabla 1: Clasificación de niveles de indagación según roles del estudiantado y el profesor.

### 2.2.2 Aprendizaje basado en proyecto/problema (ABP)

Cuando se posiciona la estrategia de enseñanza en un aprendizaje contextualizado buscamos acercar a las y los estudiantes a conceptos teóricos desde la utilidad que tienen estos para la vida cotidiana. Adicional, el involucramiento del estudiantado en su proceso de aprendizaje, implica el desarrollo de competencias científicas y pensamiento crítico, lo que permite la formación de ciudadanos comprometidos y responsables con su entorno (Ferrés, Marbá y Sanmartí, 2015). Según el Currículo Nacional el ABP es un método de enseñanza-aprendizaje donde estudiantes desarrollan conocimientos y habilidades del siglo XXI trabajando a partir de proyectos en donde investigan en torno a un problema, desafío o pregunta compleja que sea auténtica y motivadora (MINEDUC, s.f.).

A través de esta metodología de enseñanza y aprendizaje las y los estudiantes aprenden resolviendo problemas del mundo real o respondiendo una pregunta esencial y desarrollan un producto público o una presentación para una audiencia real. A través del trabajo por proyectos, se fomenta el aprendizaje de contenidos y habilidades del siglo XXI, desatando una energía contagiosa y creativa entre estudiantes y docentes (MINEDUC, s.f.).

## **2.3 Secuencia de enseñanza y aprendizaje (SEA)**

### **2.3.1 SEA con enfoque indagatorio**

Las secuencias didácticas de enseñanza y aprendizaje (SEA) constituyen una forma de organización de las actividades de enseñanza y aprendizaje que se realizarán con las y los estudiantes, donde su finalidad es estructurar situaciones que permitan desarrollar aprendizaje significativo. En ellas se establece una serie de actividades que tienen relación entre sí, partiendo desde las ideas previas que tienen las y los estudiantes sobre un concepto o fenómeno y vinculándolas a situaciones de la vida real con el fin de que sea significativo (Cárdenas, 2017).

La secuencia didáctica necesariamente requiere que la o el estudiante vincule sus conocimientos y experiencias con algún problema contextualizado o de la vida real. Esta visión de hacer ciencia escolar, enfatiza la necesidad de generar propuestas de enseñanza que situen a las y los estudiantes en un rol activo desde el punto de vista cognitivo. Éste se refiere a un proceso intelectual que involucra lo que se sabe para aprender cosas nuevas (Furman y Podestá 2009). En la práctica esto implicaría que el aprendizaje de conceptos científicos esté enmarcado en situaciones de enseñanza en las que las y los estudiantes tengan la posibilidad de desarrollar habilidades e ideas relacionadas al proceso de construir conocimiento científico, es decir, a través de la indagación

### **2.3.2 Consideraciones para realizar una SEA con enfoque indagatorio en ciencias**

Para crear una SEA es importante que se diseñe y sea coherente con el enfoque indagatorio, considerando todos los antecedentes expuestos anteriormente, Furman (2012) plantea algunas recomendaciones para diseñar una SEA en ciencias, éstas se alinean con lo expuesto y entre ellas se encuentran:

- Situar las situaciones en contextos cotidianos que ayude a las y los estudiantes a comprender lo que están aprendiendo y aplicarlo en el mundo que los rodea.

- Plantear objetivos claros, tanto conceptuales, como de desarrollo de habilidades científicas para cada sesión.
- Enmarcar los experimentos en investigaciones guiadas, en las que exista una pregunta a responder. Para ello las y los estudiantes pueden participar en el diseño de los experimentos decidiendo aspectos como variables a medir, condiciones y cómo se registrarán y comunicarán los resultados.
- Incluir textos que relaten episodios de la historia de la ciencia en los que se describan preguntas, investigaciones y debates de otras épocas. Estos son relevantes al enseñar contenidos relacionados con la naturaleza del trabajo científico y la construcción social del conocimiento.

#### **2.4 Enseñanza de las ciencias**

Cuando se enseña ciencias se consideran variadas herramientas con el fin de facilitar el proceso de aprendizaje de las y los estudiantes, pero ¿para qué enseñar ciencia? La enseñanza de la ciencia ha tenido cambios a lo largo de la historia, pasando de un enfoque en el aprendizaje científico desde la perspectiva de comprender conceptos y teorías sin ver más allá, a un foco completamente distinto donde lo principal es la interiorización de contenidos científicos que faciliten la comprensión de situaciones cotidianas a partir de la ciencia por parte de la sociedad. En otras palabras, se busca la alfabetización científica de las y los futuros ciudadanos. La educación y, en particular, la alfabetización científica para todos se ha convertido, en opinión general de los expertos y políticos, en una exigencia urgente (Gil et al., 1998; Reid y Hodson, 1993). Esto es, proporcionar a todos los ciudadanos el conocimiento y capacidades suficientes para permitirles decidir sobre asuntos que afectan su vida, y que están relacionados con la Ciencia (González et al., 2011).

Según Sanmartí (2017), la necesidad de enseñar ciencias es reconocida actualmente en todo el mundo. La sociedad valora la enseñanza de la Ciencia como algo fundamental y necesario para la formación de todas las y los estudiantes y no sólo de aquellos que, en el futuro,

serán científicos o técnicos. Pero la generalización de estos estudios conlleva, necesariamente, una redefinición del tipo de contenidos que se priorizan y del contexto en el que se enseñan.

#### **2.4.1 Enseñanza de la física**

Una de las ramas de la ciencia es la física. La enseñanza de la física debe generar un espacio que fortalezca el bagaje cultural de las y los individuos, ocasionar un lugar para que la cultura científica y tecnológica posibilite actividades cotidianas que procuren manipular la información que le llega al individuo, crear un espacio en donde la cultura política, económica y religiosa tonifique el análisis, la creatividad y la convivencia de los hombres (Burbano, 2001).

La enseñanza de la física debe servir de puente para pasar de un conocimiento común a uno más elaborado, sistemático y científico. Burbano (2001) menciona que la enseñanza de la física sirve para transformar un conocimiento dogmático y mítico por uno más cercano al mundo que encierra el avance de la ciencia y la tecnología, para traspasar barreras de la pasividad a la acción, de la mediocridad a la efectividad, del obscurantismo a la claridad, del mecanicismo a la innovación, de la individualidad a la solidaridad, de la injusticia a la justicia y de la repetición a la creación.

Para el PFIF es importante aprender a enseñar física. Ésta rama de la ciencia es una de las más complejas y difíciles de aprender, y como futuros docentes es necesario buscar diferentes herramientas y metodologías para en forma posterior, enseñarla ya que, dentro de la física, la termodinámica en específico tiene un grave problema que se relaciona tanto con la estructura formal de sus contenidos, como con la metodología de enseñanza de los mismos (Brahim y Espinoza, 2016).

#### **2.4.2 Enseñanza de la termodinámica**

La termodinámica es el área de la física que estudia las transferencias de calor, la conversión de la energía y la capacidad de los sistemas para producir trabajo. Las leyes de la termodinámica explican los comportamientos globales de los sistemas macroscópicos en situaciones de equilibrio.

En la vida cotidiana se puede observar comúnmente la termodinámica sin darse cuenta. Existen muchas formas, ya sea hablando de diversos conceptos (el calor y temperatura, el clima de forma errónea, etc.) o aplicando los conocimientos para el beneficio de las personas, como lo sería la alimentación, la ciencia de los materiales, aplicaciones industriales, la arquitectura o la generación de electricidad. Debido a todas las aplicaciones que tiene esta área de la física es de suma importancia su enseñanza, además como menciona Brahim y Espinoza (2016), la termodinámica es, quizás, uno de los campos de la física que más sufre de errores de presentación, transformándola en poco atractiva para profesores y estudiantes.

## **Marco Metodológico**

### **3.1 Metodología**

Esta investigación se posiciona desde un enfoque cualitativo de tipo exploratorio (Flick, 2012). El objetivo principal fue caracterizar las percepciones del profesorado en formación inicial de física (PFIF) en torno a su aprendizaje, y su evolución, durante la implementación del enfoque indagatorio en un curso de termodinámica. La investigación está dividida en dos etapas principales. En primer lugar, se diseña la propuesta de enseñanza y aprendizaje y luego se lleva a cabo la implementación de la SEA donde se recolectaron los datos que finalmente fueron analizados.

### **3.2 Diseño de la secuencia de enseñanza y aprendizaje (SEA)**

En primera instancia se diseñó una secuencia de enseñanza y aprendizaje con enfoque indagatorio, que se compone de 5 actividades a partir de aprendizaje basado en proyecto/problema (ABP), con indagación de tipo guiada nivel 1 y 2, según los roles que toma el PFIF. Cada una de las actividades fue estructurada a partir de las fases del ciclo de aprendizaje propuestas por Jorba y Sanmartí (1996), que corresponden a Exploración, Introducción, Síntesis y Aplicación.

#### **3.2.1 Consideraciones al momento de crear las actividades**

Para crear las actividades de indagación fue necesario concentrarse en contextos cotidianos coherentes a la vida de las y los estudiantes sin pensar en una actividad o contenido curricular como inicio. Buscando en la literatura y pensando en diferentes casos, así fue como surgieron los diferentes contextos para las actividades planificadas en la unidad didáctica. Para la formulación de la 1<sup>ra</sup> pregunta de investigación (*¿Qué tipo de calefacción transforma de mejor manera el combustible en energía en forma de calor?*) se transitó por 3 interrogantes distintas, las cuales se fueron reformulando, mezclando las ideas de los textos de Ferrés-Gurt

(2017) y Sanmartí (2012) considerando cómo plantear la pregunta y los términos utilizados para que el estudiante pueda inferir información adicional de ésta.

En cuanto a la estrategia didáctica, se escoge A.B. Proyectos con indagación de tipo guiada nivel 2, según los roles que toma la o el estudiante, para una pregunta y fenómeno ya definido. Si bien la actividad se estructura bajo la creación de un producto no tangible (a diferencia de como lo es habitualmente en este nivel de indagación), existe un énfasis pedagógico en el producto, más que en el proceso de éste, con un propósito predominante de poner en práctica conocimientos adquiridos previamente, siendo estas características que diferencian al A.B. en Proyectos de otras estrategias de aprendizaje (Aditomo et al., 2013). Bajo la lectura de este autor, se observa que la actividad es coherente para crear un producto en base a lo que ya es conocido por las y los estudiantes, por lo que se determina que esta actividad es indicada para quienes han desarrollado los conceptos de Energía y sus transformaciones, desde un punto de vista termodinámico y eléctrico.

Se afirma que la actividad cumple con los criterios de una *indagación de calidad* en base a lo que plantea Romero (2017), por un contexto que facilita el desarrollo de la investigación, por una implicación del estudiante en una investigación con método y respuesta construido por ellos y su potencial para desarrollar la argumentación de situaciones científicas en base a la evidencia.

### **3.2.2 Guía del estudiante**

Este material corresponde al texto para la o el estudiante donde se detallan las actividades a realizar en la unidad de termodinámica. Las actividades se dividen en 5 guías, las que están organizadas con los siguientes apartados principales:

- Conocimientos previos necesarios: Conocimientos necesarios para la realización de la actividad.
- Pregunta general e investigable: Preguntas a responder mediante la investigación.

- Diseño de investigación y componentes de la investigación: se plantean diseños investigativos o experimentales, los que deben tener hipótesis, diseño de investigación, los materiales y/o recursos, procedimiento realizado, resultados obtenidos y sus conclusiones.
- Apartados para escribir las componentes de la investigación: una ayuda para estructurar su investigación y facilitar su formato de escritura y/o presentación.
- Pensando sobre el experimento (preguntas guías): ayuda a los estudiantes a determinar el enfoque de su investigación.

### **3.2.3 Guía con orientaciones para el docente**

Este material corresponde al texto para la o el docente donde se entrega la planificación de la unidad, se detallan las actividades a realizar y se entregan diferentes sugerencias y adecuaciones metodológicas. Las actividades se dividen en 5 guías, las que están organizadas con los siguientes apartados principales:

- Conocimientos previos: Conocimientos necesarios que deben tener las y los estudiantes antes de realizar la actividad.
- Pregunta general e investigable: Preguntas planteadas por el docente para que las y los estudiantes enfoquen su investigación.
- Hipótesis: Posibles hipótesis a la que las y los estudiantes pueden llegar a partir de la pregunta investigable.
- Diseño del experimento: Se muestran posibles opciones de realización de la investigación, dependiendo si es de tipo experimental o investigativa.
- Materiales: Muestra los posibles recursos que las y los estudiantes puedan utilizar.
- Dibujo: Sobre lo que se está investigando para orientar al docente.
- Tiempo: Sesiones a utilizar para realizar la actividad.
- Proceso: Orientación para implementar la actividad.
- Pensando sobre el experimento: Preguntas para orientar la investigación del estudiante con respuestas esperadas.

- Resultados: Se describen los resultados esperados por parte de las y los estudiantes.
- Conclusiones: Se muestran algunas conclusiones a las que se espera que las y los estudiantes lleguen luego de realizada la actividad indagatoria.

### **3.2.4 Instrumentos de evaluación de la SEA**

Considerando que el enfoque indagatorio pone énfasis en el proceso de enseñanza y aprendizaje y no solo el producto es que se crearon dos rubricas de evaluación, las que se utilizaban dependiendo de la forma en que se piden los resultados, ya sea en una presentación o un informe escrito. Este instrumento busca recoger, analizar y valorar los procesos de aprendizajes, para lograr que las y los estudiantes avancen en el desarrollo de diferentes competencias y puedan ir mejorando su proceso a medida que completan las actividades. La guía del estudiante está considerada en uno de los puntos de la rúbrica ya que ésta tiene como objetivo además de guiar el proceso, que sea un resumen de lo que realizaron.

Adicional a las rubricas se realizó un ticket de salida con el fin realizar el proceso de metacognición en cada una de las actividades, además de ser utilizado para recolectar las impresiones que tiene el profesorado en formación sobre el proceso de aprendizaje y la metodología de aprendizaje utilizada en la SEA.

### **3.3 Implementación de la SEA**

La implementación de la SEA se llevó a cabo en el laboratorio de la asignatura de Termodinámica, del tercer semestre de la carrera de Pedagogía en Física de una universidad estatal y pública, en la Región Metropolitana, que fue dictado durante el primer semestre 2021. El curso estaba compuesto por 26 estudiantes, entre los cuales se encuentran 12 mujeres y 14 hombres, con edades que fluctúan entre los 19 y 26 años.

Durante la implementación, se desarrolló el trabajo de forma grupal, donde se dividió al curso en nueve grupos de trabajo, compuestos por dos a cuatro estudiantes. Esta actividad busca incorporar el enfoque indagatorio en la formación inicial docente de física con el objetivo de brindar nuevas herramientas al profesorado en formación.

Al momento de presentar cada actividad al curso se utilizaba una presentación considerando que fue realizado de manera virtual. La presentación tenía la siguiente estructura:

- Se presenta la actividad recordando los componentes de una investigación
- Se levantan las ideas previas mediante preguntas con palabras claves de los conceptos a tratar y se hace una lluvia de ideas.
- Se entrega la pregunta general y se contextualizan los conceptos con situaciones cotidianas para luego dar la pregunta investigable.
- Se muestran ejemplos de herramientas metodológicas
- En la entrega de resultados se les pide: título, introducción, planteamiento del problema, hipótesis, descripción del proceso investigativo, resultados y conclusiones.
- Se aplica un ticket de salida una vez que se entrega la actividad.

### **3.4 Plan de análisis de información**

La información fue principalmente analizada a través del análisis de contenido, partiendo por una segmentación del cuerpo de datos, es decir, por la codificación y categorización de unidades de significado. Luego, se prosiguió con el método de comparaciones constantes propuesto por Glaser y Strauss (1967), para finalmente, integrar de forma analítica patrones concurrentes y establecer una conceptualización teórica (Gibbs, 2012).

Producto del análisis de los datos cualitativos que provienen del ticket de salida, se definieron 4 dimensiones y 8 categorías, cuyas definiciones se pueden observar en la Tabla 2.

Enseñanza de las ciencias	
Visión sobre la enseñanza o el aprendizaje de las ciencias naturales que obedece a una comprensión estática o dinámica.	
Estática (ES)	La comprensión estática de las ciencias naturales se fundamenta desde una perspectiva descontextualizada en la que se ignora o se aborda superficialmente las complejas relaciones entre ciencia, tecnología, sociedad y ambiente (CTSA) (Fernández, 2002).
Dinámica (DIN)	La comprensión dinámica de las ciencias naturales se fundamenta desde una perspectiva contextualizada en la que es primordial abordar las relaciones CTSA para explicar y predecir los fenómenos observacionales, mediante teorías, leyes y principios (Concari, 2001).
Proceso de Aprendizaje	
Describe cómo se percibe el proceso de aprendizaje ya sea interpretativo o constructivo	
Interpretativa (IN)	La percepción del propio aprendizaje, solo alcanza un nivel en que se identifican y unen los estímulos del ambiente, llegando apenas a la interpretación de acuerdo a las vivencias personales de cada uno (Rodríguez, 2019).
Constructiva (CO)	La percepción del propio aprendizaje hace referencia a los estímulos del entorno los cuales se utilizan para construir el aprendizaje. Este tipo de percepción declara, no sólo, la información captada por los sentidos, sino que la interpreta y prepara para la construcción del contenido y del aprendizaje (Rodríguez, 2019).
Metodología de aprendizaje	
Considera la percepción que tienen las y los estudiantes sobre su aprendizaje en distintas metodologías, ya sea mediante indagación o tradicional.	
Metodología Indagatoria (MI)	El profesorado en formación percibe que la mejor forma de aprender y posteriormente enseñar ciencia es a través de la indagación, ya que, se cree que el estudiantado aprende mejor los conceptos científicos haciendo ciencia (Lederman y Antink 2013).
Metodología Tradicional (MT)	El profesorado en formación percibe que la mejor forma de aprender y posteriormente enseñar ciencia es a través de la metodología tradicional, que

	se caracteriza por una exposición continua por parte del instructor poniendo énfasis en la transmisión del conocimiento de forma unidireccional por parte del docente (Freeman et al. 2014).
Metacognición	
Considera la percepción que tienen las y los estudiantes sobre el logro de la construcción de su aprendizaje	
Se evidencia (SE)	El profesorado en formación percibe, luego del proceso de enseñanza y aprendizaje que son conscientes de sus pasos durante el proceso de solución de problemas y evaluar la productividad de su propio pensamiento, lo que permite evidenciar un proceso metacognitivo (Acedo, 2003)
No se evidencia (NSE)	El profesorado en formación no percibe su propia concientización sobre sus pasos durante el proceso de solución de problemas y evaluar la productividad de su propio pensamiento (Acedo, 2003)

*Tabla 2: Dimensiones y categorías para las unidades de significado para la clasificación de respuestas.*

## Resultados y Discusión

### 4.1 Resultados

Los resultados están divididos en dos etapas principales, tal como se muestra en la figura 1. En primer lugar, el diseño e implementación de la propuesta de enseñanza y aprendizaje y luego el análisis de los datos recolectados mediante el ticket de salida.

