



Tesis de Maestría

"Estudio sobre mejoras en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física en el Nivel Medio, mediante un diseño didáctico centrado en actividades de laboratorio".

Ing. Jorge V. Restovich

Director de Tesis: Mg. Juan Luis Zarza

Co-director de Tesis: Dr. Ricardo Chrobak

Co-director de Tesis: Dr. Felix Ortiz

Maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales.

Facultad de Ingeniería

Universidad Nacional del Comahue

(Junio, 2021)

“El camino de 1000 millas comienza con un solo paso”.

Lao Tse

AGRADECIMIENTOS

A mi familia, en especial a mi esposa, por apoyarme en todo lo que emprendo y a mi hija Gabriela por sus aportes. Ellas mejor que nadie saben de las horas dedicadas a este trabajo.

Al Mg. Juan Luis Zarza por su infinita paciencia, sus palabras de aliento y sus valiosas devoluciones, sin las cuales, probablemente no habría arribado a este punto.

Al Dr. Felix Ortiz por haber despertado en mí la pasión por la Física.

Al Dr. Ricardo Chrobak, por haberme mostrado el constructivismo en acción.

Al Instituto Secundario Bernardino Rivadavia, en especial a su Directora, Lic. Cecilia Bazanella por la apertura mostrada y por brindarme cuanto necesité para este proyecto.

A mis alumnos, destinatarios de esta búsqueda, por participar activamente y brindar total colaboración a la realización de este proyecto.

Resumen

En esta Tesis de Maestría se sostiene que la enseñanza de la Física, para alumnos del quinto año de la especialidad Ciencias Naturales, del Instituto Secundario Bernardino Rivadavia de la ciudad de Villa María, puede potenciarse apoyándose en dos ejes centrales: por una parte, la realización de prácticas de laboratorio de corte constructivista con participación activa de los alumnos en el diseño experimental y, por otra parte, el fortalecimiento de la comprensión de conceptos mediante el uso de mapas conceptuales como herramienta metacognitiva acorde a la etapa de los alumnos sujetos de esta investigación.

Se adoptó como metodología de trabajo la de Investigación-Acción¹ por considerarse que es un medio perfectamente accesible y adaptable a las prácticas docentes, permitiendo revisarlas a la luz de los datos obtenidos para producir mejoras en sucesivos ciclos.

Palabras clave: prácticas de laboratorio - mapas conceptuales - investigación-acción - enseñanza de las ciencias.

Abstract:

In this Master's Thesis it is argued that the teaching of Physics, to fifth year students of the specialty Natural Sciences, from Bernardino Rivadavia Secondary School in the city of Villa María, can be boosted based on two central axes: on the one hand, the implementation of constructivist laboratory practices with active students' participation in experimental design, and on the other hand, the strengthening in the understanding of concepts through the use of conceptual maps, as a metacognitive tool, according to the cognitive stage of the students, from to this research.

The Research-Action was adopted as a work methodology because it is considered to be a perfectly accessible and adaptable to the teaching practices, allowing them to be reviewed in the light of the data obtained to produce improvements in successive cycles.

Keywords: laboratory practices - conceptual maps - research-action - science teaching.

1- Lewin, k., "Investigación acción y los problemas de las minorías", *Journal of Social issues*, vol. 2, 1946, pp 34-36.

ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	5
1.1 Planteo del problema.	5
1.2 Preguntas e hipótesis de investigación.	14
1.2.1 Pregunta principal de investigación.	14
1.2.2 Preguntas secundarias de investigación.	14
1.2.3 Hipótesis principal.	15
1.2.4 Hipótesis secundarias.	15
1.3 Objetivos de la Investigación-Acción.	16
1.3.1 Objetivo general.	16
1.3.2 Objetivos particulares.	16
1.4 Justificación.	17
1.5 Contexto.	21
CAPÍTULO II	24
2.1 Marco teórico.	24
2.2 Antecedentes de la Investigación-Acción.	54
2.3 Metodología utilizada: Investigación-Acción.	69
2.4 Cronograma de la Investigación-Acción.	73
2.5 Instrumentos utilizados en la Investigación-Acción.	75
CAPÍTULO III: DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN-ACCIÓN.	78
3.1 Marzo 2017: Identificación de la idea inicial.	78
3.2 Mayo de 2017: Reconocimiento del problema.	78

3.3 Agosto de 2017: Planteo de hipótesis de trabajo.	74
3.4 Febrero de 2018: Diseño del plan de trabajo y presentación de la Investigación-Acción a directivos y al conjunto de docentes del departamento de Física.....	74
3.4.1 Diseño del plan de trabajo.	78
3.4.2 Presentación de la Investigación-Acción a directivos y docentes de Física.	79
3.5 Abril de 2018: Implementación de una secuencia didáctica simplificada.	80
3.6 Diciembre de 2018: Encuestas de opinión a los docentes de Física de la institución.	80
3.6.1 Análisis de las respuestas a la encuesta de los docentes.	81
3.7 Marzo de 2019: Presentación de la Investigación-Acción a los alumnos destinatarios y realización de las encuestas iniciales por parte de los mismos. ..	83
3.7.1 Presentación de la Investigación-Acción a los alumnos destinatarios. ...	83
3.7.2 Encuestas de opinión iniciales, a los alumnos de 5° año de la especialidad Ciencias Naturales.	83
3.8 Marzo a agosto de 2019: Implementación en el aula de la secuencia didáctica.	90
3.8.1 Planteo del tema Calor y Temperatura. Formación de grupos.	93
3.8.2 Diagnóstico de ideas previas.	94
3.8.3 Segunda etapa del trabajo con conceptos, utilizando recursos disponibles. Clases expositivas del profesor. Análisis de la ecuación de calorimetría.	106