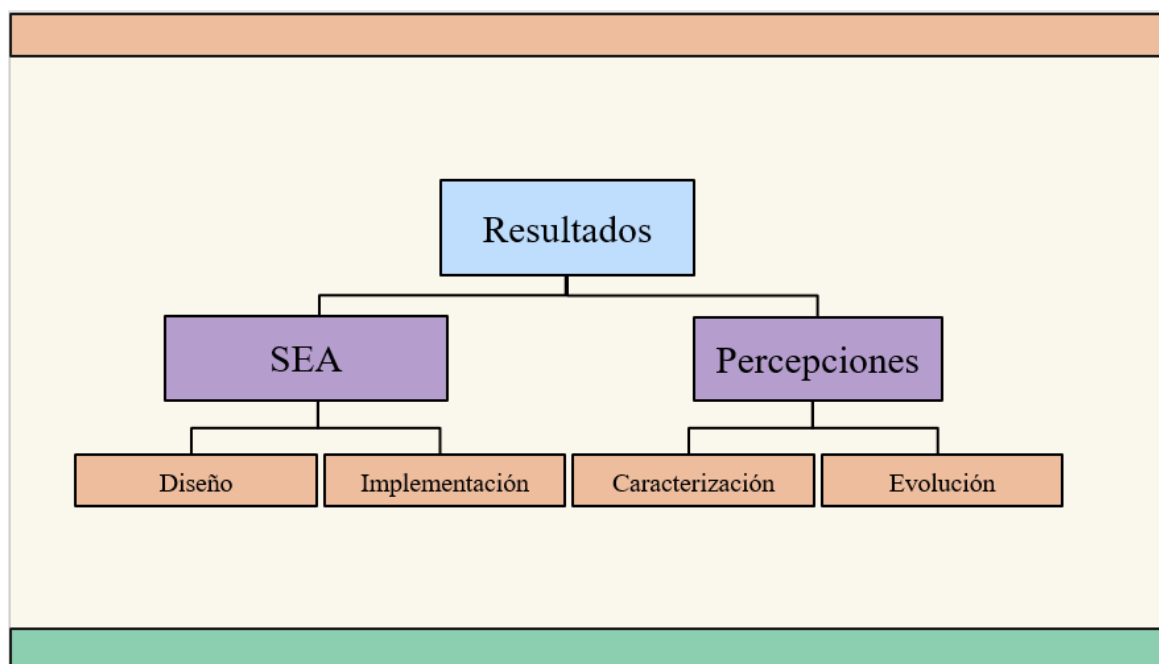


Figura 1: Esquema que muestra la estructura de los resultados según las etapas.

### 4.2 Diseño e implementación de la secuencia de enseñanza y aprendizaje (SEA)

La SEA quedó estructurada, tal como se observa en la Tabla 3. La finalidad de estas actividades era que el PFIF se expusiera a propuestas de enseñanza que tienen énfasis en situaciones problemáticas cotidianas, facilitadas por el planteamiento de un contexto inicial para el desarrollo de la investigación, promoviendo habilidades científicas entre las que se destaca la observación de fenómenos, evaluación de datos y evidencias, para construir explicaciones coherentes (véase Anexo 1).

Tipo de actividad	Pregunta de investigación	Nivel de indagación	Rol del estudiantado	Rol del docente
Diseño investigativo	¿Qué diferencias existen entre los conceptos calor y temperatura a nivel físico y cotidiano?	Nivel 1	Responde a la pregunta	Plantea la pregunta y metodología
Diseño investigativo	¿En qué contextos se suele utilizar cada escala de temperatura, siendo éstas la Celsius, Fahrenheit y Kelvin y por qué?	Nivel 1	Responde a la pregunta	Plantea la pregunta y metodología
Diseño experimental	¿Qué mecanismos de transferencia de calor se pueden encontrar en el hogar?	Nivel 1	Responde a la pregunta	Plantea la pregunta y metodología
Diseño experimental	¿Cuál es la temperatura inicial de un cubo de hielo?	Nivel 2	Plantea metodología y responde la pregunta	Plantea la pregunta
Diseño experimental	¿Qué tipo de sistema de calefacción es más conveniente para su uso en el hogar?	Nivel 2	Plantea metodología y responde la pregunta	Plantea la pregunta

*Tabla 3: Resumen de las actividades diseñadas en la SEA con la pregunta de cada actividad, nivel de indagación, rol del docente y del estudiante.*

#### **4.2.1 Guías del estudiantado y orientaciones para el profesorado**

En el texto para la o el estudiante se detallan las actividades a realizar en la unidad de termodinámica, además se puede encontrar los requisitos para poder realizar la actividad. La guía inicia indicando el número y nombre de la actividad, además de nombrar los conceptos que se requieren comprender para la realización de ésta. Luego indica la pregunta general y la pregunta investigable para dicha actividad. Finalmente se realiza una reseña indicando lo que debe contener la investigación, seguido de un apoyo estructurado para ser llenado con lo investigado por los estudiantes, adicional se les presenta unas preguntas guías (“pensando sobre el experimento”) para que sepan hacia dónde apuntar la investigación (véase Anexo 2).

En el texto con orientaciones para el docente se entrega la planificación de la unidad, se detallan las actividades a realizar, donde se entregan diferentes sugerencias y adecuaciones metodológicas. La guía inicia indicando el número y nombre de la actividad, además de nombrar los conceptos que los estudiantes requieren comprender para la realización de ésta. Luego indica la pregunta general y la pregunta investigable para dicha actividad. Lo siguiente a mostrar en la guía son las posibles respuestas que pueden tener los estudiantes a las diferentes partes de la investigación, terminando con una propuesta de planificación para las clases a realizar durante la actividad (véase Anexo 3).

#### **4.2.2 Instrumentos de evaluación de la SEA**

A continuación, se presentarán los tópicos a evaluar en las rúbricas y los niveles de alcance. Además, se mostrarán las preguntas del ticket de salida, las que se analizarán para determinar las percepciones del profesorado en formación.

Para la rúbrica de actividades con informe, los tópicos a evaluar dentro de las rúbricas son ocho y cada una tiene cuatro niveles de logro, el primer tópico es de “Introducción / Presentación del problema”, donde se espera que las y los estudiantes contextualicen claramente el tema, indicando además la problemática de una manera concisa y clara, luego tenemos el tópico de “Hipótesis”, donde para conseguir el nivel máximo de logro el grupo debe presentar una hipótesis que deje en evidencia un análisis profundo y exhaustivo del tema, el tercer tópico de “ Descripción del diseño de trabajo”, en este punto se debe detallar claramente el proceso investigativo con su respectivo diseño de trabajo, luego se pasa al tópico de “Resultados”, donde se evalúan que los resultados sean entregados de manera clara y detallada, en formato innovador en cuanto a las herramientas metodológicas (tablas comparativas, encuestas, fotografías, memes, etc.), el quinto tópico es “Conclusiones”, donde las y los estudiantes deben analizar de manera clara y en detalle los conceptos a investigar de manera física y sus diferencias en las concepciones cotidianas con ejemplos, para luego pasar al tópico de “Bibliografías”, donde las y los estudiantes deberán utilizar al menos 3 referencias bibliográficas de fuentes confiables y en formato APA, dando paso al tópico de “Guía Resumen”, y se evalúa que la guía entregada

es coherente con el informe entregado y muestra el trabajo realizado, finalmente tenemos el tópico de “Aspectos Formales”, donde se observa si el trabajo que cumple con todos los aspectos formales indicados (letra, interlineado, justificado, márgenes, referencias). (véase Anexo 4).

Para la rúbrica de actividades con presentación, los tópicos a evaluar dentro de las rúbricas son nueve y cada una tiene cuatro niveles de logro, siendo iguales los 7 primeros tópicos a la rúbrica de actividades con informe, debido a que cambia el tópico de “Aspectos formales presentación” donde se pide que la presentación cumpla con todos los aspectos formales indicados (Duración entre 5 y 7 min, no presentan faltas de ortografía, realizan una presentación novedosa y una organización en la presentación) y agregar el ultimo tópico llamado “Habilidades de comunicación”, donde evalúa que los estudiantes utilicen un lenguaje adecuado, que se aprecie una precisión conceptual, expliquen en detalle todo el proceso y finalmente se note un completo manejo del tema. (véase Anexo 5).

El ticket de salida está compuesto por 4 preguntas (véase Anexo 6), las respuestas de éstas fueron analizadas mediante las dimensiones y categorías creadas.

### **4.3 Percepciones del profesorado en formación**

La recolección de información se realizó a través de la aplicación de ticket de salida al final de cada actividad, donde se les preguntaba sus impresiones personales acerca de la actividad, del proceso de indagación y de su propio aprendizaje; alcanzando 78 producciones escritas.

Este apartado se ha estructurado en dos etapas. En primer lugar, se presenta el análisis por actividad de la SEA, el cual permitirá caracterizar las percepciones del PFIF en torno a su aprendizaje. En segundo lugar, se analizarán los resultados de forma general y solo de las actividades 1 y 5, lo que nos permitirá evidenciar la evolución de las percepciones durante la

implementación de la secuencia didáctica con enfoque indagatorio.

### 4.3.1 Caracterización de las percepciones

En la tabla 4, se pueden observar los resultados porcentuales obtenidos luego de la segmentación y codificación de las unidades de significado. Estos dan cuenta del porcentaje de respuestas obtenidas por cada dimensión en las 5 actividades.

	Actividad 1	Actividad 2	Actividad 3	Actividad 4	Actividad 5
Estático	60%	32%	24%	57%	12%
Dinámico	40%	68%	76%	43%	88%
Conceptual	100%	97%	100%	68%	85%
Resolución	0%	3%	0%	32%	15%
Interpretativa	12%	5%	0%	6%	8%
Constructivista	88%	95%	100%	94%	92%
M. Indagatoria	82%	100%	94%	91%	92%
M. Tradicional	18%	0%	6%	9%	8%
Se evidencia	63%	57%	79%	76%	71%
No se evidencia	37%	43%	21%	24%	29%

*Tabla 4: Resultados porcentuales para las categorías por dimensión en cada actividad*

A partir de la tabla 4 se evidencian los siguientes resultados por actividad:

#### Actividad 1

En la dimensión Enseñanza de las Ciencias se observa que un 60% de las percepciones de PFIF es Estático y en la dimensión de Metodología de Aprendizaje se encuentra que un 82% percibe un mejor aprendizaje mediante la indagación. Con esto se puede decir que para el profesorado en formación la mejor forma de aprender y luego enseñar ciencias es la metodología indagatoria, pero a su vez perciben que ésta no conlleva un aprendizaje contextualizado, lo que se contradice con lo que plantea Romero (2017), una indagación de calidad está dada por un contexto (situaciones de la vida real) que facilita el desarrollo de la investigación.

#### Actividad 2

En la siguiente actividad, donde se les pide hablar de los contextos en los que se utilizan las escalas termométricas, se destaca la dimensión de Metodología de Aprendizaje, donde se

identifica un 100% para Metodología Indagatoria, el PFIF percibe que ésta metodología es mejor para aprender y enseñar ciencias, siendo respaldado por Lederman y Antink (2013), ellos afirman que la mejor forma de enseñar ciencia es a través de la indagación.

### Actividad 3

En la dimensión Procesos de Aprendizaje se observa un 100% Constructiva y en la dimensión de Metacognición se presenta un 79% Se Evidencia, esto muestra que el profesorado en formación utiliza los estímulos de su entorno para generar así una percepción de su propio aprendizaje y además que son conscientes de este propio proceso. Rodríguez (2019) plantea que, no sólo se capta la información de su entorno, sino que se es consciente, la interpreta y la prepara para la construcción de contenidos y aprendizajes.

### Actividad 4

Hacia el final de la secuencia se mantiene una tendencia en las dimensiones de Procesos de Aprendizaje con un 94% Constructivista, Metodología de Aprendizaje con un 94% para Indagación y en Metacognición con un 76% de respuestas donde Se Evidencia. Con estos resultados se percibe una tendencia y un cambio progresivo en como el profesorado en formación entiende su proceso de enseñanza y aprendizaje, como plantea Calderón (2020) los procesos de aprendizaje y enseñanza en contexto de formación profesional se caracterizan por situar al estudiante en una modalidad de aprendizaje sustancialmente diferente a la lógica tradicional, en este caso la SEA.

### Actividad 5

En la dimensión Enseñanza de las Ciencias se evidencia que un 88% de las percepciones es Dinámica y en la dimensión de Metodología de Aprendizaje un 92% para Metodología Indagatoria. A partir de esto se puede decir que para esta última actividad el PFIF percibe que existe un trabajo con metodología indagatoria, relacionándolo con un aprendizaje contextualizado, esto condice con lo que plantea Romero (2017), en un buen proceso de indagación se facilita la investigación, esto se debe al planteamiento de situaciones de la vida real.

### 4.3.2 Evolución de las percepciones

Para analizar la evolución de las percepciones a lo largo de la secuencia se hará un cruce entre las dimensiones y luego se comparará entre los resultados de los 6 gráficos correspondientes a la actividad 1 y 5.

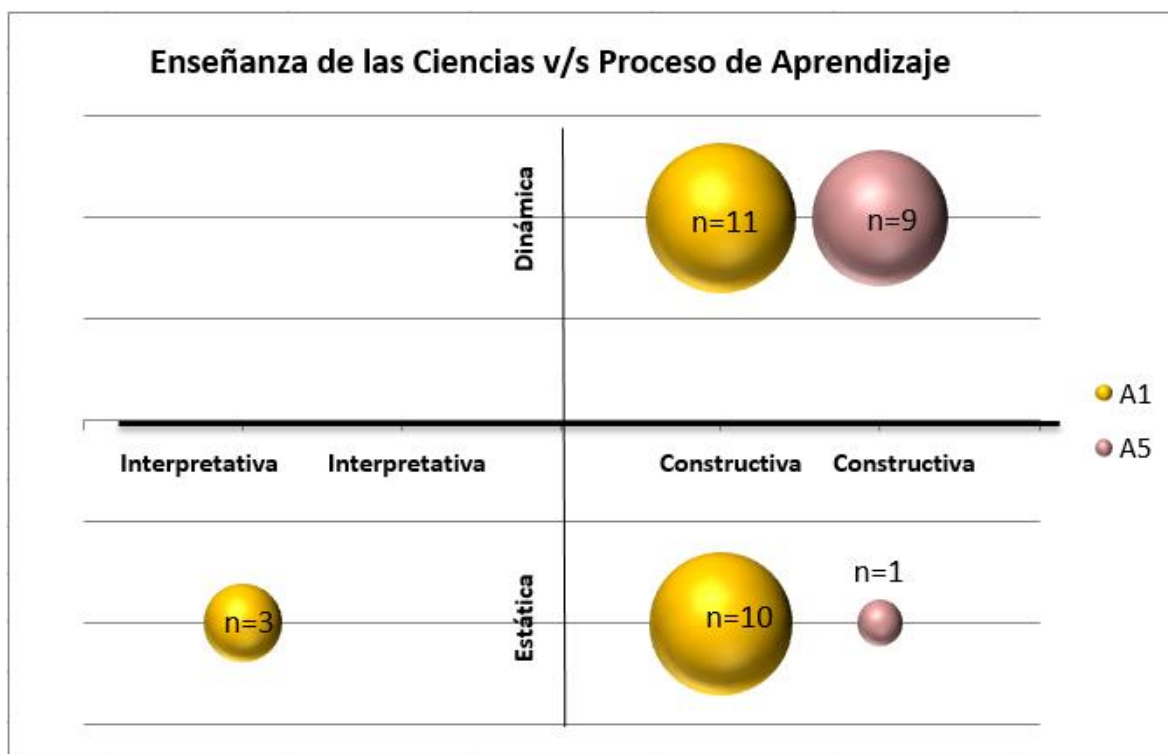
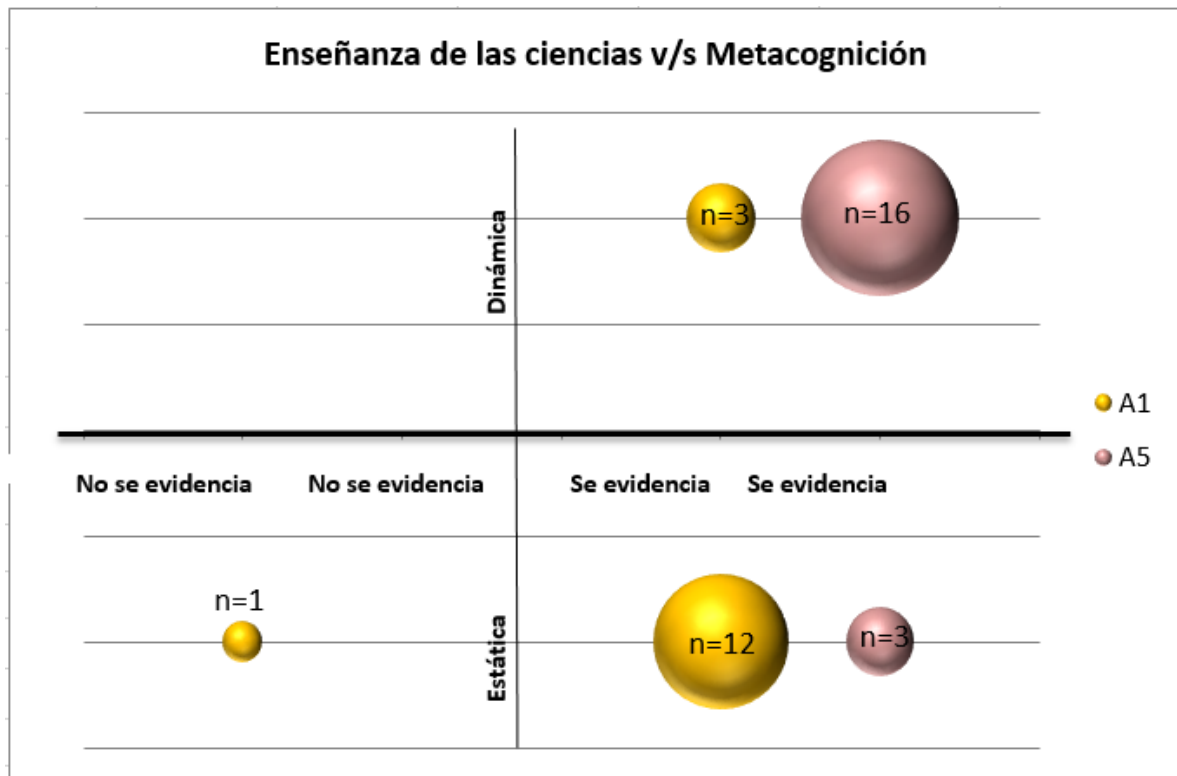


Gráfico N°1: Relación entre Enseñanza de las Ciencias y Proceso de Aprendizaje.

El gráfico 1 muestra la relación entre las dimensiones Enseñanza de las Ciencias y Procesos de Aprendizaje, donde se observa que al inicio de la SEA los resultados están distribuidos, en su mayor parte, en las percepciones estáticas-constructivas y dinámicas-constructivas, en cambio hacia el final se observa cómo las percepciones evolucionaron, estando más enfocadas en la relación dinámica-constructiva, pasando de estar dividida en el fundamento donde se genera aprendizaje de forma descontextualizada y se genera aprendizaje de forma contextualizada a evolucionar y comprender la termodinámica desde una perspectiva contextualizada (Concari, 2001).



*Gráfico N°2: Relación entre Enseñanza de las Ciencias y Metacognición.*

El gráfico 2 muestra la relación entre las dimensiones Enseñanza de las Ciencias y Metacognición, donde se encontró que al inicio de la SEA el profesorado en formación percibe en su mayoría que generan un aprendizaje descontextualizado y a su vez son conscientes de su propio proceso de aprendizaje; en cambio al finalizar la secuencia se evidencia una evolución, observándose que ahora el aprendizaje es contextualizado, siendo el PFIF conscientes de su propio aprendizaje, al contextualizar y emplear semejanzas se consigue que se relacionen conceptos para generar un aprendizaje (Rodríguez 2019).

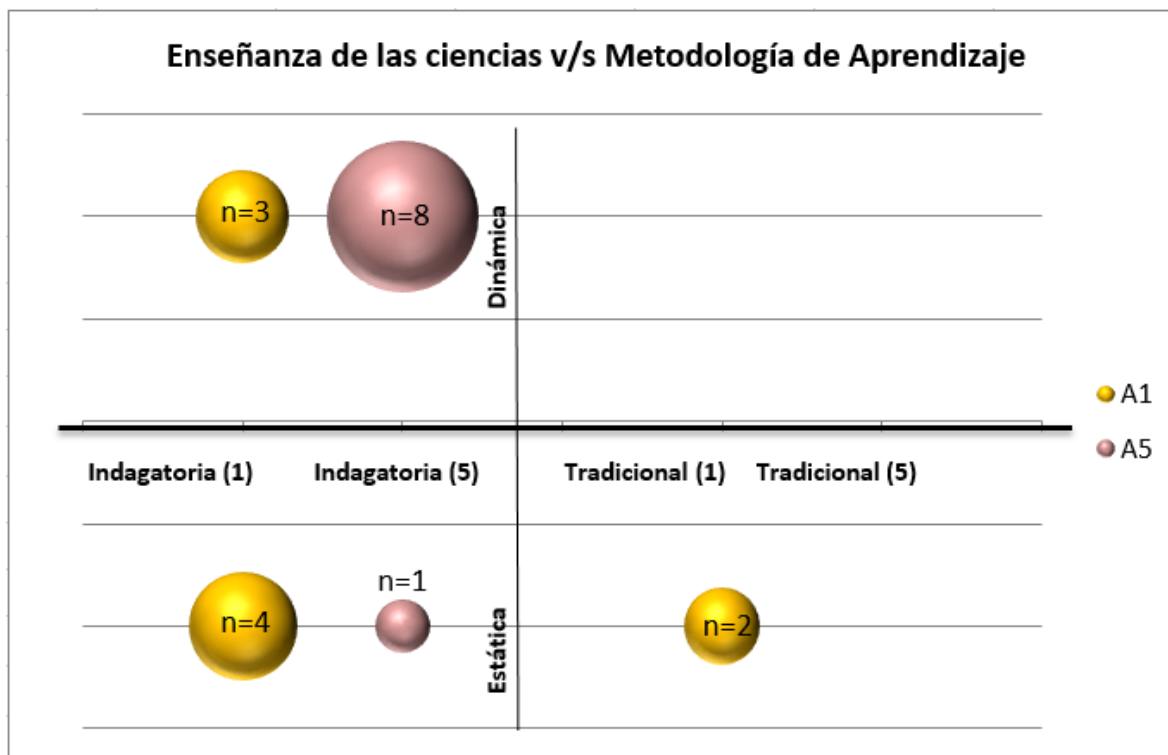


Gráfico N°3: Relación entre Enseñanza de las Ciencias y Metodología de Aprendizaje.

El gráfico 3 muestra la relación entre las dimensiones Enseñanza de las Ciencias y Metodología de Aprendizaje, donde se observa al inicio de la secuencia que los cruces de las categorías están distribuidos de manera similar entre dinámica-metodología indagatoria, estática-metodología indagatoria y estática-metodología tradicional, en cambio al finalizar la SEA se observa que las categorías dinámica-metodología indagatoria aumentan, siendo la mayoría. De esto se deduce que el PFIF percibe, al finalizar la secuencia, que la metodología indagatoria es la mejor forma de aprender y enseñar ciencias gracias al contexto que se entrega. (Romero, 2017).

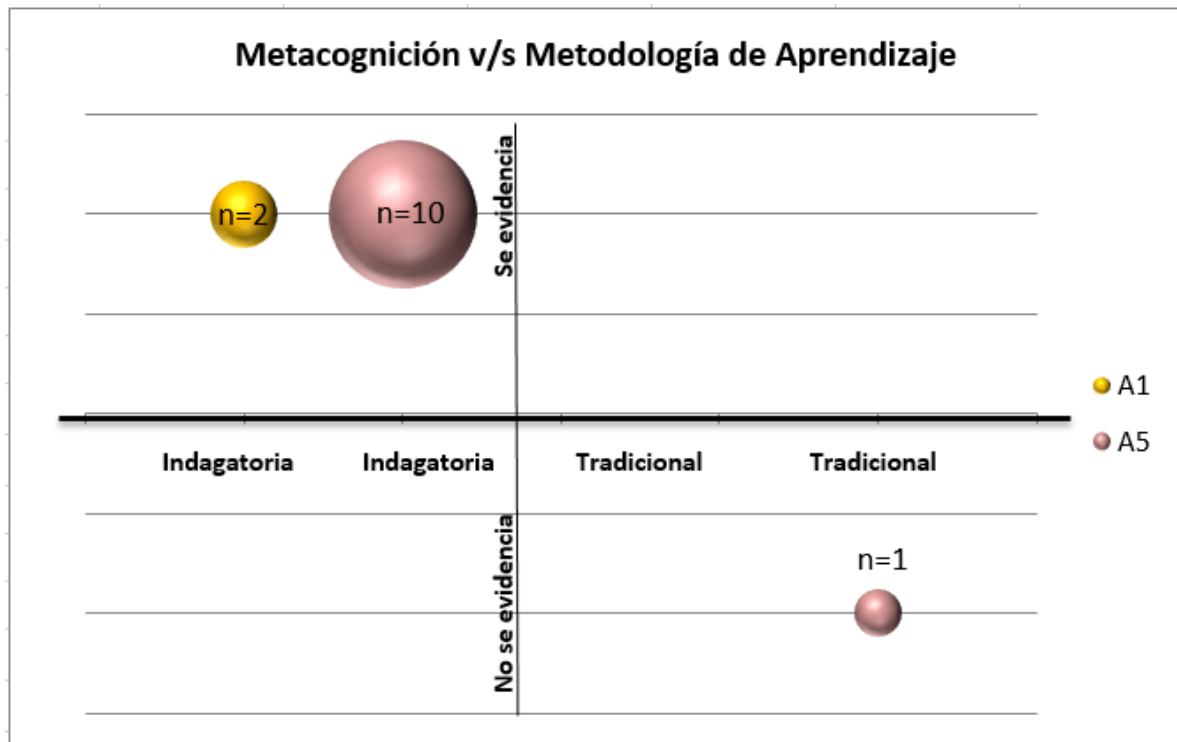
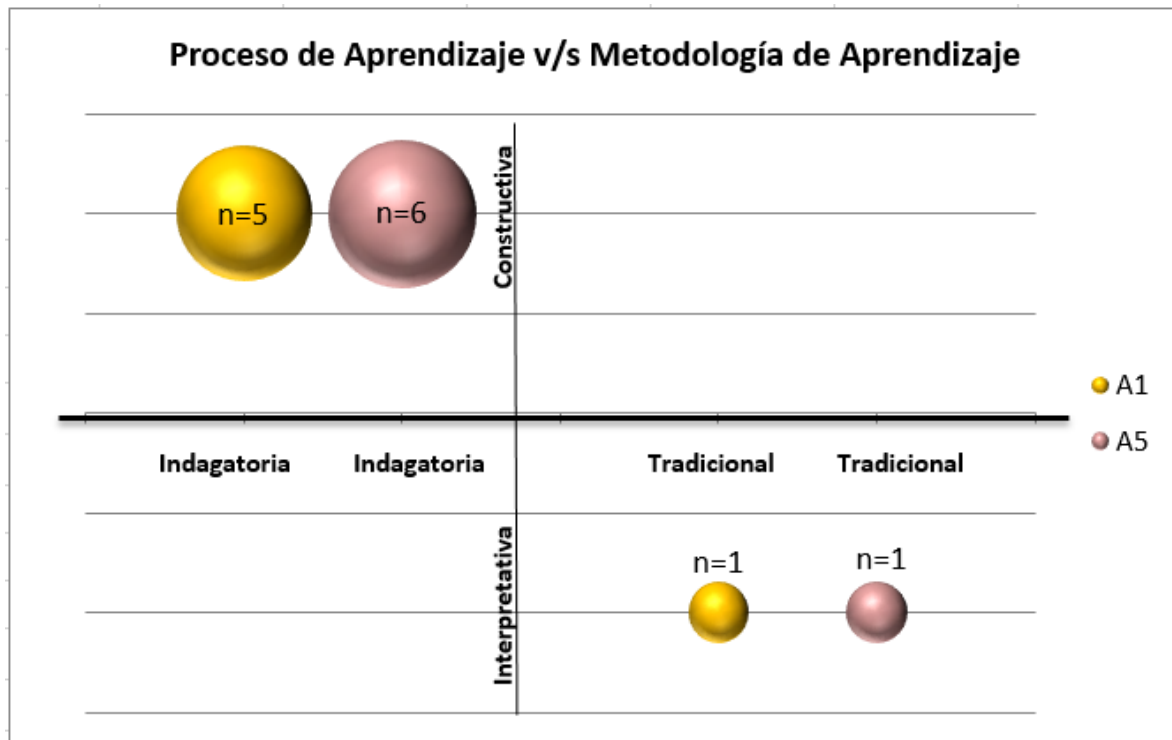


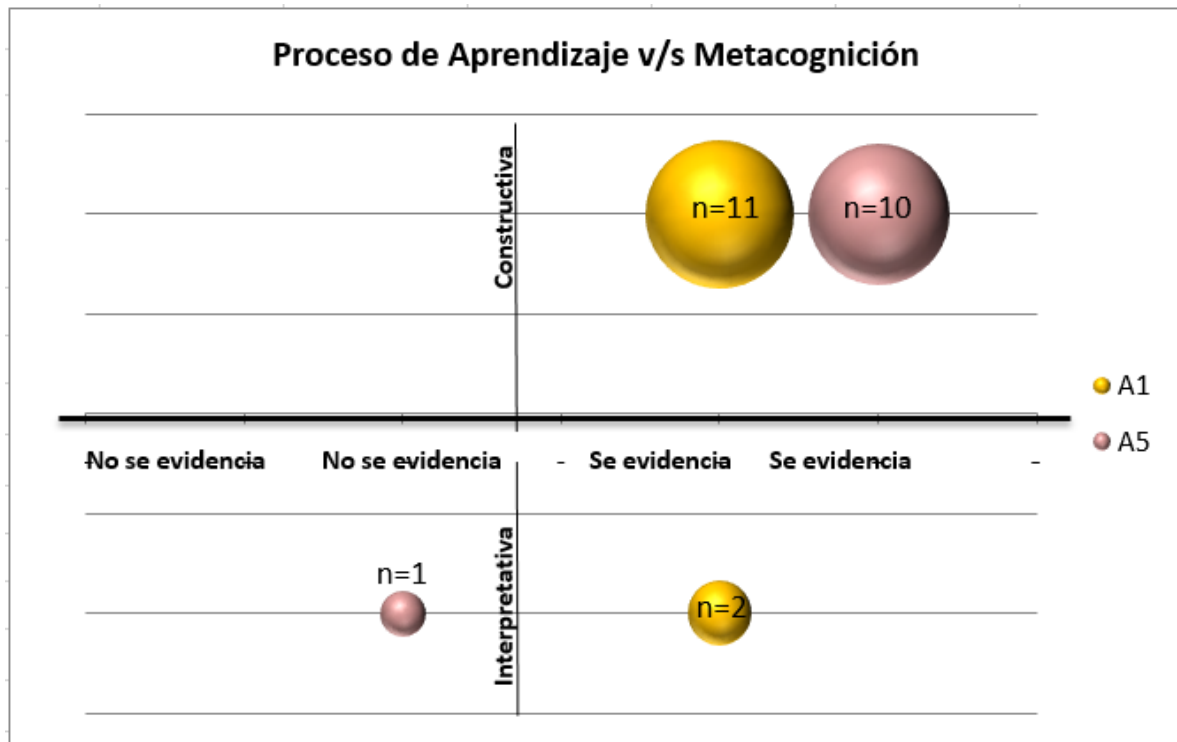
Gráfico N°4: Relación entre Metacognición y Metodología de Aprendizaje.

El gráfico 4 muestra las dimensiones Metodología de Aprendizaje y Metacognición, donde se observa que al inicio de la SEA el PFIF percibe que, la metodología indagatoria genera una mirada sobre su propio aprendizaje, ésta percepción al final del ciclo aumentó de manera significativa, lo que se condice con lo que plantean Uzcátegui y Betancourt, (2013) cuando señalan que la indagación ha demostrado ser un enfoque exitoso para el proceso de enseñanza y aprendizaje de las ciencias.



*Gráfico N°5: Relación entre Proceso de Aprendizaje y Metodología de Aprendizaje.*

El gráfico 5 muestra las dimensiones Procesos de Aprendizaje y Metodología de Aprendizaje, donde se indica la frecuencia obtenida con el cruce de las categorías correspondientes. Se observa que desde el inicio de la SEA los resultados están distribuidos, en su mayor parte, en las percepciones indagatorias-constructivas, de esto se puede decir que para el profesorado en formación la indagación siempre ha sido la mejor forma de aprender y luego enseñar ciencias, además de que construyen su aprendizaje interpretando la información mediante situaciones cotidianas y no solo tomando el contenido sin darle un significado, tal como mencionan Broman y Parchmann (2014), donde indican que son diversas las investigaciones en didáctica de las ciencias que comprueban que la enseñanza basada en un contexto tiene un mayor beneficio en el proceso de aprendizaje.



*Gráfico N°6: Relación entre Proceso de Aprendizaje y Metacognición.*

El gráfico 6 muestra las dimensiones Procesos de Aprendizaje y Metacognición, donde se muestra la frecuencia obtenida con el cruce de las categorías correspondientes. Se observa que desde el inicio de la SEA el profesorado en formación percibe un proceso de aprendizaje constructivo, es decir, a partir de estímulos del entorno ellos son capaces de interpretar ese contenido y hacerlo parte de su aprendizaje lo que conlleva que sean parte y conscientes de su propio proceso de enseñanza y aprendizaje. El proceso de aprendizaje mediante la percepción considera el transcurso cognitivo de la conciencia que consiste en el reconocimiento, interpretación y significación para la elaboración de juicios en torno a las sensaciones obtenidas del ambiente físico y social (Vargas 1994).

## Conclusiones

A partir del trabajo implementado -donde además se construyeron, guías para el estudiantado, orientaciones para el profesorado e instrumentos de evaluación-, se puede concluir que el diseño de la SEA y los instrumentos utilizados permitieron la realización correcta de la investigación y que cumple con poner al PFIF como actores principales de su proceso de enseñanza, logrando un aprendizaje contextualizado en las y los estudiantes.