3.8.4 Resolución de problemas abiertos.	116
3.8.5 Elaboración grupal del segundo Mapa Conceptual. Evaluación del progreso en la comprensión y elaboración de los Mapas Conceptuales.	118
3.8.6 Diseño experimental realizado por los alumnos, realización de las Prácticas de Laboratorio y discusión de resultados.	132
3.9 Encuestas de opinión finales a los alumnos de 5° año de la especialidad Ciencias Naturales.	177
CAPÍTULO IV: REFLEXION, DISCUSIÓN, PROPUESTA DE MEJORAS Y CONCLUSIONES.	183
4.1 Análisis y reflexión sobre lo actuado en este primer ciclo de la Investigación-Acción.	183
4.2 Fortalezas y debilidades de la Investigación-Acción.	183
4.2.1 Fortalezas de la Investigación-Acción.	184
4.2.2 Debilidades de la Investigación-Acción.	184
4.3 Conclusiones.	185
4.4 Propuestas de nuevas mejoras para un segundo ciclo de la Investigación- Acción.	199
4.5 Reflexiones finales.	203
ANEXOS	205
Anexo 1: Documento guía sobre mapas conceptuales para alumnos.....	205
Anexo 2: Documento guía sobre ideas previas acerca del tema Calor y Temperatura.	207
Anexo 3: Documento guía para Laboratorio Experimental.	213

Anexo 4: Ejemplos de problemas abiertos trabajados.	214
Anexo 5: Ejemplos de problemas abiertos trabajados.	217
Anexo 6: Lista de cotejo para evaluar Mapas Conceptuales	218
Anexo 7: Anotaciones en cuaderno de campo.	222
REFERENCIAS	229

Índice de Figuras y Tablas

Referencia	Descripción	Página
Figura 1	Tipos de trabajos prácticos de laboratorio.	43
Tabla 1	Algunas ideas alternativas sobre calor y temperatura.	47
Figura 2	Modelo base de Investigación-Acción de Kurt Lewin, interpretado por Kemmis.	72
Figura 3	Opinión de los alumnos respecto de su actitud en las clases de Física.	84
Figura 4	Opinión de los alumnos respecto de su comprensión en las clases de Física.	84
Figura 5	Opinión de los alumnos respecto de su actitud en actividades experimentales.....	85
Figura 6	Opinión de los alumnos respecto del número de actividades experimentales.	85
Figura 7	Opinión de los alumnos respecto de la forma en que se desarrollan las prácticas de laboratorio.	86
Figura 8	Opinión de los alumnos sobre las explicaciones del profesor/a de Física.	86
Figura 9	Opinión de los alumnos acerca del uso de mapas conceptuales en clases de Física.	87
Figura 10	Mapa conceptual presentado inicialmente por el grupo 1.	100
Figura 11	Mapa conceptual presentado inicialmente por el grupo 2.....	101

Referencia	Descripción	Página
Figura 12	Mapa conceptual presentado inicialmente por el grupo 3.	102
Figura 13	Mapa conceptual presentado inicialmente por el grupo 4.	103
Figura 14	Mapa conceptual presentado inicialmente por el grupo 5.	104
Figura 15	Mapa conceptual presentado inicialmente por el grupo 6.	105
Figura 16	Mapa conceptual presentado por el grupo 1, al finalizar la unidad temática.	118
Figura 17	Mapa conceptual presentado por el grupo 2, al finalizar la unidad temática.	119
Figura 18	Mapa conceptual presentado por el grupo 3, al finalizar la unidad temática.	120
Figura 19	Mapa conceptual presentado por el grupo 4, al finalizar la unidad temática.	121
Figura 20	Mapa conceptual presentado por el grupo 5, al finalizar la unidad temática.	122
Figura 21	Mapa conceptual presentado por el grupo 6, al finalizar la unidad temática.	123
Tabla 2	Lista de cotejo: mapas elaborados por el Grupo 1.	128
Tabla 3	Lista de cotejo: mapas elaborados por el Grupo 2.	129
Tabla 4	Lista de cotejo: mapas elaborados por el Grupo 3.	129
Tabla 5	Lista de cotejo: mapas elaborados por el Grupo 4.	130
Tabla 6	Lista de cotejo: mapas elaborados por el Grupo 5.	130
Tabla 7	Lista de cotejo: mapas elaborados por el Grupo 6.	131
Figura 22	Dispositivo experimental propuesto inicialmente por el grupo 1. ..	136
Tabla 8	Registros del Grupo 1, primera implementación práctica.	137
Figura 23	Gráfica relativa a la dependencia entre masa y tiempo (calor) elaborada por el grupo 1.	137

Referencia	Descripción	Página
Tabla 9	Registros del Grupo 1, primera implementación práctica. Repetición.	138
Figura 24	Dispositivo experimental propuesto inicialmente por el grupo 2. ..	140
Tabla 10	Registros del Grupo 2, primera implementación práctica.	142
Figura 25	Foto implementación de dispositivo experimental del grupo 2.	142
Figura 26	Foto implementación de dispositivo experimental del grupo 2.	142
Tabla 11	Registros del Grupo 2, primera implementación práctica. Segundo procedimiento.	143
Figura 27	Gráfica elaborada por el grupo 2 mostrando la dependencia del tiempo (calor) respecto de la variación de temperatura.	144
Tabla 12	Registros del Grupo 2, segunda implementación práctica.	146
Tabla 13	Registros del Grupo 2, segunda implementación práctica. Opción b.	147
Figura 28	Segunda gráfica presentada por el grupo 2 mostrando la dependencia del tiempo (calor) respecto de la variación de temperatura.	147
Figura 29	Esquema del primer diseño experimental presentado por el grupo 3.	150
Figura 30	Esquema del segundo diseño experimental inicial presentado por el grupo 3.	151
Tabla 14	Registros del Grupo 3, primera implementación práctica. Opción a.	155
Tabla 15	Registros del Grupo 3, primera implementación práctica. Opción b.	155
Figura 31	Gráfica del grupo 3 correspondientes a la dependencia del tiempo (calor), respecto de la masa y la variación de temperatura, respectivamente.	156

Referencia	Descripción	Página
Figura 32	Gráfica del grupo 3 correspondientes a la dependencia del tiempo (calor), respecto de la masa y la variación de temperatura, respectivamente.	156
Tabla 16	Registros del Grupo 3, primera implementación práctica. Repetición.	156
Figura 33	Segunda gráfica del grupo 3 correspondientes a la dependencia del tiempo (calor), respecto de la masa.	157
Figura 34	Esquema del diseño experimental propuesto por el grupo 4.	160
Tabla 17	Registros del Grupo 4, primera implementación práctica. Opción a.	160
Figura 35	Gráfica mostrando la dependencia del tiempo (calor) respecto de la masa, presentada por el grupo 4.	161
Figura 36	Diseño del segundo dispositivo experimental y foto de su concreción para el grupo 4.....	162
Tabla 18	Registros del Grupo 4, primera implementación práctica. Opción b.	162
Figura 37	Esquema del tercer diseño experimental, presentado por el grupo 4.	163
Tabla 19	Registros del Grupo 4, segunda implementación práctica. Opción c.	164
Figura 38	Gráfica mostrando la dependencia del tiempo (calor) respecto de la masa, en el tercer diseño experimental, presentada por el grupo 4.	164
Tabla 20	Registros del Grupo 5, primera implementación práctica. Opción a.	167
Tabla 21	Registros del Grupo 5, primera implementación práctica. Opción b.	167
Figura 39	Esquema del diseño experimental, presentada por el grupo 6.	170
Tabla 22	Registros del Grupo 6, primera implementación práctica. Opción a.	171
Tabla 23	Registros del Grupo 6, primera implementación práctica. Opción a. Repetición.	172

Referencia	Descripción	Página
Tabla 24	Registros del Grupo 6, segunda implementación práctica. Opción a.	174
Tabla 25	Registros del Grupo 6, segunda implementación práctica. Opción b.	174
Tabla 26	Registros del Grupo 6, segunda implementación práctica. Opción b. Repetición.	175
Figura 40	Opinión de los alumnos respecto de su actitud en las clases de Física, trabajando con la nueva secuencia didáctica.	176
Figura 41	Opinión de los alumnos respecto de su comprensión de las clases de Física, trabajando con la nueva secuencia didáctica.	177
Figura 42	Opinión de los alumnos respecto de su participación en las actividades experimentales, trabajando con la nueva secuencia didáctica.	177
Figura 43	Opinión de los alumnos respecto de su actitud en las actividades experimentales, trabajando con la nueva secuencia didáctica.	178
Figura 44	Opinión de los alumnos respecto de aprendizaje, a partir del trabajo diseñando el experimento, poniéndolo a prueba, rediseñándolo y analizándolo.	178
Figura 45	Opinión de los alumnos respecto de la utilización del documento guía para trabajo experimental.	179
Figura 46	Modelo de mapa conceptual. Fuente: Ontoria <i>et al.</i> (1992).	207
Figura 47	Mapa conceptual elaborado mediante el programa informático Cmap Tools, extraído de Boggino (2002). Fuente: Aguilar Tamayo (2006).	209

1. INTRODUCCIÓN

El aprendizaje de las ciencias es parte esencial en la formación de todo individuo para que se desarrolle de manera satisfactoria en el contexto globalizado actual. El componente científico tecnológico determina la manera en que un país se inserta en el sistema comercial global. Por lo tanto, las políticas que permitan el desarrollo científico y tecnológico de los países son prioritarias para que puedan crecer (Gil & Guzmán, 1993; citado en Ramírez Díaz & Santana Fajardo, 2014).

En adición a esto, se piensa que la enseñanza de las ciencias es una pieza clave en la formación de ciudadanos críticos y responsables, como se argumenta en Gil Pérez & Vilches (2006). Entonces, en este trabajo, se considera importante continuar explorando modos efectivos de lograr que nuestros alumnos construyan en las aulas sus conocimientos de ciencias en general y de Física, en particular. El desafío incluye alcanzar estos logros sin alterar la esencia de esta ciencia, es decir la que le permita explorar el universo y a la vez, cuestionarse permanentemente acerca de las verdades establecidas.

Es de público conocimiento que la educación en nuestro país atraviesa actualmente un período de crisis y cuestionamientos, lo que suele agravarse en el ámbito de la enseñanza de las ciencias exactas y naturales, según lo que expresan Chrobak, García Sempere & Prieto (2015). Como afirma Calvo (1996), es necesario garantizar aprendizajes efectivos y relevantes para encontrar formas de afrontar la rápida obsolescencia de los conocimientos y además, aportar al desarrollo de las potencialidades de los individuos. Esta autora encuentra además que los avances en este campo son lentos y que en Latinoamérica persisten prácticas centradas en el almacenamiento de información, más que en el desarrollo de las capacidades para procesarla y que se pone más énfasis en la pasividad que en la actividad de los sujetos,

sin que los maestros atiendan a las interacciones y factores que determinan la capacidad de motivarse y aprender.

Al considerar que las prácticas de laboratorio (PL, en adelante) tienen un rol importante en el proceso de enseñanza y aprendizaje de las ciencias naturales, es posible que se requieran recursos adicionales adecuados.

Cuevas Cordero & García Fallas (2014) sitúan en la década de 1990, el comienzo de los estudios de la incidencia de las nuevas tecnologías de la información y comunicación en la educación, para América Latina. A partir de allí se enfatiza la importancia de incorporar estos nuevos recursos y la recomendación es, integrarlos en todas las etapas del proceso educativo, adecuando aspectos como el contenido de los cursos y los métodos pedagógicos para obtener mejores resultados. En el Instituto Secundario Bernardino Rivadavia, de la ciudad de Villa María (I.S.B.R. de aquí en adelante) donde se desarrolló esta Investigación-Acción (en adelante, I-A), existen recursos de este tipo. Se trata de 3 aulas con equipamiento informático y cañones de proyección lo cual, no es poco, pero tampoco es suficiente para una institución donde asisten 24 divisiones de nivel medio y 16 del nivel primario, en cada turno. Esta situación requiere solicitar turno anticipadamente y no siempre la disponibilidad coincide con el momento en que sería más adecuado utilizarlas, obligando a los docentes a reprogramar actividades o bien, dejarlas de lado. Es común entonces, encontrarse con que la enseñanza termina restringida a la utilización de aquello que siempre se dispone: el pizarrón y las tizas.

Al menos en cuanto atañe a la enseñanza de la Física en la provincia de Córdoba, la Dirección General de Educación Técnica y Formación Profesional (dependiente del Ministerio de Educación de la Provincia de Córdoba) detectó que, al menos hasta el año 2008, las clases de esta asignatura se desarrollaban con poca o nula inclusión de PL. A pesar de que

el gobierno provincial invirtió en equipamiento de laboratorios y los distribuyó en las instituciones públicas provinciales de educación, la mayoría de estos permanecieron sin ser utilizados. Esta situación generó que la repartición mencionada implementara un Proyecto de Refuncionalización de Laboratorios que consistió en un equipo itinerante de capacitadores (Monti, 2009) que acudían a cada establecimiento para enseñar los usos y posibilidades de los equipos a los profesores.