Producto de esto, se pudieron evidenciar dos aspectos que podrían contribuir en un análisis más profundo. En este sentido, se recomienda aplicar un test de entrada al inicio de la secuencia y luego de salida, al finalizarla (véase Anexo 7), además de cambiar el orden lógico de la actividad 4 y posicionarlo en el segundo lugar, de esta manera se podrá evidenciar de forma explícita la evolución de las percepciones.

A partir los resultados porcentuales obtenidos luego de la segmentación y codificación de las unidades de significado, se logró caracterizar las percepciones del PFIF, mostrando que éstos perciben que la indagación es la mejor metodología de enseñanza y aprendizaje, contextualizando las problemáticas y posicionando al estudiante como foco principal del aprendizaje.

Se identificaron las percepciones que tiene el PFIF sobre el enfoque indagatorio y su aprendizaje durante y posterior a la implementación de la secuencia didáctica de enseñanza y aprendizaje. A partir de esto, se demuestra que el PFIF al inicio presenta un rechazo a esta nueva metodología al no conocerla, a pesar de ello durante el proceso logran identificar que la metodología, y en específico el proceso de enseñanza aprendizaje contextualizados, son la mejor forma para aprender y enseñar ciencias.

Posterior a la implementación de la secuencia didáctica de enseñanza y aprendizaje las percepciones que tiene el PFIF se van modificando. Al inicio de la SEA se evidencia que el PFIF percibe en su mayoría que son conscientes de su propio proceso de aprendizaje, pero su aprendizaje es descontextualizado, lo que a largo plazo genera una comprensión del contenido, pero sin saber cómo y cuándo lo pueden aplicar en su vida diaria, dejándolo sin utilidad alguna para quienes son aprendices de cierta disciplina. En cambio, al finalizar la secuencia se

evidencia una evolución, observándose que ahora el aprendizaje es contextualizado, siendo el PFIF consciente de su propio aprendizaje, lo que comprueba la efectividad de la metodología indagatoria al momento de enseñar ciencias.

Respecto a la evolución de las percepciones durante la SEA, se realizaron seis cruces entre dimensiones y luego se comparó la actividad 1 y 5 para ver cómo cambiaban estas percepciones, mostrando que el PFIF percibían inicialmente que la metodología indagatoria no tiene mayor diferencia con la metodología tradicional, pero hacia el final de la SEA perciben que la metodología indagatoria les entrega mayor conocimiento, contextualizado y es la mejor forma de aprender y enseñar ciencias.

Con todo, la metodología utilizada es exitosa en cuanto logra caracterizar las percepciones del PFIF en torno a su aprendizaje, y su evolución durante la implementación de una secuencia didáctica con enfoque indagatorio en un curso de Termodinámica. Del mismo modo, se demuestra que lograr un aprendizaje contextualizado y que el PFIF sea capaz de relacionar y emplear conceptos cobra relevancia y es por ellos mismos valorados como unas nuevas formas de enseñanza (metodologías) que motiva a los estudiantes haciéndoles partícipe y foco principal del aprendizaje.

De esta manera, la implementación de esta secuencia pretende contribuir a la formación inicial docente ya que al trabajar la metodología indagatoria se le entregó al PFIF una nueva herramienta que se espera ellos puedan utilizar en su futura labor docente, por lo tanto, sería interesante poder estudiar si los futuros profesores incorporan esta metodología en sus aulas.

## Referencias

- Acedo, M. (2003). "Estrategias cognitivas en la enseñanza del inglés técnico científico: una experiencia". ANAES, 75-94.
- Aditomo, A., Goodyear, P., Bliuc, A. M., & Ellis, R. A. (2013). "Inquiry-based learning in higher education: principal forms, educational objectives, and disciplinary variations". *Studies in Higher Education*, 38, 1239-1258.
- Adúriz, A., Gómez, A., Rodríguez, D., López, D., Jiménez, M., Izquierdo, M., & Sanmartí, N. (2011). "Las Ciencias Naturales en Educación Básica: formación de ciudadanía para el siglo XXI", 1.ª ed., 104.
- Agencia de Calidad de la Educación. (2017, diciembre). "Informe de Resultados PISA 2015 Competencia científica, lectora y matemática en estudiantes de quince años en Chile" (N.o 1). [http://archivos.agenciaeducacion.cl/INFORME\\_DE\\_RESULTADOS\\_PISA\\_2015.pdf](http://archivos.agenciaeducacion.cl/INFORME_DE_RESULTADOS_PISA_2015.pdf)
- Arauz, P., Dengo, F., (s.f.) "Aprendizaje por indagación". Coordinadora Proyecto Intel Educar para el Futuro.
- Astudillo, C., Rivarosa, A., y Ortiz, F. (2014). "Reflexión Docente y Diseño de Secuencias Didácticas en un Contexto de Formación de Futuros Profesores de Ciencias Naturales". *Perspectiva Educacional. Formación de Profesores*, 130-144.
- Bernal, M. y López, M. (2015), "Educación científica para la ciudadanía: algunas aportaciones desde la perspectiva de la historia del currículum escolar en España", en *Enseñanza de las Ciencias*, núm. extra, VII Congreso.
- Brahim, L., & Espinoza, J. (2016) Reflexiones en torno a la enseñanza de la Termodinámica. *Eureka*, 14-21.
- Broman, K., y Parchmann, I. (2014). "Students' Application of Chemical Concepts when Solving Chemistry Problems in Different Contexts". *Chemistry Education Research and Practice*, 516-529.

Burbano, P., (2001). “Reflexiones sobre la enseñanza de la física”. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49912126008>, *Universitas Scientiarum*, 6(2), recuperado el 20 de diciembre de 2021. ISSN: 0122-7483.

Calderón, M. (2020). “Desafíos para el aprendizaje en las prácticas progresivas en la formación de profesores. Una aproximación cualitativa en una universidad chilena. Profesorado”, *Revista de Currículum y Formación de Profesorado*, 24(2), 202-222. <https://doi.org/10.30827/profesorado.v24i2.14075>

Cárdenas, Z. (2017). “Secuencia didáctica para favorecer la comprensión del concepto estructurante de propiedades de la materia a través de la indagación en estudiantes de grado 5 de la Institución Educativa Isaías Gamboa”.

Concari, S. (2001). “Las teorías y modelos en la explicación científica: Implicancias para la enseñanza”. *Ciência & Educação*, 85-94.

Feldman, R., (1999), “Psicología”. México D.F.: Mc Graw Hill, 646 p.

Fernández, I. (2002). “Visiones deformadas de las ciencias transmitidas por la enseñanza”. *Enseñanza de las ciencias*, 477-488.

Ferres-Gurt, C., (2017) “El reto de plantear preguntas científicas investigables”. *Eureka. Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 14, 410-426.

Ferrés, C., Marbà, A. & Sanmartí, N. (2015). “Trabajos de indagación de los alumnos: instrumentos de evaluación e identificación de dificultades. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*”, 12(1), 22-37.

Flick, U. (2012) “Introducción a la investigación cualitativa”. España.: Morata

Freeman, S., Eddy, S., McDonough, M., Smith, M., Okoroafor, N., Jordt, H., & Wenderoth, M. (2014). “Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. *Proceedings of the national academy of sciences*”. 111(23), 8410-8415.

Furman, M. (2012). "Orientaciones técnicas para la producción de secuencias didácticas para un desarrollo profesional situado en las áreas de matemáticas y ciencias". Bogotá: Ministerio de Educación Nacional. 28-40, 48-70.

Furman, M., & de Podestá, M. E. (2009). "La aventura de enseñar Ciencias Naturales". Aique Grupo Editorial.

García, J. "La educación emocional, su importancia en el proceso de aprendizaje". Educación, 1-24.

Gibbs, G. (2012). "El análisis de datos cualitativos en la investigación cualitativa". Madrid: Ediciones Morata S.L.

Gil, D., Vilches, A., Gavidia, V., & Martínez, J. (1998). "La educación científica ante las actuales transformaciones científico-tecnológicas".

Gilbert, J., (2006). "On the Nature of Context in Chemical Education". <https://doi.org/10.1080/09500690600702470>, International Journal of Science Education, 28(9), 957-976.

Glaser, B.G. y Strauss, A. (1967). "The Discovery of Grounded Theory: Strategies for Qualitative Research". Chicago: Aldine.

González, K. (2013). "Percepción sobre la metodología indagatoria y sus estrategias de implementación en la enseñanza de las ciencias naturales en el liceo experimental Manuel de Salas".

González, C., Bravo, P., Ibaceta, Y., Cuturrufo, J., (2011). "Buenas prácticas de enseñanza de la física: el caso de un docente secundario de un establecimiento municipal". Mejoramiento Escolar en Acción, 49-64

Harlen, W. (2009). "Principios y Grandes ideas de la educación en Ciencias".

Hattie, J. (2009). "Visible Learning. A synthesis of over 800 meta-Analyses relating to achievement". New York: Routledge.

Islas, S. M. (2003). ¿Qué rol asignan los profesores de física de nivel medio a los modelos científicos y a las actividades de modelado? *Enseñanza de las ciencias*, Número Extra, 57-66.

Jorba, J., y Sanmartí, N. (1996). “Enseñar, Aprender y Evaluar: Un Proceso de Regulación Continua: Propuestas Didácticas para las Áreas de Ciencias de la Naturaleza y Matemáticas”. 1a Ed., 33-56, Ministerio de Educación Cultura y Deporte, ISBN: 84-369-2969-1, Barcelona, España.

Lederman N.G., Lederman J.S., Antink A. (2013) “Nature of science and scientific inquiry as contexts for learning of science and achievement of scientific literacy”. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology* 1(3), 138 – 147.

Matlin, M., Foley, H. (1996), “Sensación y Percepción”. México D. F.: Prentice Hall, 554 p.

MINEDUC. (s. f.). “¿Qué es ABP?”. *Curriculum Nacional*, Chile. <https://www.curriculumnacional.cl/portal/ABP/Chile-Aprende-por-Proyectos/-Que-es-el-Aprendizaje-Basado-en-Proyectos-ABP/134607:Que-es-ABP>, Recuperado 20 de diciembre de 2021

MINEDUCACION, (2021), “Formación Inicial”, Colombia, [https://www.mineducacion.gov.co/1759/w3-propertyvalue-48467.html?\\_noredirect=1](https://www.mineducacion.gov.co/1759/w3-propertyvalue-48467.html?_noredirect=1) Recuperado el 19 de diciembre de 2021.

Neira, L., & Pérez, E. (2016). “Temperatura y calor. Conceptos básicos en los textos de física en la educación media general”. *Arjé*, 10(19), 41–54. <http://arje.bc.uc.edu.ve/>

OCDE (2006). PISAT M (2006). “Science Competencies for Tomorrow’s World”. Volume 1 – Analysis.

Perez, J. (2015). “¿Por qué enseñar física en secundaria?”. Instituto de Investigación, Innovación y Estudios de Posgrado para la Educación. <https://monitor.iiiipe.edu.mx/notas/%C2%BFpor-qu%C3%A9-ense%C3%B1ar-f%C3%ADsica-en-secundaria>

RAE. (2021). “Indagar”. *Diccionario de la lengua española*. <https://dle.rae.es/indagar>. Recuperado el 19 de diciembre de 2021.

RAE. (2021). “Percepción” Diccionario de la lengua española. <https://dle.rae.es/percepci%C3%B3n?m=form>. Recuperado el 19 de diciembre de 2021.

Ramos, C. (2018). “Percepción de la metodología indagatoria en aprendizaje de Ciencia y Tecnología en estudiantes de primaria”. Institución Educativa Ingeniería de Carmelitas, Villa María del Triunfo–2018.

Reid, D., & Hodson, D. (1993). “Ciencia para todos en secundaria”. Vol. 1. Narcea Ediciones.

Reyes, F., Padilla, K., (2012). “La indagación y la enseñanza de las ciencias, Educación Química”, 23 (4), 415-421.

Rodríguez, C. (2019). “La metodología indagatoria en la enseñanza de las ciencias: una revisión de su creciente implementación a nivel de Educación Básica y Media”. Educa y Aprende.

Romero, M. (2017). “El aprendizaje por indagación: ¿existen suficientes evidencias sobre sus beneficios en la enseñanza de las ciencias?”. Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 14, 286-299.

Sanmartí, N. (1997). “Enseñar y aprender ciencias: algunas reflexiones”. Recuperado de <https://www.pedagogiapucv.cl/wp-content/uploads/2017/07/Ensenanza-de-las-Ciencias-Neus-Sanmarti.pdf>

Sanmartí, N., Márquez C., (2012). “Enseñar a plantear preguntas investigables”. Alambique. Didáctica de las ciencias experimentales 70, 27-36.

Sanmartí, N., (2017). “Enseñar y aprender Ciencias: algunas reflexiones”.

UNESCO. (2015). “La ciencia al servicio de la sociedad”. <https://es.unesco.org/themes/ciencia-al-servicio-sociedad#:~:text=La%20ciencia%20ofrece%20soluciones%20para,grandes%20misterios%20de%20la%20humanidad.&text=Tiene%20un%20papel%20fundamental%20del,aumenta%20nuestra%20calidad%20de%20vida>.

Uzcátegui, Y., & Betancourt, C. (2013). “La metodología indagatoria en la enseñanza de las ciencias: una revisión de su creciente implementación a nivel de Educación Básica y Media”. *Revista de investigación*, 37(78), 109-127.

Vargas, L. (1994). “Sobre el concepto de percepción”. *Alteridades*, (8), 47-53.

Westermeyer, M., y Osses. S. (2021). “Aprendizaje de las ciencias basado en la indagación y en la contextualización cultural”. *Revista de estudios y experiencias en educación*, 73-86.

## **Anexos**

Anexo 1. Secuencia de Enseñanza y Aprendizaje.

Ciclo de Aprendizaje Enfoque Indagatorio:  
Secuencia Didáctica  
Termodinámica

### Secuencia Didáctica:

Las actividades del ciclo de aprendizaje fueron distribuidas a partir de los aspectos a considerar del objetivo de aprendizaje a utilizar.

Título: La termodinámica en la vida cotidiana		
Objetivo de la actividad: Aplicar conceptos de la termodinámica de manera progresiva en contextos y situaciones cotidianas para finalmente tomar decisiones científicas en cuanto a la calefacción en el hogar.		
Nivel: III semestre		Duración 8 clases de 1.5 horas
Áreas curriculares	Contenidos	Alineamiento curricular
-Física	-Calor y temperatura  -Escala termométrica  -Calor cedido y absorbido  -Cambios de fase  -Mecanismos de transferencia de energía	Termodinámica

### Descripción de la actividad

Fases de la actividad		Evaluación (tipo de instrumento y modalidad)
Inicio	1° Clase: Se inicia la clase con un test de entrada que busca determinar el manejo de ciertos conceptos ya vistos con anterioridad en el semestre. Luego del test la o el docente conversara con las y los estudiantes acerca de las	Evaluación sumativa, test de entrada.

	<p>componentes de una investigación científica, tales como la identificación de una problemática, el desarrollo de una hipótesis, diseño de un experimento o metodología, elaboración de conclusiones, entre otras. A continuación, se define la Naturaleza de la Ciencia en base a su carácter tentativo, empírico, inferencial, subjetivo, creativo, cultural y cooperativo (la cual serán puntos claves en este proceso).</p> <p><b>Exploración:</b> Luego les pregunta a las y los estudiantes que creen que es la termodinámica. Dentro de las respuestas realizadas se espera que se aludan los conceptos de calor y temperatura. Se les solicitará que discutan sobre el uso de estos términos (calor y temperatura) en la vida cotidiana. Posterior a esto se les informa que deberán realizar una investigación en grupos para responder a la pregunta investigable.</p> <p><b>Introducción:</b> Una vez presentada la pregunta general e investigable, se exponen algunas herramientas metodológicas para resolver la pregunta, como la creación de una tabla comparativa entre los conceptos de calor y temperatura a nivel físico y cotidiano, además de explicar a grandes rasgos la energía cinética en partículas y la ley cero de la termodinámica.</p> <p><b>Reflexión:</b> Para finalizar la primera sesión se conforman los grupos de estudiantes y se resuelven dudas sobre las fuentes de información a usar para resolver el problema.</p> <p><b>Aplicación:</b> Se les pide que presenten sus</p>	<p>-Evaluación formativa: este</p>
--	--	------------------------------------

	<p>resultados en un formato escrito que contemple título, presentación del problema, hipótesis, descripción del proceso de investigación, resultados, conclusiones y bibliografía, lo que debe ser entregado en la próxima sesión para ser discutido. Se les envía un ticket de salida digital para ser respondido de manera individual</p> <p>2° Clase: <b>Exploración:</b> Se inicia la sesión presentando las tres escalas termométricas a trabajar (Celsius, Fahrenheit y Kelvin). Lo principal es que los estudiantes compartan al resto de curso situaciones que conozcan en las que se utilicen estas unidades de medida. También podrán emitir juicios sobre cuál es la más útil o cuál es la más utilizada. Luego se les informa a las y los estudiantes que deberán realizar una nueva investigación, ya sea con los grupos de la actividad previa o bien en nuevos grupos, para dar respuesta a la pregunta investigable: <i>¿En qué contextos se suele utilizar cada escala de temperatura, siendo éstas la Celsius, Fahrenheit y Kelvin y por qué?</i></p> <p><b>Introducción:</b> En cuanto a la metodología a implementar, se les menciona a las y los estudiantes que podrán utilizar los recursos aprendidos en la actividad anterior, además de otros que ellos quieran usar.</p> <p>Durante el resto de la primera sesión, los grupos de estudiantes podrán planificar su investigación y resolver dudas sobre la misma con la o el</p>	<p>primer producto será evaluado mediante una rúbrica, la cual se enfocará en evaluar todo el proceso llevado a cabo.</p> <p>Evaluación formadora: Se les hará entrega de un Ticket de salida.</p>
--	--	--

	<p>docente, el cual toma un rol de guía u orientador, sin incluir información que resulte condicionante para las conclusiones que los estudiantes puedan generar.</p> <p><b>Reflexión:</b> Se espera que las y los estudiantes puedan analizar sus resultados y verificar sus conocimientos previos con diversas fuentes bibliográficas.</p> <p><b>Aplicación:</b> Los resultados de su investigación, así como sus conclusiones deberán ser compartidos en una presentación por cada grupo, en la que se exponga todo el proceso llevado a cabo y sus argumentos con respecto a cuál escala es más conveniente para cada caso.</p> <p>3° Clase: Esta sesión será utilizada para las presentaciones, en donde cada grupo expondrá con los recursos que estime pertinentes, con una duración máxima de 10 minutos, otorgando espacio para preguntas o aclaraciones. Una vez presente la totalidad de los grupos, se procede a contrastar las conclusiones de cada grupo para determinar en conjunto, con la ayuda del profesor, en qué caso es más conveniente cada una de las escalas termométricas, con sus respectivos argumentos.</p>	<p>Evaluación formativa: este segundo producto será evaluado mediante una rúbrica, la cual se enfocará en evaluar todo el proceso llevado a cabo.</p> <p>Evaluación formadora: Una vez finalizadas las presentaciones y la síntesis de conclusiones de la segunda actividad se les hará entrega de un Ticket de salida.</p>
--	--	---

Desarrollo	<p>4° Clase: <b>Exploración:</b> Comienza la clase con un resumen sobre los tres tipos de formas de propagación de calor (conducción, convección y radiación), para luego contextualizar la investigación, presentando la idea de que en todos los hogares a diario se utilizan diferentes elementos que propagan el calor de formas distintas. Se mencionará que todos estos elementos se utilizan sin considerar estos tipos de propagación. Dando paso a la pregunta investigativa para que los estudiantes planifiquen su procedimiento.</p> <p><b>Introducción:</b> Finalizando la sesión respondiendo dudas y guiando en el proceso indagatorio, planificando la actividad y considerando diversas fuentes bibliográficas</p> <p><b>Reflexión:</b> En cuanto a la comunicación de procesos y resultados de la investigación, se espera que las y los estudiantes identifiquen correctamente los tipos de propagación y utilicen los elementos del hogar para visualizarlos de manera concreta.</p> <p><b>Aplicación:</b> Estos deberán ser compartidos en una presentación por cada grupo, en la que se exponga todo el proceso llevado a cabo y muestren ejemplos de los elementos encontrados en el hogar que propagan de alguna manera el calor.</p> <p>5° Clase: Se realizará una exposición sobre la actividad 3, las y los estudiantes deberán</p>	<p>Evaluación formativa: este tercer producto será evaluado</p>
------------	--	---

	<p>presentar los elementos que les permitieron identificar algún tipo de propagación, señalando el/los tipos de propagación y cómo afecta a los integrantes del hogar, sintetizando al final las conclusiones y todos los elementos encontrados por los distintos grupos.</p> <p>6° Clase: <b>Exploración:</b> Se repasan y explican nuevamente los conceptos de una actividad indagatoria para luego contextualizar la investigación en base a diferentes preguntas, presentando la problemática del calor en el verano y como se utiliza el hielo para bajar la temperatura de los líquidos. Se expondrá la idea de que el hielo simplemente se utiliza para enfriar los líquidos y que resulten más refrescantes, pero no se considera si la temperatura en la que se encuentra el hielo influye.</p> <p><b>Introducción:</b> Luego se da paso a la pregunta investigativa para que los estudiantes realicen la actividad experimental en clases, los estudiantes deberán tomar los datos que les permitirán utilizar las ecuaciones pertinentes para resolver la incógnita, finalizando con la retroalimentación para cada trabajo.</p> <p><b>Aplicación:</b> En cuanto a la comunicación de procesos y resultados de la investigación, se les solicitará un informe escrito que deberá ser entregado en la siguiente sesión. Se espera que los estudiantes llegarán a resultados similares,</p>	<p>mediante una rúbrica, la cual se enfocará en evaluar todo el proceso llevado a cabo.</p> <p>Evaluación formadora: Una vez finalizadas las presentaciones y la síntesis de conclusiones de la tercera actividad se les hará entrega de un Ticket de salida.</p> <p>Evaluación formativa: este cuarto producto será evaluado mediante una rúbrica, la cual se enfocará en evaluar todo el proceso llevado a cabo.</p>
--	--	--

	<p>con pequeñas diferencias en cuanto a la temperatura inicial del cubo de hielo, esto debido a que las temperaturas dependerán de cada sistema.</p>	<p>Evaluación formadora: Se les hará entrega de un Ticket de salida.</p>
Cierre	<p>7° Clase: <b>Exploración:</b> Se repasan y explican nuevamente los conceptos de una actividad indagatoria para luego contextualizar la investigación, presentando la problemática del frío en invierno con una lluvia de preguntas (En invierno, ¿De qué manera calefaccionan su hogar?, ¿Qué tipo de sistemas de calefacción conocen?, ¿De qué material está construido su hogar?, ¿El material influye en la calefacción de su hogar?, ¿Qué tipo de combustible creen ustedes que contamina menos?, ¿Qué tipo de estufa creen que genera un mayor costo monetario?), para finalizar con el planteamiento de la pregunta investigable.</p> <p><b>Introducción:</b> Se les pide a las y los estudiantes elaborar un modelo experimental para dar respuesta a esta pregunta.</p> <p>Se realiza una revisión sobre el diseño experimental planteado, donde se verá que las variables expuestas sean acordes al modelo y que permitan utilizar las ecuaciones pertinentes pudiendo resolver las incógnitas. Se finaliza la sesión respondiendo las dudas que vayan quedando para luego solicitar que las y los estudiantes presenten su trabajo de forma expositiva al curso en la siguiente clase. Considerando esta actividad como integradora</p>	

	<p>de las actividades anteriores además de que busca llegar a una alfabetización científica crítica mediante un enfoque indagatorio de nivel 2.</p> <p><b>Reflexión:</b> En cuanto a la comunicación de procesos y resultados de la investigación, se espera que las y los estudiantes lleguen a resultados similares, con grados de diferencias en cuanto a la cantidad de evidencia presentada y el manejo de ésta para relacionarlas con sus resultados.</p> <p>8° Clase: <b>Aplicación:</b> Se presenta el trabajo de manera expositiva, en el cual se evaluarán los procesos, resultados y conclusiones de este trabajo, realizando también la retroalimentación pertinente para cada trabajo.</p> <p>Se finalizará la sesión aplicando un test de salida, el cual es el mismo test de entrada y que tiene como objetivo verificar la interiorización de los conceptos vistos durante la intervención para así demostrar que esta metodología promueve un aprendizaje mucho más significativo.</p>	<p>Evaluación formativa: este quinto producto será evaluado mediante una rúbrica, la cual se enfocará en evaluar todo el proceso llevado a cabo.</p> <p>Evaluación formadora: Una vez finalizadas las presentaciones y la síntesis de conclusiones de la tercera actividad se les hará entrega del último Ticket de salida.</p> <p>Evaluación sumativa, test de salida.</p>
--	---	---

### **Actividad 1:**

Se solicita al estudiante la creación de un diseño experimental capaz de dar respuesta a la pregunta planteada por el Docente ¿Qué diferencias existen entre los conceptos calor y temperatura a nivel físico y cotidiano?

Para la resolución se requiere comprender conceptos como energía, velocidad promedio, y sistemas físicos. (Modelos implicados: Movimiento cinético molecular, Principio de conservación de la energía, Ley cero de la termodinámica).

**Contextualización:** La pregunta se enmarca en una definición tanto física como ligada al uso cotidiano de los conceptos *calor* y *temperatura*, contrastando ambas visiones y evidenciando los errores conceptuales ligados a la descripción de estados térmicos mediante el uso de estos conceptos en el día a día y la sensación térmica.

**Estrategia de aprendizaje:** ABP Nivel 1

### **Actividad 2:**

Se solicita al estudiante la creación de un diseño experimental capaz de dar respuesta a la pregunta planteada por el Docente ¿En qué contextos se suele utilizar cada escala de temperatura, siendo éstas la Celsius, Fahrenheit y Kelvin y por qué?

Para la resolución se requiere comprender los conceptos de calor y temperatura. (Modelo implicado: Unidad de medida de una variable física).

**Contextualización:** Se reflexiona sobre los distintos contextos de uso de las escalas, tanto cotidianas (reportes meteorológicos, repostería, termómetros para fiebre, calefacción, entre muchos otros), ligadas al mundo científico y dependientes de la zona geográfica. (Celsius en Chile, Fahrenheit para anglosajones).

**Estrategia de aprendizaje:** ABP Nivel 1

### **Actividad 3:**

Se solicita al estudiante la creación de un diseño experimental capaz de dar respuesta a la pregunta planteada por el Docente ¿Qué mecanismos de transferencias de calor se pueden hallar en el hogar?

Para la resolución se requiere comprender sobre los mecanismos de transferencia de calor. (Método de conducción, convección y radiación)

**Contextualización:** Se entregará una situación cotidiana, que puede afectar de manera directa en las decisiones científicas para la vida del estudiante, buscando las concepciones pedidas en su propio domicilio.

**Estrategia de aprendizaje:** ABP Nivel 1

### **Actividad 4:**

Se solicita al estudiante la creación de un diseño experimental capaz de dar respuesta a la pregunta planteada por el Docente ¿Cuál es la temperatura inicial de un cubo de hielo?

Para la resolución se requiere de comprender sobre los cambios de temperatura, la deformación del sólido, los cambios de estado y la cantidad de calor cedida y absorbida en un proceso térmico con sus fórmulas correspondientes.

**Contextualización:** Se entregará una situación cotidiana, que puede afectar de manera directa el pensamiento científico del estudiante, con un impacto medioambiental previo a la pregunta.

**Estrategia de aprendizaje:** ABP Nivel 2

### **Actividad 5:**

Se solicita al estudiante la creación de un diseño experimental capaz de dar respuesta a la pregunta planteada por el Docente ¿Qué sistema de calefacción es más conveniente para su uso en el hogar?

Para la resolución se requiere comprensión sobre el proceso de transformación de energía generada por el combustible en forma de calor, así como conocimiento termodinámico sobre cómo se propaga este calor en el ambiente a calefaccionar, la disipación al ambiente externo del mismo y sobre los objetos tecnológicos en general que permitan la regulación de la temperatura en el hogar. Modelos implicados: Principio de conservación de la energía - Termodinámica clásica sobre transferencia de calor (Modos de transferencia calor, tasa de transferencia de energía potencia).

**Contextualización:** Se entregará una situación cotidiana (contingente si es invierno), que puede afectar de manera directa en las decisiones científicas para la vida del estudiante, con un impacto económico-social y medioambiental previo a la pregunta.

**Estrategia de aprendizaje:** ABP Nivel 2

**Para todas las actividades se utilizó:**

**Modelización:** Los estudiantes construyen un modelo y el docente lo estructura y guía hacia el concordado por la comunidad científica.

**Argumentación:** Debate con otros estudiantes sobre lo que es conveniente y sobre el diseño escogido como el más indicado para dar respuesta a la pregunta planteada para todos. Es lo más importante al hacer necesario el conocimiento sobre cómo funciona la ciencia y la investigación científica.

## Anexo 2. Guía del Estudiante.

# Guía del Estudiante

## Ciclo de Aprendizaje Enfoque Indagatorio:

### Actividad 1: "Definición de calor y temperatura"

Se le solicita la creación de un diseño experimental capaz de dar respuesta a la pregunta planteada por el Docente

Para la resolución se requiere comprender conceptos como energía, velocidad promedio, y sistemas físicos.

**Pregunta general:** ¿Qué es calor y temperatura y cómo se diferencian entre sí?

**Pregunta investigable:** ¿Qué diferencias existen entre los conceptos calor y temperatura a nivel físico y cotidiano?

En base a la pregunta planteada se busca que se planifique una investigación del tipo indagatoria, para esto se les entregó el contexto y la pregunta investigable. Su investigación debe contener una hipótesis, un diseño de investigación con los recursos presentados en clase (fuentes bibliográficas recomendadas, tabla comparativa, conocimiento sobre la Ley Cero de la Termodinámica y energía cinética molecular), el procedimiento realizado, los resultados obtenidos y sus conclusiones.

#### Hipótesis

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



## Resultados

	Calor	Temperatura
Físico		
Cotidiano		

---

---

---

---

---

---

---

---

## Conclusiones

---

---

---

---

---

---

---

---

## Actividad 2: "Escalas termométricas"

Se le solicita la creación de un diseño experimental capaz de dar respuesta a la pregunta planteada por el Docente

Para la resolución se requiere comprender los conceptos de calor, temperatura.

**Pregunta general:** ¿Cuándo es más conveniente utilizar cierta escala termométrica?

**Pregunta investigable:** ¿En qué contextos se suele utilizar cada escala de temperatura, siendo éstas la Celsius, Fahrenheit y Kelvin y por qué?

En base a la pregunta planteada se busca que planifique una investigación del tipo indagatoria, para esto se les entregó el contexto y la pregunta investigable. Su investigación debe contener una hipótesis, un diseño de investigación con los recursos presentados en clase (fuentes bibliográficas recomendadas, conclusiones sobre calor y temperatura de la actividad anterior), el procedimiento realizado, los resultados obtenidos y sus conclusiones.

### Hipótesis

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### Diseño investigación

---

---

---

---

---

---

---

---

**Materiales o recursos**

---

---

---

---

**Proceso**

---

---

---

---

---

---

**Pensando sobre el experimento:**

- ¿Qué vamos a definir?
- ¿Qué vamos a describir?
- ¿Cómo hallaremos la respuesta?

**Resultados**

---

---

---

---

---

---



### **Actividad 3:"Encontrar formas de propagación de calor en el hogar”**

Se solicita al estudiante la creación de un diseño experimental capaz de dar respuesta a la pregunta planteada por el Docente.

Para la resolución se requiere de comprender sobre los tipos de mecanismos de transferencia de calor y cómo se propaga este en el ambiente y saber identificar los elementos del hogar que propagan calor.

**Pregunta general:** ¿Qué elementos del hogar propagan de diferentes formas el calor?

**Pregunta investigable:** ¿Qué mecanismos de transferencias de calor se pueden hallar en el hogar?

En base a la pregunta planteada se busca que planifique una investigación del tipo indagatoria, para esto se les entregó el contexto y la pregunta investigable. Su investigación debe contener una hipótesis, un diseño de investigación con los recursos presentados en clase (fuentes bibliográficas recomendadas, conclusiones), el procedimiento realizado, los resultados obtenidos y sus conclusiones.

#### **Hipótesis**

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

#### **Diseño investigación**

---

---

---

---

### **Materiales o recursos**

---

---

---

---

### **Proceso**

---

---

---

---

### **Pensando sobre el experimento:**

- ¿Qué vamos a definir?
- ¿Qué vamos a describir?
- ¿Cómo hallaremos la respuesta?

### **Resultados**

---

---

---

---

---

---

Tabla comparativa:

Elementos	Conducción	Convección	Radiación



## **Actividad 4: "Determinar la temperatura inicial de un cubo de hielo"**

Se le solicita la creación de un diseño experimental capaz de dar respuesta a la pregunta planteada por el Docente

Para la resolución se requiere comprender conceptos como Calor, Energía Térmica, Equilibrio Térmico, Calor Latente y Cambios de Fase. Además, será necesario llevar a cabo sus aplicaciones en la vida diaria y cotidiana.

**Pregunta general:** ¿Cómo se determina la transferencia de calor de un líquido a un cubo de hielo?

**Pregunta investigable:** ¿Cuál es la temperatura inicial de un cubo de hielo?

En base a la pregunta planteada se busca que planifique una investigación del tipo indagatoria, para esto se les entregó el contexto y la pregunta investigable. Su investigación debe contener una hipótesis, un diseño de investigación con los recursos presentados en clase (fuentes bibliográficas recomendadas, conclusiones), el procedimiento realizado, los resultados obtenidos y sus conclusiones.

### **Hipótesis**

---

---

---

---

---

---

---

---

### **Diseño investigación**

---

---

---

---

---

---

---

---

## Materiales o recursos

---

---

---

---

## Proceso

---

---

---

---

---

---

## Pensando sobre el experimento:

- ¿Qué vamos a medir?
- ¿Qué vamos a cambiar?
- ¿Qué tenemos que dejar siempre igual?
- ¿Cómo hallaremos el resultado?

## Resultados

Masa de agua (kg)	Masa final de la mezcla(kg)	Masa del hielo (kg)

*Tabla 1. Datos obtenidos experimentalmente de masas.*

Temperatura inicial del agua (°C)	Temperatura final de la mezcla (°C)

*Tabla2. Datos obtenidos experimentalmente de temperaturas.*



## **Actividad 5: "Búsqueda del sistema de calefacción más conveniente para el hogar"**

Se solicita al estudiante la creación de un diseño experimental capaz de dar respuesta a la pregunta planteada por el Docente

Para la resolución se requiere comprender sobre el proceso de transformación de energía generada por el combustible en forma de calor, así como conocimiento termodinámico sobre cómo se propaga este calor en el ambiente a calefaccionar. Modelos implicados: Principio de conservación de la energía - Termodinámica clásica sobre transferencia de calor (Modos de transferencia calor y tasa de transferencia de energía potencia)

**Pregunta general:** ¿Qué sistema de calefacción es más conveniente para su uso en el hogar?

**Pregunta investigable:** ¿Qué tipo de calefacción transforma de mejor manera el combustible en energía en forma de calor?

En base a la pregunta planteada se busca que el estudiante planifique una investigación del tipo indagatoria, para esto se les entregó el contexto y la pregunta investigable. Su investigación debe contener una hipótesis, un diseño experimental con los materiales a utilizar, el procedimiento realizado, los resultados obtenidos y sus conclusiones.