La escasa inclusión de PL en las secuencias didácticas del nivel secundario en la provincia de Córdoba, podría atribuirse a un sinfín de razones como por ejemplo que la institución no cuente con un espacio destinado a usarse como laboratorio, o que lo disponga, pero aun así no cuente con el equipamiento requerido, o que no se halle disponible en el horario solicitado o, una larga serie de inconvenientes, ajenos o no al docente, y que probablemente han servido de excusa para dejar de realizar PL y desarrollar las clases limitándose solamente a contenidos teóricos complementados con la resolución de problemas tipo. Quizás en parte, estas situaciones ocurren porque en muchos docentes existe la ilusión materialista citada por Carr & Kemmis (1988) de que, con más dinero, más recursos experimentales de laboratorio y mejores ambientes, nuestros problemas en la educación estarían superados. En esta tesis en cambio, se piensa que lo material es, en todo caso, una parte de las dificultades siendo el docente también responsable de encontrar modos alternativos de lograr los objetivos propuestos.

Latorre (2005) reflexiona acerca del hecho de que hemos entrado al tercer milenio, pero, en general, predomina un modelo de enseñanza donde se repiten saberes aceptados y se consume información en lugar de construir nuevos saberes con alumnos que participen activamente en ese proceso. Es así que este autor propone un aula de clases donde el docente es un profesional reflexivo y autónomo que piensa y decide, que analiza su realidad y propone

nuevas situaciones que mejoren la práctica cotidiana. Es probable entonces que, se pueda romper con estos esquemas instalados que producen inacción a partir de que el mismo retome el protagonismo en la enseñanza.

Este trabajo se emprende, partiendo del convencimiento de que una ciencia como la Física, nacida y desarrollada a la luz de la observación y la experiencia, en especial en su etapa moderna en contraste con épocas antiguas, requiere situar a las PL en un lugar preponderante en el proceso de enseñanza-aprendizaje (Crespo Madera, Álvarez Vizoso, Díaz Aguilar & Villegas, 2002).

En el caso particular del I.S.B.R, es frecuente que los alumnos pregunten a los profesores si van a realizar experimentos, pero luego, en la mayoría de los casos, se observa que el interés que inicialmente habían mostrado, no se ve reflejado en una actitud entusiasta en el laboratorio.

También en la actualidad, cada vez con mayor frecuencia, se pone énfasis en la necesidad de desarrollar en nuestros alumnos las habilidades y disposiciones de pensamiento crítico que les permitan luego un mejor desempeño en la vida profesional (Hager, Sleet, Logan, & Hooper, 2003). La realización de PL, con claros objetivos y un enfoque adecuado, contribuye directamente a practicar y desarrollar estas habilidades y disposiciones, pues es habitual en ellas el trabajo cooperativo en grupos, donde debe deducirse información a partir del experimento, elegir la mejor de una serie de alternativas, detectar y reducir los errores, realizar predicciones, etc. Es posible también, presentar a las PL con características de situaciones problemáticas abiertas que admitan vías de solución alternativas, como señalan García Carmona (2012), Castiblanco & Viscaíno (2008), Moya Segura, Chaves Sibaja & Castillo Rodriguez (2011) o Crujeiras Pérez & Jiménez Aleixandre (2015), entre otros.

CAPÍTULO I

1.1 Planteo del problema

Desde hace algunos años, viene observándose una situación preocupante en cuanto a la forma en que se desarrollan la mayoría de las clases de Física, en el I.S.B.R. Estas clases, se han visto limitadas, prácticamente, al desarrollo de contenidos teóricos y la resolución de problemas de aplicación de las fórmulas vistas en la teoría (donde solamente se trabaja despejando y calculando las distintas variables, teniendo las restantes como datos). Esta situación en el I.S.B.R, es un claro ejemplo de lo que sucede en la provincia de Córdoba, (Monti, 2009 op. cit.).

Espejo *et al.* (citado en Ramírez Díaz & Santana Fajardo, 2014) destacan que los conocimientos de ciencias y matemáticas de los alumnos de países como Brasil, Argentina y México están entre los más bajos del mundo. De acuerdo con esto, es de particular importancia mejorar la comprensión y el dominio de los conceptos de la Física.

Benítez & Mora (2011) aluden a diversos estudios que constatan la baja efectividad lograda en la enseñanza de la Física con métodos tradicionales exponiendo la necesidad de un cambio en las metodologías de enseñanza

Por su parte, Solbes (citado en Dávila Acedo, 2017) expresa que los alumnos de secundaria consideran a la Física como una materia difícil, aburrida y poco útil. Dávila Acedo (2017) agrega además que, las emociones condicionan el aprendizaje de las ciencias y que estas se verán influenciadas negativamente por un profesor con una metodología aburrida, poco participativa y con escasas actividades prácticas. También Moral Santaella (2008) expresa que los alumnos muestran indiferencia ante contenidos escolares que no les presentan ningún desafío y no entran en su centro de interés.

Estudios realizados en España (Banet, 2007; Pro, 2006; citados en Bañas, Ruiz & Mellado, 2011), muestran que, a pesar de las sucesivas reformas implementadas en el nivel secundario a partir de 1991, y de que los profesores tengan un discurso innovador frente a las mismas, aún continúan trabajando con métodos centrados en el profesorado transmitiendo conocimientos conceptuales a través del profesor y el libro de texto. Estos autores sostienen que los profesores no son sujetos pasivos frente a la aplicación de estas reformas, sino que las aplican desde su propia historia personal atravesada por múltiples dimensiones. A pesar del increíble desarrollo que la investigación en didáctica de las ciencias tuvo en los últimos años, no se observa que estos conocimientos lleguen efectivamente a las aulas y los profesores, preocupados por la cotidianidad, están muy alejados de implicarse en la investigación.

También en este sentido, Meza y Zamorano (citado en Ramírez Díaz & Santana Fajardo, 2014) en su ponencia “El desafío de innovar en la enseñanza de la física: ejemplo de una implementación exitosa”, presentada en el XXI Congreso Chileno de Educación en Ingeniería, subrayan que entre 1980 y 2000 se acumuló evidencia que apunta a la ineficacia de los métodos tradicionales de enseñanza para promover el entendimiento de los conceptos de la Física.