### **Hipótesis**

---

---

---

---

---

---

---

---

### **Diseño investigación**

---

---

---

### **Materiales o recursos**

---

---

---

---

### **Proceso**

---

---

---

---

### **Pensando sobre el experimento:**

- **¿Qué vamos a medir?**
- **¿Qué vamos a cambiar?**
- **¿Qué tenemos que dejar siempre igual?**
- **¿Cómo hallaremos el resultado?**

### **Resultados**

---

---

---

---

---

### **Conclusiones**

---

---

---

---

---

### Anexo 3. Guía del Docente.

## Guía del Docente

### Ciclo de Aprendizaje Enfoque Indagatorio:

#### Actividad 1: "Definición de calor y temperatura"

Se solicita al estudiante la creación de un diseño experimental o de investigación, capaz de dar respuesta a la pregunta planteada por el Docente.

Para la resolución se requiere comprender conceptos como energía, velocidad promedio, y sistemas físicos.

**Pregunta general:** ¿Qué es calor y temperatura y cómo se diferencian entre sí?

**Pregunta investigable:** ¿Qué diferencias existen entre los conceptos calor y temperatura a nivel físico y cotidiano?

#### Hipótesis:

En base a la pregunta investigable, los estudiantes podrían pensar que:

- Tanto el calor como la temperatura corresponden a mediciones de la energía térmica.
- Entre más temperatura posee un cuerpo, "contiene" más calor.
- La temperatura se transfiere de un cuerpo a otro, aumentando el calor de uno y disminuyendo la del otro.
- Los conceptos cotidianos de calor y temperatura son equivalentes.

Con el planteamiento de hipótesis, será posible recopilar las concepciones alternativas presentes en el estudiantado, siendo información útil para retroalimentar a los grupos investigadores hacia el producto deseado durante la etapa de desarrollo experimental.

### **Diseño del experimento:**

El método posiblemente más utilizado sea el de la recopilación bibliográfica de información, utilizando como fuentes de información libros de Física conceptual e internet. Mediante la explicación de las herramientas metodológicas (explicadas más adelante) y la profundización de la búsqueda de los conceptos en las fuentes de información, los grupos de estudiantes deberán construir los conceptos de calor y temperatura, desde una mirada al comportamiento molecular macroscópico y sus estados energéticos, así como desde el uso cotidiano de los conceptos, basándose en sus experiencias.

Es poco factible que algún grupo proponga un diseño experimental para dar respuesta a la pregunta investigable, en gran parte por la necesidad de comprender el significado físico de estos conceptos para poder demostrarlos empíricamente. De todos modos, es posible que algunos estudiantes deseen confirmar ciertas hipótesis mediante el uso de termómetros.

### **Materiales:**

Los estudiantes deberán disponer principalmente de acceso a un computador con conexión a internet, libros de Física conceptual o un termómetro.

### **Dibujo:**

Una buena representación de la temperatura correspondería a las velocidades de traslación de las moléculas constituyentes de un objeto.

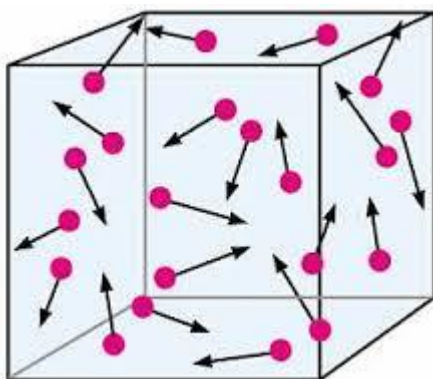


Fig. 1. Representación de traslación de moléculas

Para el caso del calor, sería representar al mismo como un flujo desde una zona con más temperatura a otra con menos.

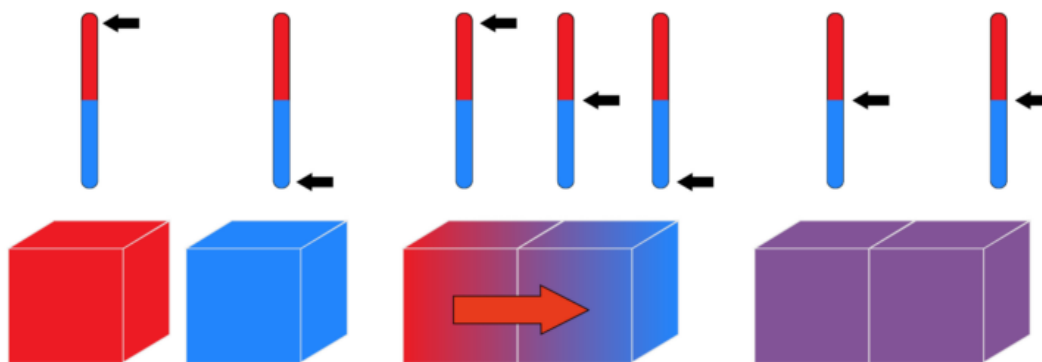


Fig. 2. Diagrama Transferencia de calor

**Tiempo:** 1 sesión de clase

**Proceso:** Al principio de la primera sesión el docente conversa con los estudiantes acerca de los componentes de la investigación científica, tales como la identificación de una problemática, el desarrollo de una hipótesis, diseño de un experimento o metodología, elaboración de conclusiones, entre otros. Luego les pregunta a los estudiantes qué creen ellos que es la termodinámica. Dentro de las respuestas realizadas se espera que se aludan los conceptos de calor y temperatura.

Se les solicitará que discutan sobre el uso de estos términos en la vida cotidiana. Posterior a esto se les informa que deberán realizar una investigación en grupos para responder a la pregunta investigable. Una vez presentada la pregunta, se exponen algunas herramientas metodológicas para resolver la pregunta, como la creación de una tabla comparativa entre los conceptos de calor y temperatura a nivel físico y cotidiano, además de explicar a grandes rasgos la energía cinética en partículas y la ley cero de la termodinámica. Se conforman los grupos de estudiantes y se resuelven dudas sobre las fuentes de información a usar para resolver el problema.

Se les pide que presenten sus resultados en un formato escrito que contemple título, presentación del problema, hipótesis, descripción del proceso de investigación, resultados, conclusiones y bibliografía, lo que debe ser entregado en la próxima sesión para ser discutido.

Luego de que entreguen el producto se les realizara un ticket de salida para evaluar su proceso de enseñanza-aprendizaje.

### **Pensando sobre el experimento:**

Se espera que los estudiantes pasen por un proceso investigativo, utilizando variadas fuentes bibliográficas confiables, para así obtener resultados que permitan dar respuesta a la pregunta investigable.

- **¿Qué vamos a definir?** Se espera que los estudiantes definan los conceptos de calor y temperatura.
- **¿Qué vamos a describir?** Se debe describir cada uno de los conceptos y en qué momento se deben utilizar.
- **¿Cómo hallaremos la respuesta?** Se dará respuesta a esta interrogante investigando y ejemplificando situaciones cotidianas en las cuales se ocupan cada uno de estos conceptos.

### **Resultados:**

Se espera que los estudiantes acudan a fuentes bibliográficas y/o audiovisuales que les entreguen información y explicaciones sobre los procesos termodinámicos básicos centrados en el flujo de calor y estados de temperatura, desde un punto de vista molecular. Por otro lado, se espera que los grupos debatan sobre las distintas situaciones en donde se emplean los conceptos mencionados, dentro del contexto cotidiano.

Idealmente los resultados serán ordenados en función de la tabla entregada en la primera sesión como herramienta metodológica:

	Calor	Temperatura
Físico	<ul style="list-style-type: none"> <li>- El calor depende tanto de la energía cinética del movimiento molecular, como del número de moléculas, sus dimensiones y su tipo.</li> <li>- El calor corresponde a una forma de energía.</li> <li>- La transferencia de calor ocurre siempre entre dos zonas a distinta temperatura.</li> <li>- El calor se mide en unidades de energía (Joules)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La temperatura solo depende de la energía cinética media de las moléculas.</li> <li>- La temperatura es una medida indirecta de la energía.</li> <li>- La temperatura no se transfiere, la energía sí.</li> <li>- La temperatura es una propiedad intensiva, o sea que, al dividir un cuerpo con cierta temperatura, esta permanecerá constante en cada parte.</li> <li>- La temperatura se mide en mediante las escalas termométricas (Celsius, Fahrenheit y Kelvin)</li> </ul>
Cotidiano	<ul style="list-style-type: none"> <li>- El calor se menciona como una propiedad del cuerpo o ambiente para cierto rango de tiempo.</li> <li>- Así como se considera que algo “da calor”, también se dice que un objeto o ambiente “da frío”, describiendo al calor como una contraparte del “frío”.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Al igual que el calor, la temperatura se asocia a una propiedad del objeto o ambiente para describir qué tan “caliente” o “frío” son.</li> <li>- Se considera que la temperatura del día solo depende de la hora en la que se mida, sin considerar las diferencias de temperatura dentro del mismo ambiente.</li> </ul>

Mediante el listado de estas características y descripciones sobre el calor, los estudiantes podrán atreverse a construir los conceptos trabajados a los niveles mencionados, aludiendo a la esencia de lo que es el calor y la temperatura a nivel físico, como una descripción generalizada sobre cómo se entienden estos mismos conceptos en el contexto cotidiano.

Se pretende que, mediante la indagación sobre el significado físico de estos conceptos, en conjunto con el contraste de su uso cotidiano, los estudiantes puedan aprender de mejor manera la esencia del calor y la temperatura en termodinámica, dando paso a la comprensión de los procesos físicos que involucren transferencia de calor y estados de temperatura. A su vez se posibilita la discusión sobre los detalles de cada descripción, afinando el concepto, construyéndolo de manera consensuada.

### **Conclusiones:**

Las conclusiones de los estudiantes deberán representarse mediante la descripción del calor y la temperatura de manera sintetizada a un nivel cotidiano y físico. Para el primer nivel, se espera que exista una variedad de apreciaciones sobre el cómo son usados los términos de calor y temperatura a nivel coloquial, lo que beneficiará el desarrollo de las conclusiones finales con respecto a este punto. En cuanto a las descripciones físicas de los conceptos trabajados, se espera que estas contengan en mayor o menor medida los aspectos descritos en las siguientes definiciones:

**Calor:** Corresponde al flujo de energía que se da entre dos sistemas termodinámicos, el cual solo ocurre desde una zona de mayor temperatura hacia otra de menor temperatura. El calor se describe físicamente como la energía total del movimiento molecular del cuerpo o ambiente analizado, la cual depende de la energía cinética de las moléculas, su cantidad, tipo y dimensiones.

**Temperatura:** Corresponde a una magnitud escalar, medible mediante escalas termométricas, la cual se relaciona con la energía cinética media de las partículas que conforman el sistema.

## **Actividad 2: "Escalas termométricas"**

Se solicita al estudiante la creación de un diseño experimental o de investigación, capaz de dar respuesta a la pregunta planteada por el Docente.

Para la resolución se requiere comprender los conceptos de calor y temperatura.

**Pregunta general:** ¿Cuándo es más conveniente utilizar cierta escala termométrica?

**Pregunta investigable:** ¿En qué contextos se suele utilizar cada escala de temperatura, siendo éstas la Celsius, Fahrenheit y Kelvin y por qué?

### **Hipótesis:**

En base a la pregunta investigable, los estudiantes podrían pensar que:

- Cada escala es más o menos conveniente en función de la costumbre de quien mida o su nacionalidad.
- La escala Celsius es la más conveniente en casi todos los casos al ser la más utilizada.
- Cada escala es más o menos conveniente en función de los rangos de temperatura que se desee medir.
- No es posible catalogar a una escala más conveniente que otra.

Con el planteamiento de hipótesis, será posible recopilar las concepciones alternativas presentes en el estudiantado, siendo información útil para retroalimentar a los grupos investigadores hacia el producto deseado durante la etapa de desarrollo experimental.

### **Diseño del experimento:**

El método posiblemente más utilizado sea el de la recopilación bibliográfica de información, utilizando como fuentes libros de Física conceptual e internet. Mediante la profundización de la investigación, los estudiantes podrán recabar datos y explicaciones que amplíen su conocimiento sobre el uso de las distintas escalas termométricas. Durante este proceso es necesario confirmar cada información en más de una fuente bibliográfica para así asegurar la veracidad de lo que se plantee finalmente en las presentaciones.

### **Materiales:**

Los estudiantes deberán disponer principalmente de acceso a un computador con conexión a internet.

### Dibujo:

Una representación gráfica útil para reconocer las diferencias entre escalas es la siguiente:

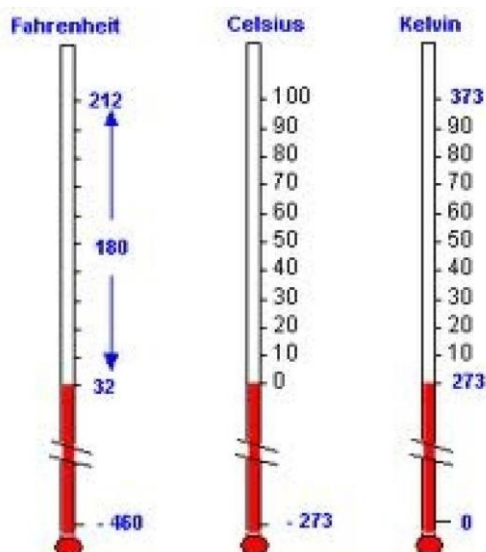


Fig.3. Escalas de temperatura

**Tiempo:** 2 sesiones de clase

### Proceso:

Se inicia la sesión presentando las tres escalas termométricas a trabajar (Celsius, Fahrenheit y Kelvin). Lo principal es que los estudiantes compartan al resto de curso situaciones que conozcan en las que se utilicen estas unidades de medida. También podrán emitir juicios sobre cuál es la más útil o cuál es la más utilizada. Luego se les informa a los estudiantes que deberán realizar una nueva investigación, ya sea con los grupos de la actividad previa o bien en nuevos grupos, para dar respuesta a la pregunta investigable: *¿En qué contextos se suele utilizar cada escala de temperatura, siendo éstas la Celsius, Fahrenheit y Kelvin y por qué?*

En cuanto a la metodología a implementar, se les menciona a los estudiantes que podrán utilizar los recursos aprendidos en la actividad anterior, además de otros que ellos quieran usar.

Los resultados de su investigación, así como sus conclusiones deberán ser compartidos en una presentación por cada grupo, en la que se exponga todo el proceso llevado a cabo y sus argumentos con respecto a cuál escala es más conveniente para cada caso.

Durante el resto de la primera sesión, los grupos de estudiantes podrán planificar su investigación y resolver dudas sobre la misma con el profesor, el cual toma un rol de guía u orientador, sin incluir información que resulte condicionante para las conclusiones que los estudiantes puedan generar.

La siguiente sesión será utilizada para las presentaciones, en donde cada grupo expondrá con los recursos que estime pertinentes, con una duración máxima de 10 minutos, otorgando espacio para preguntas o aclaraciones. Una vez presente la totalidad de los grupos, se procede a contrastar las conclusiones de cada grupo para determinar en conjunto, con la ayuda del profesor, en qué caso es más conveniente cada una de las escalas termométricas, con sus respectivos argumentos.

### **Pensando sobre el experimento:**

Se espera que los estudiantes pasen por un proceso investigativo, utilizando variadas fuentes bibliográficas confiables, para así obtener resultados que permitan dar respuesta a la pregunta investigable.

- **¿Qué vamos a definir?** Se espera que los estudiantes puedan definir las 3 escalas termométricas (Kelvin, Fahrenheit, Celsius).
- **¿Qué vamos a describir?** Se deben describir los momentos en que es adecuado utilizar cada una de las escalas.
- **¿Cómo hallaremos la respuesta?** Se dará respuesta a esta interrogante investigando y ejemplificando situaciones cotidianas en las cuales se ocupan cada uno de estos conceptos.

### **Resultados:**

Se espera que los estudiantes obtengan información tanto desde las fuentes bibliográficas, como desde sus propias conjeturas, analizando las divisiones de cada escala y sus puntos de temperatura característicos.

En el caso de la escala Kelvin, es fundamental que se reconozca la importancia del cero absoluto como un estado mínimo de temperatura (y, por ende, de movimiento molecular). Además, se espera que den cuenta del gran uso de esta escala en el mundo científico, como por ejemplo en la astronomía, donde se alude a puntos de temperatura extremos e incluso cercanos al cero absoluto. También debe mencionarse a esta escala como la usada bajo el sistema internacional.

Para la escala Fahrenheit, los estudiantes podrán aludir a su mayor cantidad de grados para el mismo tramo de temperaturas en comparación a las otras escalas analizadas. Su uso es cotidiano en algunos países de raíces anglosajonas, debido a su arraigo en la cultura. También es posible observar su uso en aparatos y textos gastronómicos. Es importante reconocer que esta escala resulta menos conveniente para gran parte de los casos, debido a sus 180 divisiones de grados, para el rango de temperaturas delimitadas por los puntos de fusión y ebullición del agua corriente.

Para la escala Celsius se espera que exista una mayor diversidad de ejemplos de uso con respecto a las escalas anteriores. Tanto por su uso cotidiano en Chile como en gran parte del mundo, la escala Celsius resulta conveniente para la descripción de procesos termodinámicos naturales, como los ciclos del agua, el clima, en la biología, procesos industriales, etc. Se debe hacer notar la similitud en sus divisiones con la escala kelvin, para lo cual es posible analizar las ecuaciones de conversión para una escala a otra y pueden ser comparadas con las conversiones a escala Fahrenheit.

Para evaluar el aprendizaje y relacionarlo con objetos tecnológicos que protegen de altas o bajas temperaturas se plantean las siguientes preguntas:

- ¿Qué objeto tecnológico utilizaría en su domicilio si su termómetro marca  $95^{\circ}\text{F}$ ?
- ¿Qué ropa utilizaría al salir a la calle si en la TV anuncian  $283.15^{\circ}\text{K}$ ?
- ¿En qué rango de temperatura en  $^{\circ}\text{C}$  utiliza calefacción en su domicilio?