Entonces, para que el docente pueda encontrar el sentido de realizar prácticas de laboratorio, es necesario que estas se desarrollen con fundamentos sólidos y con objetivos bien establecidos. Mucho se ha escrito acerca de las finalidades de los trabajos de laboratorio y los docentes suelen responder que sirven para verificar leyes, para desarrollar destrezas, como motivador, etc. Existen también trabajos que intentan fundamentar la importancia de la realización de trabajos de laboratorio y se considera como un buen punto de partida al

trabajo desarrollado por Hodson (1994) aunque seguramente, todavía es posible continuar realizando aportes que contribuyan a esclarecer poco a poco el escenario.

La problemática antes expuesta, no es ajena a la forma en que se desarrollan las clases en el I.S.B.R., donde también son comunes las vivencias y expresiones de los alumnos. Estos suelen considerar a la Física como una asignatura inaccesible y poco interesante, lo cual es llamativo dado que esta situación incluso se presenta en los cursos de la especialidad Ciencias Naturales (es decir en aquellos que eligieron esta especialidad por sentir interés hacia las ciencias naturales). En esta institución, los docentes de Física se encuentran, la mayoría de las veces, con que los alumnos participan y se interesan escasamente en sus clases, teniendo además serias dificultades para resolver problemas y comprender conceptos, limitándose a resolución mecánica y repetición memorística, respectivamente. Las PL por otra parte, suelen ser del tipo “receta”, donde el alumno acude al laboratorio con una guía de pasos a seguir y donde la preparación previa requerida suele ser solamente el haber realizado una lectura de esa guía. En este contexto es frecuente ver que pocos alumnos participan y, en general, lo hacen por la obligación de cumplir el requerimiento de entregar un informe al finalizar. En otras ocasiones, los docentes realizan experiencias demostrativas, donde los alumnos son meros espectadores, ya sea por falta de equipamiento o por temor a que los alumnos deterioren algún dispositivo. Es así que, poco a poco, la mayoría de las clases se han visto limitadas a la explicación del profesor siguiendo el material contenido en apuntes elaborados por los docentes y la resolución de problemas tipo donde practican destrezas matemáticas. De este modo, se piensa que la percepción que los alumnos van adquiriendo de la Física es poco atractiva y no refleja para nada el camino que los físicos han recorrido a lo largo de la historia para establecer sus bases.

Es cierto que, la realización de trabajos prácticos de laboratorio conlleva, como se mencionó antes, dificultades adicionales respecto del dictado de clases normales y en el I.S.B.R. los cursos suelen tener grupos numerosos de alumnos y, además, en cada turno hay 24 de las 48 divisiones compartiendo un único laboratorio de Física, lo que genera dificultades operativas que deben ser superadas constantemente

Se observa, entonces, la formación de un círculo vicioso dónde los alumnos no se muestran interesados por la Física y los docentes, si bien se manifiestan preocupados por la escasa participación y los bajos logros obtenidos, no encuentran métodos alternativos para superar estas dificultades pedagógicas.

Por estas razones, entre otras, se piensa que es posible que los docentes consideren no productivo realizar estas experiencias y que, por lo tanto, las omitan por considerarlas prescindibles. También es cierto que, pueden desarrollarse cursos completos de Física sin asistir una sola vez al laboratorio o sin realizar ninguna experiencia en el aula, pero en esta tesis se sostiene el pensamiento de que es imprescindible realizar experiencias de laboratorio en la enseñanza de una ciencia como la Física, nacida a la luz de la observación y la experimentación y, desarrollada hasta el día de hoy mediante la validación de sus conocimientos a través del ajuste de las predicciones a los sucesos.

En referencia al relevamiento de ideas previas, en el proceso de enseñanza del tema Calor y Temperatura se ha observado que los alumnos tienden habitualmente a confundir estos conceptos, con una alta persistencia de las preconcepciones adquiridas respecto de los mismos. Es así que, en las clases de Física, en el I.S.B.R, los docentes recogen de los alumnos expresiones como: “la temperatura es la cantidad de calor”, “el calor es lo caliente”, “para calentar algo hay que darle temperatura”, “hay que cerrar la ventana para que no entre frío”,

“la temperatura es la cantidad de calor que tiene un cuerpo”, “el calor es lo contrario al frío”, etc.

Estas concepciones alternativas, que los estudiantes tienen de estos conceptos, no son un problema puntual del I.S.B.R y el tema ha sido abordado en otros trabajos que reflejan similares situaciones en otros ámbitos. Así, aparecen concepciones alternativas de los estudiantes como “el calor es el sol, el calor es una temperatura elevada” como aparece en Macedo & Soussan (1985; citado en Escobar Durango, González Pulgarín & Gutierrez Avendaño, 2008); o bien “el calor es la energía que tiene un cuerpo”, “el calor es el grado de temperatura en que está un cuerpo”, “el calor es cierta temperatura o cierta materia (fricción)”, “la temperatura es una forma de medición del calor”, “la temperatura es nuestro calor corporal”, como publican Ramírez Díaz & Santana Fajardo (2014).

Otras publicaciones también han indagado en esta temática, pues es un problema recurrente en la enseñanza de la Física. Por ejemplo, en un trabajo de Mendoza Rodriguez & Abelenda Lameiro (2010), se plantea la dificultad de comprensión del concepto de energía, por parte de los estudiantes, incluyendo también al de calor en esta problemática. Estos autores realizan una detallada revisión de conceptos relacionados a la energía proponiendo finalmente, para la educación secundaria, un abordaje combinado de las diferentes disciplinas para favorecer la conexión cognitiva en los estudiantes. Domínguez Castiñeiras (2007) también comienza reconociendo la compleja situación que implica la enseñanza de los conceptos de Calor y Temperatura, citando autores que investigaron la persistencia de ideas ajenas a la ciencia escolar en los estudiantes y planteando una secuencia didáctica para cumplir los objetivos de aprendizaje establecidos.

Para comprender en qué medida se ha instalado el problema de las concepciones alternativas de estos conceptos, se puede aludir al trabajo de Rodríguez & Díaz Higson (2012)

en el cual se investiga la situación en docentes en formación del Instituto Pedagógico Juan Demóstenes Arosemena (Panamá), concluyendo que aún estos tienen persistentes concepciones alternativas, fruto de una escasa proporción de materias científicas en su diseño curricular.

En el primer trimestre del ciclo lectivo 2018, a partir del mes de abril, se trabajó con el 5° año de la especialidad Ciencias Naturales del I.S.B.R, en las clases de Física. Se realizó una puesta en práctica simplificada de la secuencia didáctica implementada en esta I-A, considerando solamente la realización de experimentos de laboratorio diseñados por los alumnos, destinados a verificar el cumplimiento de la ecuación básica de la calorimetría. Se dedicaron primero, un par de clases, a que los grupos se constituyeran y comenzaran a trabajar en el diseño experimental, revisando las disponibilidades de equipos y sustancias, de modo de llegar al día de puesta en práctica acordado con los problemas operativos solucionados. Esta experiencia previa, se realizó en virtud de contar con una primera aproximación en cuanto a los tiempos requeridos, las disponibilidades de espacios y recursos, así como la motivación de los estudiantes frente a las actividades propuestas.

En cuanto a la motivación de los estudiantes, la experiencia superó las expectativas pues una vez que los diseños fueron acordados y discutidos en cada grupo, se comenzó a percibir la ansiedad de los alumnos por poner en práctica sus propios diseños. Llegado el día en que se concretó, fue notable el entusiasmo de todo el curso, sin excepción de ningún alumno, cosa que no suele ocurrir al momento de realizar experiencias tipo receta siguiendo una guía proporcionada por el profesor. Estaba claro que, la diferencia estaba en que cada uno de los diseños propuestos y ejecutados era sentido como algo propio por los alumnos y no como algo impuesto, lo que a priori indicaba que una secuencia didáctica que incluyera esta modalidad de PL, podría ser bien considerada por los alumnos.

Otro de los aspectos positivos de haber realizado esta experiencia piloto fue el hecho de que, a partir de la misma, se comprendió que era absolutamente indispensable realizar una adecuada y completa revisión de conocimientos e ideas previas. Si bien estaba diagramado realizar un diagnóstico de ideas previas, como necesariamente corresponde en una secuencia didáctica correctamente fundamentada, no se tenía cabal conocimiento de lo exhaustivo que debía ser. A pesar de tratarse de alumnos del quinto año, y de la especialidad Ciencias Naturales, la experiencia mostró que no tenían, en general, comprensión del significado correcto de la palabra “proporcional” y, claro está, es imposible que pensarán en un diseño experimental adecuado que pudiera conducirlos a verificar el cumplimiento de una ecuación como la de la calorimetría. Esto surgió luego de la primera puesta en práctica de los diseños experimentales grupales donde, en general no se evidenciaba que los mismos tuvieran posibilidades de arribar a conclusiones valederas. Tampoco ocurrió luego de algunas observaciones hechas en situ y posteriores discusiones en el aula. Estas situaciones, llevaron a pensar que debía existir algún aspecto importante, no tenido en cuenta, pues de otro modo era altamente improbable que ninguno de los grupos plantease diseños experimentales eficaces, teniendo en cuenta que, ya habían tenido clases teóricas e incluso habían trabajado en la resolución de problemas. Luego de analizar la información con profesores de Física del I.S.B.R, surgió la posibilidad de que los alumnos no comprendieran el significado de la palabra proporcional, por lo que en la siguiente clase se les indagó en forma abierta a todo el curso (Vamos a repasar un poco algunas cosas: ¿qué significa para ustedes proporcional? Levanten la mano y expresen su idea...). De los alumnos que emitieron su opinión surgieron los siguientes argumentos:

✓ “Proporcional significa parecido”

✓ “Proporcional significa igual”

A partir de estas concepciones erróneas, se pudieron generar algunas reflexiones acerca de las mismas como por ejemplo preguntarles si estaría bien decir que “uno es proporcional (parecido) a sus padres” o que “una lapicera es proporcional (igual) a otra”. Ante estas comparaciones que ponían en evidencia de que no eran definiciones acertadas, uno de los alumnos tuvo una primera aproximación, que sirvió para arribar al concepto correcto posteriormente. Su opinión fue:

✓ “Proporcional significa que varían la misma cantidad”

Para analizar que significaba esto se utilizó un ejemplo donde se les hacía ver que si una mercadería cuyo costo era de \$ 20, se vendía a \$ 100, correspondería que para un aumento del costo a \$ 40, el valor de venta fuese de \$ 120. Eso significaría que el valor de venta fuera proporcional al costo, según su afirmación. Recién en ese punto, comenzaron a opinar y se dieron cuenta de que el correspondiente valor de venta debía ser de \$ 200 y de qué proporción es similar a porcentaje.

Más allá de lo anecdótico, la situación puso en evidencia hasta qué punto los docentes damos por sentado que los alumnos disponen de los conocimientos previos en su totalidad, luego de haber trabajado aquellos conceptos más específicos técnicamente (calor, temperatura, etc.) y así, las clases continúan avanzando dejando baches que pueden impactar profundamente en la consecución de los objetivos propuestos haciendo que nuestros estudiantes no logren aprendizajes efectivos, bien cimentados y duraderos. Por supuesto que, esta situación obligó a un replanteo del diagnóstico de ideas previas en vista al posterior trabajo para lograr el aprendizaje conceptual.

No obstante, la I-A se plantea no como una solución que sí o sí debe ser efectiva al primer intento sino como un mecanismo de reflexión en la acción que permita examinar lo actuado y en base a ello proponer cambios que posibiliten ir “reajustando” sucesivamente las secuencias, en pos de ir produciendo mejoras sucesivas. Se entiende que, siempre debe partirse de una base inicial diagramada a partir de la reflexión acerca de lo que se pretende y de las acciones que permitirían conseguirlo, caso contrario correríamos el riesgo de que nuestros alumnos paguen el precio de un mal diseño de secuencia didáctica.

La revisión de diseños experimentales, evaluaciones escritas y mapas conceptuales arrojó también alguna información que debió ser atendida y revisada en discusiones áulicas pues existían aún aspectos relevantes que no estaban siendo comprendidos.