### **Conclusiones:**

Algunas conclusiones que los estudiantes podrían proponer sobre el uso de escalas termométricas son:

- El uso de escalas termométricas se define tanto por factores de conveniencia como por decisiones arbitrarias ligadas a cada país y contexto en el que sea usado.
- La escala Celsius corresponde a la más utilizada, tanto por su masificación, como por su facilidad de conversión con respecto a la escala del sistema internacional (Kelvin).
- La escala Kelvin resulta conveniente para su uso en temperaturas extremas.
- El uso de escala Fahrenheit posee un uso condicionado a aspectos culturales, más allá de su comodidad de uso.

### **Actividad3:"Encontrar formas de propagación de calor en el hogar”**

Se solicita al estudiante la creación de un diseño experimental capaz de dar respuesta a la pregunta planteada por el Docente.

Para la resolución se requiere comprender sobre los tipos de mecanismos de transferencia de calor y cómo se propaga este en el ambiente y saber identificar los elementos del hogar que propagan calor.

**Pregunta general:** ¿Qué elementos del hogar propagan de diferentes formas el calor?

**Pregunta investigable:** ¿Qué mecanismos de transferencias de calor se pueden hallar en el hogar?

#### **Hipótesis:**

En base a la pregunta investigable, los estudiantes podrían pensar que:

- Existen elementos en el hogar que propagan calor.
- Alguno de los mecanismos de transferencias de calor se puede encontrar en el hogar y se pueden identificar.

Al momento del planteamiento de hipótesis, será posible recopilar las concepciones alternativas presentes en el estudiantado, siendo información útil para orientar los esfuerzos de los grupos investigadores hacia el producto deseado durante la etapa de desarrollo experimental.

#### **Diseño del experimento:**

Los estudiantes deben determinar qué elementos del hogar propagan el calor de diferentes formas, esto a partir de la observación, sensación y/o medición, considerando diversas variables como: los cambios de temperatura, distancia entre los objetos, etc.

Se espera una propuesta en donde los estudiantes comparen los diferentes elementos del hogar y los clasifiquen según su propagación de calor, incluyendo si poseen más de una forma.

#### **Materiales:**

Los materiales dependerán del domicilio de los estudiantes, pero se espera que algunos materiales puedan ser los siguientes:

- Hervidor
- Calefactor
- Agua

- Hielo
- Cocina
- Refrigerador
- Estufa

### Dibujo:

El dibujo depende también de los objetos que utilicen los estudiantes en su modelamiento, pero si utilizan los materiales indicados anteriormente los montajes podían ser los siguientes:

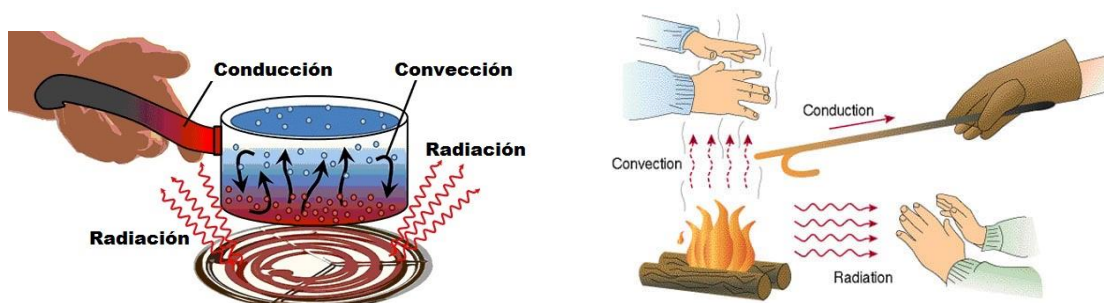


Fig. 4 Ejemplos de mecanismos de transferencia de calor en el hogar.

**Tiempo:** 2 sesiones de clase

**Proceso:** En la primera clase se realiza un resumen sobre los tres tipos de formas de propagación de calor (conducción, convección y radiación) para luego contextualizar la investigación, presentando la idea de que en todos los hogares a diario se utilizan diferentes elementos que propagan el calor de formas distintas. Se mencionará que todos estos elementos se utilizan sin considerar estos tipos de propagación. Dando paso a la pregunta investigativa para que los estudiantes planifiquen su procedimiento, finalizando la sesión respondiendo dudas y guiando en el proceso indagatorio.

En la siguiente sesión y final se realizará una exposición sobre la actividad experimental, los estudiantes deberán presentar los elementos que les permitieron identificar algún tipo de propagación, señalando el/los tipos de propagación y cómo afecta a los integrantes del hogar.

En cuanto a la comunicación de procesos y resultados de la investigación, se espera que los estudiantes identifiquen correctamente los tipos de propagación y utilicen los elementos del hogar para visualizarlos de manera concreta.

**Pensando sobre el experimento:** Los estudiantes pasarán por un proceso experimental, se utilizarán diferentes cubos de hielos para diferentes masas de agua y así finalmente obtener resultados que permitan responder la pregunta investigable.

- **¿Qué vamos a medir?** Se espera que los estudiantes utilicen las siguientes variables: Forma de propagación, temperatura y distancia.
- **¿Qué vamos a cambiar?** Se debe cambiar la distancia entre los objetos.
- **¿Qué tenemos que dejar siempre igual?** Las variables que se dejarán constantes deben ser el tiempo.
- **¿Cómo hallaremos el resultado?** Los resultados se pueden obtener mediante las observaciones y/o mediciones.

**Resultados:** Se espera que los estudiantes puedan obtener sus resultados mediante distintos análisis sobre los objetos, por observación, sensación y/o medición, mencionando a qué tipo de propagación puede pertenecer.

Para los diferentes casos, se espera que los estudiantes puedan identificar una gran variedad de aparatos en sus hogares que cumplan las condiciones necesarias para propagar calor, teniendo así una variedad mayor de elementos a analizar y comparar.

Tabla comparativa:

Elementos	Conducción	Convección	Radiación
Refrigerador	×		×
Hielo	×		
Olla con agua en cocina	×	×	×

**Conclusiones:**

Se espera que los estudiantes puedan concluir que:

- La mayoría de los aparatos puede pertenecer a un tipo de propagación.
- Algunos aparatos o sistemas pueden contener dos o más formas de propagación.
- Que puedan explicar cuál forma de propagación es más / menos común.

## **Actividad 4: "Determinar la temperatura inicial de un cubo de hielo"**

Se solicita al estudiante la creación de un diseño experimental capaz de dar respuesta a la pregunta planteada por el Docente.

Para la resolución se requiere comprender conceptos como Calor, Energía Térmica, Equilibrio Térmico, Calor Latente y Cambios de Fase. Además, será necesario llevar a cabo sus aplicaciones en la vida diaria y cotidiana.

**Pregunta general:** ¿Cómo se determina la transferencia de calor de un líquido a un cubo de hielo?

**Pregunta investigable:** ¿Cuál es la temperatura inicial de un cubo de hielo?

### **Hipótesis:**

En base a la pregunta investigable, los estudiantes podrían pensar que:

- La transferencia de calor dependerá del líquido a utilizar debido a que poseen distintos valores de calor específico.
- Si el experimento no se encuentra muy bien aislado podría ocurrir transferencia de calor desde el ambiente y/o entorno.
- La temperatura inicial del cubo de hielo vendrá dada por la temperatura que indique el congelador donde esté conservado.

Con el planteamiento de hipótesis, será posible recopilar las concepciones alternativas presentes en el estudiantado, siendo información útil para retroalimentar a los grupos investigadores hacia el producto deseado durante la etapa de desarrollo experimental.

### **Diseño del experimento:**

Los estudiantes deben realizar un experimento para determinar la temperatura inicial de un cubo de hielo, esto a partir de una masa de agua y un cubo de hielo, considerando diversas variables como: la masa de agua, la masa del hielo, la temperatura inicial del agua, la transferencia de calor, los cambios de fase, etc.

Se espera una propuesta de diseño completamente experimental utilizando materiales reciclables y/o de bajo costo, donde tomen datos y analicen las posibles variables que puedan

influir en el sistema.

**Materiales:**

Los materiales dependerán del diseño experimental planificado por los estudiantes, pero se espera que algunos materiales puedan ser los siguientes:

- Vaso térmico (plumavit)
- Tapa de plumavit con orificio en el centro (para introducir termómetro)
- Agua
- Hielo
- Termómetro y Balanza (facilitados por el docente).

**Dibujo:**

El dibujo depende también del diseño experimental que utilicen los estudiantes en su modelamiento, pero si utilizan los materiales indicados anteriormente el montaje será el siguiente:



**Tiempo:** 1 sesiones de clase

**Proceso:** Se repasan y explican nuevamente los conceptos de una actividad indagatoria para luego contextualizar la investigación, presentando la problemática del calor en el verano y como se utiliza el hielo para bajar la temperatura de los líquidos. Se expondrá la idea de que el hielo simplemente se utiliza para enfriar los líquidos y que resulten más refrescantes, pero no se considera si la temperatura en la que se encuentra el hielo influye. Luego se da paso a la pregunta

investigativa para que los estudiantes planifiquen su procedimiento y montaje experimental, finalizando la sesión respondiendo dudas y guiando en el proceso indagatorio.

Se dará paso a la realización de la actividad experimental en clases, los estudiantes deberán tomar los datos que les permitirán utilizar las ecuaciones pertinentes para resolver la incógnita, finalizando con la retroalimentación para cada trabajo.

En cuanto a la comunicación de procesos y resultados de la investigación, se espera que los estudiantes lleguen a resultados similares, con pequeñas diferencias en cuanto a la temperatura inicial del cubo de hielo, esto debido a que las temperaturas dependerán de cada sistema.

### **Pensando sobre el experimento:**

Los estudiantes pasarán por un proceso experimental, se utilizarán diferentes cubos de hielos para diferentes masas de agua y así finalmente obtener resultados que permitan responder la pregunta investigable.

- **¿Qué vamos a medir?** Se espera que los estudiantes midan las siguientes variables: Temperatura inicial del agua, temperatura final del sistema, masa del agua y de la mezcla final.
- **¿Qué vamos a cambiar?** Se debe cambiar la temperatura del sistema debido al cubo de hielo y éste encontrará un equilibrio térmico con el agua.
- **¿Qué tenemos que dejar siempre igual?** Las variables que se dejarán constantes las masas de hielo y agua.
- **¿Cómo hallaremos el resultado?** Los resultados se pueden obtener mediante las fórmulas de la termodinámica mostradas en las clases.

### **Resultados:**

Masa de agua (kg)	Masa final de la mezcla(kg)	Masa del hielo (kg)

*Tabla 1. Datos obtenidos experimentalmente de masas.*

Temperatura inicial del agua (°C)	Temperatura final de la mezcla (°C)

*Tabla 2. Datos obtenidos experimentalmente de temperaturas.*

## Análisis de datos e interpretación de datos

Con los datos obtenidos experimentalmente y las ecuaciones ya estudiadas es posible determinar la temperatura inicial del cubo de hielo a partir del reemplazo y cálculo de las ecuaciones.

Calor específico del agua (J/kg°C)	Calor específico del hielo (J/kg°C)	Calor latente de fusión (J/kg)
4186	2090	$334 \times 10^3$

Tabla 3. Datos adicionales conocidos para la realización de cálculos.

Temperatura inicial del cubo de hielo (°C)

Tabla 4. Valor de temperatura del hielo obtenido experimentalmente.

Para guiar la experiencia se plantean las siguientes preguntas:

- ¿Qué sucede con un cubo de hielo si lo introducimos a un vaso de agua?
- ¿Qué sucede con la temperatura del agua?
- Al final de la mezcla, ¿qué diferencia existe con la masa inicial del agua?
- ¿Cuál era la masa del hielo?
- ¿Cuál era la temperatura inicial del cubo de hielo?

**Conclusiones:** Se espera que los estudiantes puedan concluir que:

- La temperatura del líquido disminuye gracias a la transferencia de calor existente en el sistema.
- La masa del cubo de hielo será la diferencia de las masas del líquido y del final de la mezcla.
- La temperatura inicial del cubo de hielo se puede determinar gracias a las ecuaciones.
- Entre más baja la temperatura del cubo de hielo, más puede disminuir la temperatura final de la mezcla.

## **Actividad 5: "Búsqueda del sistema de calefacción más conveniente para el hogar"**

Se solicita al estudiante la creación de un diseño experimental capaz de dar respuesta a la pregunta planteada por el Docente.

Para la resolución se requiere de comprender sobre el proceso de transformación de energía generada por el combustible en forma de calor, así como conocimiento termodinámico sobre cómo se propaga este calor en el ambiente a calefaccionar. Modelos implicados: Principio de conservación de la energía - Termodinámica clásica sobre transferencia de calor (Modos de transferencia calor y tasa de transferencia de energía potencia).

**Pregunta general:** ¿Qué sistema de calefacción es más conveniente para su uso en el hogar?

**Pregunta investigable:** ¿Qué tipo de calefacción transforma de mejor manera el combustible en energía en forma de calor?

Se espera que los estudiantes comprendan de buena manera el sentido de la pregunta investigativa durante el desarrollo de la primera sesión de trabajo. A su vez, las libertades del modelo indagatorio presentadas, así como la modalidad de trabajo con un protagonismo importante en los y las estudiantes, podrían provocar que se sientan confundidos y/o amenazados (Donham, 2001).

### **Hipótesis:**

En base a la pregunta investigable, los estudiantes podrían pensar que:

- Si se calefacciona el hogar con diferentes aparatos existirá una diferencia en el impacto económico y ambiental.
- La calefacción en base a combustibles fósiles (o parafina) realizará de mejor manera la transformación a energía calórica, aunque a la vez produce mayor contaminación al ambiente.
- La calefacción eléctrica tiene un gasto monetario mayor, pero reduce en gran cantidad la contaminación ambiental.

Al momento del planteamiento de hipótesis, será posible recopilar las concepciones alternativas presentes en el estudiantado, siendo información útil para orientar los esfuerzos de los grupos investigadores hacia el producto deseado durante la etapa de desarrollo experimental.

**Diseño del experimento:**

Los estudiantes deben realizar una comparación de diferentes tipos de sistemas de calefacción (eléctrica, parafina y gas) esto comparando modelos de estufas y/o calefactores considerando diversas variables como: transformación energética, consumo de combustible, espacio a calefaccionar, etc.

Se esperan al menos dos propuestas de diseños: Uno completamente experimental donde tomen datos y analicen variables directamente en sus hogares con el sistema de calefacción que utilicen y luego los comparen con los de sus compañeros. Por otro lado, está el diseño donde buscan diversos modelos de estufas y/o calefactores con sus respectivas características indicadas por el fabricante para luego analizar esa información y realizar cálculos teóricos del consumo de combustible y/o electricidad en base a su potencia, rendimiento por hora, área de calefacción, etc.

**Materiales:**

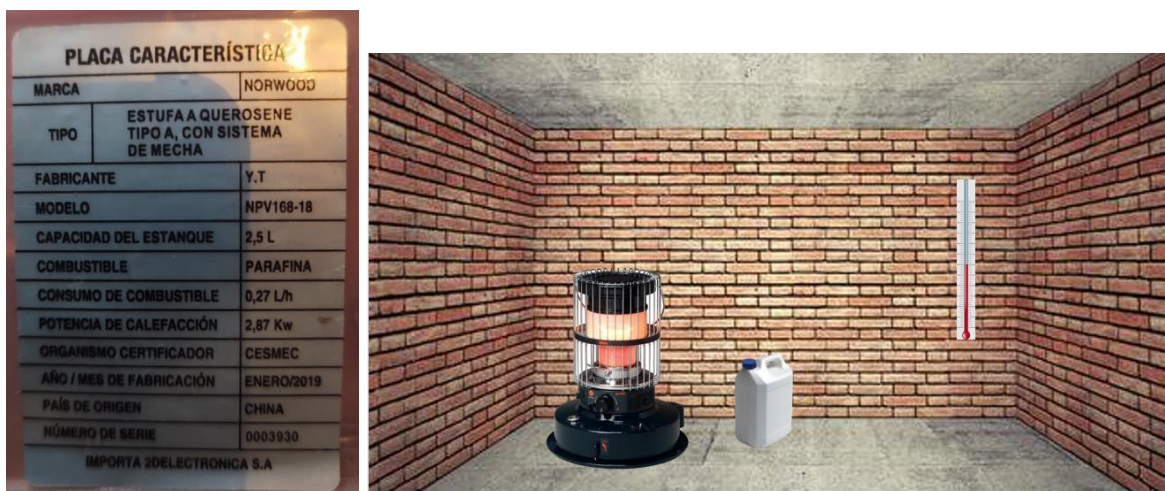
Los materiales dependerán de si se hará teórico o experimental.

Para el modelo teórico podrían utilizar: Especificaciones de estufas dadas por el fabricante, valor monetario del combustible y la electricidad, dimensiones a calefaccionar, etc.

Para el modelo experimental se podrían utilizar: Estufas y/o calefactores, cronómetro o reloj para medir el tiempo, valor monetario del combustible y la electricidad, dimensiones a calefaccionar, etc.

## Dibujo:

El dibujo depende también del diseño teórico o experimental que utilicen los estudiantes en su modelamiento.



PLACA CARACTERÍSTICA	
MARCA	NORWOOD
TIPO	ESTUFA A QUEROSENE TIPO A, CON SISTEMA DE MECHA
FABRICANTE	Y.T
MODELO	NPV168-18
CAPACIDAD DEL ESTANQUE	2,5 L
COMBUSTIBLE	PARAFINA
CONSUMO DE COMBUSTIBLE	0,27 L/h
POTENCIA DE CALEFACCIÓN	2,87 Kw
ORGANISMO CERTIFICADOR	CESMEC
AÑO / MES DE FABRICACIÓN	ENERO/2019
PAÍS DE ORIGEN	CHINA
NÚMERO DE SERIE	0003930
IMPORTA 3DELECTRONICA S.A	

**Tiempo:** 2 sesiones de clases

## Proceso:

En la primera clase se repasan y explican nuevamente los conceptos de una actividad indagatoria para luego contextualizar la investigación, presentando la problemática del frío en invierno con una lluvia de preguntas (En invierno, ¿de qué manera calefaccionan su hogar?, ¿Qué tipo de sistemas de calefacción conocen?, ¿De qué material está construido su hogar?, ¿El material influye en la calefacción de su hogar?, ¿Qué tipo de combustible creen ustedes que contamina menos?, ¿Qué tipo de estufa creen que genera un mayor costo monetario?), para dar paso al planteamiento de la pregunta investigable, se les pide a los estudiantes elaborar un modelo experimental para dar respuesta a esta pregunta.

Finalmente, se realiza una revisión sobre el diseño experimental planteado, donde se verá que las variables expuestas sean acordes al modelo y que permitan utilizar las ecuaciones pertinentes pudiendo resolver las incógnitas. Se finaliza la sesión respondiendo las dudas que vayan quedando para luego solicitar que los y las estudiantes presenten su trabajo de forma expositiva al curso en la siguiente clase.

En la última sesión se presenta el trabajo de manera expositiva, en el cual se evaluarán los procesos, resultados y conclusiones de este trabajo, finalizando con la retroalimentación pertinente para cada trabajo.

En cuanto a la comunicación de procesos y resultados de la investigación, se espera que los estudiantes lleguen a resultados similares, con grados de diferencias en cuanto a la cantidad de evidencia presentada y el manejo de ésta para relacionarlas con sus resultados.

### **Pensando sobre el experimento:**

Los estudiantes pueden pasar por dos procesos diferentes:

- I. Teórico: Se verán las especificaciones de los diferentes calefactores, luego se harán cálculos para determinadas áreas a calefaccionar para así llegar a resultados que permitan responder la pregunta investigable.
- II. Experimental: Se utilizarán diferentes calefactores para calentar un área determinada, se tomarán diferentes datos para las variables a utilizar y así finalmente obtener resultados que permitan responder la pregunta investigable.
  - **¿Qué vamos a medir?** Se espera que los estudiantes utilicen las siguientes variables para quienes lo hagan de forma experimental: Tiempo, consumo, área y temperatura.
  - **¿Qué vamos a cambiar?** Se debe cambiar el tipo de calefactor a utilizar, el que tendrá diferentes especificaciones.
  - **¿Qué tenemos que dejar siempre igual?** Las variables que se dejarán constantes deben ser el tiempo que se utiliza el calefactor y el área a calefaccionar.
  - **¿Cómo hallaremos el resultado?** Los resultados se pueden obtener mediante las fórmulas de la termodinámica mostradas en las clases.

### **Resultados:**

En general se espera que los estudiantes que escogen el diseño experimental teórico obtengan resultados más realistas y acertados que los grupos de diseño experimental. Esto en parte por el menor alcance y variedad de estufas que pueden ser utilizadas para la obtención de datos empíricos, a diferencia de buscar datos y referencias de los fabricantes, como de investigaciones alternas con mayores alcances de indagación que traten el tema de la conveniencia energética en calefacción del hogar.

Aun así, los grupos que se dediquen a la obtención de datos propios cursan procesos de

indagación mucho más profundos, ligados al control de variables experimentales, identificación de errores experimentales e implementación de instrumentos de medición.

En general, ambos grupos deberán determinar una relación entre la potencia de calor con el consumo de masa por unidad de tiempo (en el caso de calefactores a gas o combustibles fósiles) o bien con el consumo de energía eléctrica por unidad de tiempo (en el caso de los calefactores eléctricos). Es posible usar como variable en común el costo de los combustibles por unidad de tiempo y obtener la razón entre este valor y la potencia de calor emitido.

En cuanto a la vinculación con los objetivos de aprendizaje, es posible que la actividad por sí sola no sea suficiente para que la mayoría de los estudiantes transformen lo aprendido en aportes significativos al entendimiento de conceptos más generales sobre termodinámica y electromagnetismo. Por otro lado, es altamente probable que se observe un desarrollo significativo en los aspectos procedimentales y actitudinales en los estudiantes, y un mayor entendimiento de ideas de la ciencia y sobre la ciencia.

### **Conclusiones:**

Se considera a esta actividad de indagación como un complemento significativo a la comprensión del concepto de energía y sus diferentes formas, transmisión del calor y el concepto de potencia y potencia por unidad de área, pero, sobre todo, como un gran aporte al desarrollo de habilidades de observación, experimentación, argumentación y de comunicación de ideas. Según Bybee (2004), existen diferentes habilidades que se adquieren por uso de IBSE, tal que en esta actividad destacan:

- Pensar crítica y lógicamente para elaborar relaciones entre las pruebas obtenidas y la explicación.
- Diseñar y conducir investigaciones científicas.
- Comunicar procedimientos y explicaciones científicas.
- Desarrollar descripciones, explicaciones, predicciones y hacer uso de modelos utilizando las pruebas obtenidas.
- Usar matemáticas en todos los aspectos de la indagación.

Por otro lado, el *identificar preguntas que puedan ser respondidas mediante una investigación*

*científica*, no se desarrolla en este tipo de indagación guiada, con una pregunta ya preestablecida.

Es posible que algunos estudiantes se sientan motivados a comprender más sobre los procesos científicos que se llevan a cabo en la construcción de nuevos conocimientos, así como el generar dudas más concretas sobre los procesos de validación de estos conocimientos por parte de la comunidad científica.

Se espera que los estudiantes puedan aplicar lo aprendido a su mundo cotidiano y que así valoren el aporte de la ciencia en su vida, reconociendo ventajas de implicarse en el mundo científico por medio de indagaciones propias.

#### Anexo 4. Rúbrica para actividades con informe.

### Rúbrica Actividades con informe

Puntaje Tópico	4	3	2	1	Puntaje Asignado
<b>Introducción / Presentación del problema</b>	Se contextualiza claramente el tema, indicando además la problemática de una manera concisa y clara.	La introducción contiene una base sólida, pero podría expresarse de una manera más interesante.	La introducción y la problemática son indicados de manera incompleta, y podría presentarse de forma más clara.	No se comprende la introducción ni tampoco queda clara la problemática.	
<b>Hipótesis</b>	El grupo presenta una hipótesis que deja en evidencia un análisis profundo y exhaustivo del tema.	El grupo ha realizado un análisis del tema, pero no ha planteado una hipótesis clara dejando de lado algunos aspectos.	El grupo ha planteado una hipótesis pero sin analizar el tema.	El grupo plantea una idea pero no se desarrolla como hipótesis del tema.	
<b>Descripción del diseño de trabajo</b>	Se detalla de forma clara el proceso investigativo con su respectivo diseño de trabajo.	Se detalla el proceso investigativo a grandes rasgos con su diseño de trabajo.	Se plantea un diseño de trabajo sin detallar paso a paso el proceso investigativo.	No describen claramente su diseño de trabajo ni proceso investigativo.	
<b>Resultados</b>	Los resultados son entregados de manera clara y de forma detallada, en formato innovador en cuanto a las herramientas metodológicas (tablas comparativas, encuestas, fotografías, memes, etc.).	Logro intermedio.	Logro intermedio.	Se entregan resultados sin explicaciones.	
<b>Conclusiones</b>	Analizan de manera clara y en detalle los conceptos a investigar de manera física y sus diferencias en las concepciones cotidianas con ejemplos.	Analizan los conceptos a investigar de manera física y sus diferencias en las concepciones cotidianas con ejemplos.	Analizan los conceptos a investigar de manera física pero sin indicar diferencias con las concepciones cotidianas.	Analizan los conceptos solo a nivel físico.	
<b>Bibliografías</b>	Utilizan al menos 3 referencias bibliográficas de fuentes confiables y en formato APA.	Utilizan referencias bibliográficas de fuentes confiables y en formato APA.	Utilizan referencias bibliográficas de fuentes confiables pero sin formato APA.	No incluyen referencias confiables.	
<b>Guía Resumen</b>	La guía entregada es coherente con el informe entregado y muestra el trabajo realizado.	La guía entregada no muestra todos los puntos del informe.	La guía muestra algunos aspectos del informe entregado (menos de 3 aspectos).	Entregan la guía pero no es coherente en los aspectos tratados en el informe.	
<b>Aspectos Formales</b>	Trabajo que cumple con todos los aspectos formales indicados (letra, interlineado, justificado, márgenes, referencias).	Trabajo que cumple con 3 de los aspectos formales indicados.	Trabajo que cumple con dos de los aspectos formales indicados.	El trabajo cumple con uno de los aspectos formales indicados.	
<b>Comentarios:</b>				<b>Total</b>	
				<b>Nota</b>	

## Anexo 5. Rúbrica para actividades con presentaciones.

### Rúbrica Actividades con presentación

Puntaje Tópico	4	3	2	1	Puntaje Asignado
<b>Introducción / Presentación del problema</b>	Se contextualiza claramente el tema, indicando además la problemática de una manera concisa y clara.	La introducción contiene una base sólida, pero podría expresarse de una manera más interesante	La introducción y la problemática son indicados de manera incompleta, y podría presentarse de forma más clara.	No se comprende la introducción ni tampoco queda clara la problemática.	
<b>Hipótesis</b>	El grupo presenta una hipótesis que deja en evidencia un análisis profundo y exhaustivo del tema.	El grupo ha realizado un análisis del tema, pero no ha planteado una hipótesis clara dejando de lado algunos aspectos.	El grupo ha planteado una hipótesis pero sin analizar el tema.	El grupo plantea una idea pero no se desarrolla como hipótesis del tema.	
<b>Descripción del diseño de trabajo</b>	Se detalla claramente el proceso investigativo con su respectivo diseño de trabajo.	Se detalla el proceso investigativo a grandes rasgos con su diseño de trabajo.	Se plantea un diseño de trabajo sin detallar paso a paso el proceso investigativo.	No describen claramente su diseño de trabajo ni proceso investigativo.	
<b>Resultados</b>	Los resultados son entregados de manera clara y detalladamente, en formato innovador en cuanto a las herramientas metodológicas (tablas comparativas, encuestas, fotografías, memes, etc.).	Logro intermedio.	Entregan resultados de manera clara.	Se entregan resultados sin explicaciones.	
<b>Conclusiones</b>	Analizan de manera clara y en detalle los conceptos a investigar de manera física y sus diferencias en las concepciones cotidianas con ejemplos.	Analizan los conceptos a investigar de manera física y sus diferencias en las concepciones cotidianas con ejemplos.	Analizan los conceptos a investigar de manera física pero sin indicar diferencias con las concepciones cotidianas.	Analizan los conceptos solo a nivel físico.	
<b>Bibliografías</b>	Utilizan al menos 3 referencias bibliográficas de fuentes confiables y en formato APA.	Utilizan referencias bibliográficas de fuentes confiables y en formato APA.	Utilizan referencias bibliográficas de fuentes confiables pero sin formato APA.	No incluyen referencias confiables.	
<b>Guía Resumen</b>	La guía entregada es coherente con el informe entregado y muestra el trabajo realizado.	La guía entregada no muestra todos los puntos del informe.	La guía muestra algunos aspectos del informe entregado (menos de 3 aspectos).	Entregan la guía pero no es coherente en los aspectos tratados en el informe.	
<b>Aspectos Formales Presentación</b>	Presentación cumple con todos los aspectos formales indicados (Duración entre 5 y 7 min. no presentan faltas de ortografía, realizan una presentación novedosa y una organización en la presentación).	Presentación que cumple con tres de los aspectos formales indicados.	Presentación que cumple con dos de los aspectos formales indicados.	Presentación que cumple con uno de los aspectos formales indicados.	

<b>Habilidad es de comunicación</b>	Utilizan un lenguaje adecuado, se aprecia una precisión conceptual, explican en detalle todo el proceso y se nota un completo manejo del tema.	Logro intermedio.	Presentación que cumple con dos de las habilidades de comunicación.	Presentación que cumple con una de las habilidades de comunicación.	
<b>Comentarios:</b>				<b>Total</b>	
				<b>Nota</b>	

Anexo 6. Ticket de salida.

## Ticket de Salida

Este ticket tiene como objetivo recopilar información respecto a los conceptos vistos y actividades realizadas durante la Secuencia Didáctica con Enfoque Indagatorio.

**Nombre Estudiante:**

---

**Número de Actividad:**

- Actividad 1
- Actividad 2
- Actividad 3
- Actividad 4
- Actividad 5

A partir de la actividad, ¿Qué conceptos comprendiste mejor?

---

---

---

¿Cómo influyó en tu aprendizaje la aplicación de los conceptos a un contexto cotidiano?

---

---

---

¿Cuáles fueron las dificultades que tuviste al momento de desarrollar la actividad?

---

---

---

Apreciaciones acerca de la actividad

---

---

---

## Anexo 7. Test de entrada y salida

# Test de entrada y salida: “La termodinámica en la vida cotidiana”

Prof. Camila Ávila y Cristóbal Maturana

Nombre:	Fecha:	Nota:
---------	--------	-------

## Instrucciones:

- Lee atentamente antes de contestar
- La prueba consta de 10 preguntas
- Las preguntas constan de cinco alternativas
- Marque la alternativa correcta
- Tiene 25 minutos para contestar el Test

1. “Solo existe si tenemos dos o más cuerpos en contacto, pero éstos no se encuentran en equilibrio térmico”. Se puede afirmar que en la afirmación se está hablando del concepto de:

- A) Masa.
- B) Temperatura.
- C) Calor específico.
- D) Energía.
- E) Calor.**

2. A diario cuando se toma un té, el agua está a una temperatura muy elevada, al introducir el azúcar con una cuchara, ésta última eleva su temperatura hasta llegar a un equilibrio, esto se logra cuando:

- A) Poseen la misma masa.
- B) Poseen la misma temperatura.**
- C) Poseen el mismo calor específico.
- D) Poseen la misma cantidad de calor.
- E) Poseen la misma cantidad de calor y la misma temperatura.

3. Dependiendo de la situación o en el lugar que nos encontramos utilizamos diferentes escalas de temperatura. ¿Qué alternativa menciona una escala relativa y una absoluta respectivamente?

A) Kelvin y Fahrenheit

B) Rankine y Kelvin.

C) Fahrenheit y Celsius

D) Celsius y Kelvin

E) Ninguna de las anteriores.

4. En un día de verano se enfría un vaso de bebida con hielo, si la variación de temperatura fue de  $-17^{\circ}\text{C}$ , entonces la variación de su temperatura en Kelvin es:

A)  $-17\text{ K}$

B)  $-273\text{ K}$

C)  $17\text{ K}$

D)  $273\text{ K}$

E)  $-293\text{ K}$

5. Los niños no suelen beber líquidos calientes, es por esta razón que vierten líquido más frío para poder bajar la temperatura inicial. Si se tienen 40g de agua a  $80^{\circ}\text{C}$  y se mezcla con 20 g de agua a  $41^{\circ}\text{C}$ , ¿Cuál es la temperatura final de la mezcla?

A)  $72^{\circ}\text{C}$ .

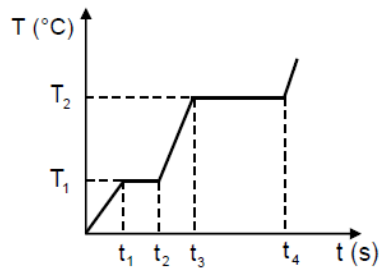
B)  $63^{\circ}\text{C}$ .

C)  $65^{\circ}\text{C}$ .

D)  $70^{\circ}\text{C}$ .

E)  $67^{\circ}\text{C}$ .

6. El Hielo es una sustancia, que se encuentra en fase sólida, cuando absorbe energía constantemente su temperatura  $T$  en función del tiempo  $t$  se puede representar mediante el siguiente gráfico.



Si entre  $t_1$  y  $t_2$  la temperatura permanece constante y lo mismo ocurre entre  $t_3$  y  $t_4$ , a partir del gráfico se puede afirmar correctamente que:

- A) En  $T_2$  la sustancia cede más calor que a  $T_1$ .
  - B) El hielo disminuye su calor específico al alcanzar las temperaturas  $T_1$  y  $T_2$ .
  - C)  $T_1$  corresponde a la temperatura de fusión y  $T_2$  a la de ebullición.
  - D) La energía absorbida entre  $t_1$  y  $t_2$  equivale al calor latente de vaporización.
  - E) En  $t_2$  toda la sustancia se encuentra en fase gaseosa.
7. Cuando se acerca la hora de tomar once, las personas comúnmente se preparan un té, sobre todo si es invierno, a causa del frío se toma este líquido a una temperatura elevada, esto puede provocar quemarse la lengua. La situación anteriormente mencionada hace referencia a:

- A) Radiación.
- B) Convección.
- C) Conducción.
- D) Transmisión.
- E) Ninguna es correcta.

8. Un ejemplo de la transferencia de calor por radiación es el calor que a diario recibimos gracias al sol, basándonos en el ejemplo podemos decir que este mecanismo es producido por:

A) Cuerpos calientes que emiten ondas electromagnéticas.

B) El contacto con un cuerpo a una temperatura elevada.

C) Líquidos o gases que aumentas su temperatura.

D) El contacto con un cuerpo a una temperatura baja.

E) Todas son correctas.

9. A diario las personas salen de sus hogares, al caminar pueden sentir la brisa o el viento que pasa a su alrededor, este viento es una forma de transferir energía por:

A) Radiación.

B) Convección.

C) Conducción.

D) Transmisión.

E) Ninguna es correcta.

10. En época de invierno es común ver en los hogares distintos aparatos para calefaccionar el hogar, esto se debe a los diferentes factores que privilegia cada familia para comprar estos artefactos (economía, contaminación, comodidad, etc.). Si debe privilegiar la contaminación, ¿Qué aparato **NO** escogería?

A) Estufa eléctrica calefactora.

B) Estufa a gas.

C) Estufa eléctrica infrarroja.

D) Estufa a parafina.

E) Estufa eléctrica radiador.