Uno de ellos fue la confusión entre temperatura y variación de temperatura en cuanto a su impacto en la cantidad de calor involucrada. Por ejemplo, un grupo realizó calentamientos con igual masa desde 15°C hasta 20°C y luego desde 15°C hasta 40°C.

Otro inconveniente que surgió en algunos grupos, fue el hecho de producir variaciones en la masa y la variación de la temperatura al mismo tiempo, imposibilitando evaluar el impacto individual de cada variable a partir del análisis de los registros experimentales.

En otro grupo, validaron la proporcionalidad utilizando la ecuación que se trataba de verificar, en lugar de hacerlo a partir del análisis de los registros experimentales.

También, pudo notarse que, el haberles dado absoluta libertad en los diseños hizo que en general partieran de planteamientos complicados (quizás en la concepción habitual de asociar a la calificación como recompensa al esfuerzo) en cuanto a la elección de las sustancias (proponiendo utilizar azufre, jugo de naranja exprimido, aceite, un huevo, tornillos, plomo, mercurio, etc.) o de los arreglos experimentales propiamente dichos (una caja de telgopor con una vela adentro y un forzador de aire).

Frente a toda esta problemática expuesta, en esta tesis se investiga la factibilidad de implementación de una nueva secuencia didáctica para el tema Calor y Temperatura, y su incidencia en el proceso de enseñanza y aprendizaje sobre este tema. De este modo, se busca reposicionar a las PL a fin de que permitan acercar a los alumnos a la manera en que se producen los conocimientos de la Física, y a su vez fortalecer la comprensión de los conceptos abordados.

Esta I-A se emprende, no como una solución inmediata a la problemática observada, sino como el inicio de un camino de búsqueda permanente que permita ir superando el contexto reinante en las clases de Física en esta Institución, y más específicamente en el tema Calor y Temperatura.

1.2 Preguntas e hipótesis de investigación

A partir del planteo del problema, surgieron las preguntas de investigación que a su vez condujeron a formular las correspondientes hipótesis.

1.2.1 Pregunta principal de Investigación

¿Es posible producir mejoras en el aprendizaje del tema Calor y Temperatura en el Quinto año del nivel secundario de la especialidad Ciencias Naturales del Instituto Secundario Bernardino Rivadavia, implementando una secuencia didáctica basada en mapas conceptuales y diseños experimentales elaborados por los alumnos?

1.2.2 Preguntas secundarias de Investigación

- ¿Es factible situar a las prácticas de laboratorio de Física en el centro de proceso de enseñanza y aprendizaje para el tema “Calor y Temperatura” utilizando esta nueva secuencia didáctica?

- ¿Se podrá fomentar la creatividad y el trabajo cooperativo a partir del diseño de experiencias propias y elaboración de mapas conceptuales sobre el tema “Calor y temperatura”?

- ¿Servirá la implementación de esta nueva secuencia didáctica, a través de la creación en el aula de espacios de reflexión y de debate entre los alumnos, para desarrollar el pensamiento crítico en los mismos?

- ¿Podrán diseñarse PL que despierten el interés de los alumnos y tengan una incidencia positiva en sus aprendizajes?

1.2.3 Hipótesis principal

“Es posible producir una mejora en el aprendizaje de los conceptos de Calor y Temperatura a partir de la implementación de una secuencia didáctica que se desarrolla apoyándose en dos ejes: la realización de PL diseñadas por los alumnos y el trabajo con mapas conceptuales”.

1.2.4 Hipótesis secundarias:

- ✓ Con la puesta en marcha de esta nueva secuencia didáctica se pone a las prácticas de laboratorio en el centro del proceso de enseñanza y aprendizaje para el tema “Calor y temperatura”

- ✓ El diseño de experiencias propias y la elaboración de mapas conceptuales sobre el tema “Calor y temperatura” fomentan la creatividad y el trabajo cooperativo entre los alumnos.

- ✓ El pensamiento crítico en los estudiantes es desarrollado a partir de espacios de reflexión y de debate incluidos en la implementación de esta nueva secuencia didáctica en el tema “Calor y temperatura”.

✓ El diseño por parte de los alumnos de PL despierta el interés e incide positivamente en el aprendizaje en el tema “Calor y temperatura”.

1.3 Objetivos de la I-A

1.3.1 Objetivo general

“Implementar en las clases de Física del tema “Calor y temperatura”, una nueva secuencia didáctica basada en el diseño de prácticas de laboratorio y el uso de mapas conceptuales y analizar su incidencia en el proceso de enseñanza y aprendizaje, en alumnos del 5° año, de la especialidad Ciencias Naturales, del Instituto Secundario Bernardino Rivadavia de la ciudad de Villa María, Córdoba, Argentina.”

1.3.2 Objetivos particulares

✓ Situar a las prácticas de laboratorio de Física en el centro del proceso de enseñanza aprendizaje para el tema “Calor y temperatura”.

✓ Indagar los conceptos previos y las relaciones conceptuales sobre el tema “Calor y temperatura”, mediante el uso de mapas conceptuales en los alumnos de 5° año de la especialidad Ciencias Naturales del I.S.B.R.

✓ Fomentar la creatividad y la capacidad de trabajo cooperativo a través del diseño de experiencias propias y la elaboración de mapas conceptuales sobre el tema “Calor y temperatura” en los alumnos de 5° año de la especialidad Ciencias Naturales del I.S.B.R.

✓ Desarrollar habilidades en los estudiantes, para la construcción, el uso y la interpretación de las representaciones que describan procesos o fenómenos físicos (mapas conceptuales, gráficas y tablas).

✓ Fomentar el desarrollo del pensamiento crítico en los alumnos de 5° año de la especialidad Ciencias Naturales del I.S.B.R mediante procesos de reflexión y debate en grupos siguiendo la nueva secuencia didáctica.

✓ Extraer conclusiones que permitan rediseñar las prácticas docentes en Física, en futuros ciclos lectivos.

1.4 Justificación

La modalidad de investigación adoptada, I-A, se considera sumamente adecuada al contexto en que se desarrolló pues, como refiere Elliott (1991), permite que las personas puedan investigar para perfeccionar sus prácticas docentes y, a la vez, desarrollarse personalmente, en paralelo a su ejercicio profesional. De este modo, para un docente en ejercicio, supone una oportunidad única ya que esta modalidad pone a su alcance el poder reflexionar sobre sus propias prácticas, sin necesidad de apartarse completamente de ellas y así, el docente puede mejorar sus capacidades de discriminación y de juicio profesional estando inmerso en la propia situación concreta, humana y compleja.

Esta I-A fue valorada como relevante, en especial por el equipo directivo del I.S.B.R. Se espera que los resultados obtenidos, al ser socializados al grupo de docentes del área de Ciencias Naturales, motive a estos a emprender búsquedas de mejoras en sus propias prácticas, reflexionando sobre las mismas y llevando a producir mejoras en la calidad de los aprendizajes de los alumnos, en formatos acordes a los principios del constructivismo.

En esta I-A se sostiene la enseñanza desde la perspectiva constructivista, más precisamente la del constructivismo social, aceptando primero, que el constructivismo no remite a un método o una simple técnica, sino la reunión de aportes de varias teorías que

coinciden en que los aprendizajes no se transmiten, trasladan o copian, sino que se construyen (González Álvarez, 2012). También se coincide con Dominguez (1997, citado en González Álvarez, 2012) en que el afrontar la tarea de educar desde la perspectiva constructivista, supone transformar una clase pasiva en una activa, donde el quehacer docente pasa de actuar en una clase centrada en la enseñanza a una centrada en el aprendizaje. Es así que, la secuencia didáctica aquí propuesta, sitúa al alumno como protagonista activo de su aprendizaje en un entorno colaborativo donde el profesor es un mediador entre los alumnos y el conocimiento, permitiendo a estos el mayor grado de autonomía posible en el proceso de aprender. La secuencia didáctica parte de la exploración de las ideas previas (en este caso mediante la construcción de mapas conceptuales), esto consiste en averiguar lo que el alumno sabe y enseñar en consecuencia (Ausubel, Novak & Hanesian, 1983). Como se señaló antes, el aprendizaje propuesto en esta I-A se desarrolló en un ambiente colaborativo, donde los alumnos trabajaron grupalmente intercambiando ideas acerca de las propuestas de diseño experimental. De esta manera, siguiendo la teoría sociocultural de Vigotsky (citado en González Álvarez, 2012), la construcción de aprendizajes se producirá como el resultado del intercambio de significados entre los que intervienen en el proceso de aprendizaje, lo que, a su vez, provocará la reconstrucción de conocimientos, valores, actitudes y habilidades.

Actualmente, en el I.S.B.R se observa que, en la mayoría de las asignaturas de Física del nivel medio, las clases se desarrollan sin realización de actividades experimentales. Es posible también que, a partir de esta investigación los docentes de la institución encuentren que es factible realizar prácticas experimentales de Física que salgan de la monotonía del formato “receta” y logren estimular el interés de los alumnos y a partir de ello, lograr mejores aprendizajes. Tremlett (1972, citado en Barberá & Valdés, 1996) afirma que, aunque docentes y estudiantes tengan distintas expectativas sobre lo que un laboratorio docente

persigue, estos últimos suelen valorar enormemente el hecho de poder acceder a la oportunidad que proporciona el trabajo de laboratorio para la iniciativa personal, así como la capacidad de juzgar la calidad de un diseño experimental y poder mantener un contacto menos formal y más estrecho con los docentes. Es por ello que la secuencia didáctica que se implementará en esta I-A, se considera pertinente, ya que permitirá a los alumnos diseñar sus propias experiencias y ponerlas a prueba en un entorno seguro y con el acompañamiento del profesor. La secuencia didáctica, se pensó, fundamentalmente, para los verdaderos protagonistas y destinatarios de nuestras enseñanzas: los alumnos. Es un propósito fundamental lograr que los alumnos se involucren en mayor grado logrando protagonismo en sus propios aprendizajes y mejorando la motivación de los mismos, respecto del aprendizaje de la Física. Para Jiménez-Aleixandre & Erduran (2008, citado en Mermoud, Ordoñez & Garcia Romano, 2017), es fundamental que los estudiantes de ciencias consoliden sus niveles de argumentación de modo que accedan a sus procesos cognitivos y metacognitivos al desarrollar su pensamiento crítico y las habilidades de competencias comunicativas en lo que respecta al lenguaje científico conduciendo a que puedan realizar elecciones de teorías o fijar posición en base a criterios racionales. Para Jiménez-Aleixandre, Bugallo Rodríguez & Duschl (2000, citado en Mermoud, *et al.* 2017), además, es imperativo crear contextos de aprendizaje en los cuales los estudiantes puedan buscar respuestas a problemas auténticos, debatiendo y justificando sus elecciones. En consonancia con estas afirmaciones, la secuencia didáctica propuesta en esta I-A permitió a los alumnos trabajar en un contexto donde pudieron hipotetizar, realizar y evaluar sus diseños experimentales, discutir ideas en un entorno colaborativo y adquirir mayor precisión en el uso del lenguaje de las ciencias a lo largo del proceso.

Si bien el eje central de esta I-A, como inicialmente se pensó, es posicionar a las PL en el centro del proceso de enseñanza aprendizaje, también se consideró importante afianzar la comprensión de conceptos, para evitar caer en una especie de exacerbación de las destrezas de laboratorista. Ausubel *et al.* (1983), se expresan al respecto indicando que los experimentos de laboratorio, realizados como una receta de cocina, sin comprensión de los principios metodológicos y sustanciales subyacentes involucrados, poco tienen de método científico. Agregan además que el hecho de descubrir las respuestas correctas a problemas de matemáticas y de ciencia, sin entender lo que se está haciendo, no contribuyen sustancialmente a la habilidad de resolver problemas. Para estos autores, además, el trabajo de laboratorio y el de resolución de problemas serán experiencias genuinamente significativas si satisfacen dos condiciones: deben fundarse tanto en conceptos como principios claramente comprendidos y las operaciones constitutivas deben ser significativas por sí mismas.

Es así que, para fortalecer la comprensión de conceptos, se recurrió a la inclusión de los mapas conceptuales, como herramienta metacognitiva que permitiera, profundizar la comprensión de los conceptos de Calor y Temperatura. Siguiendo a Ausubel *et al.* (1983), se espera que los alumnos relacionen significativamente lo que ya saben con los nuevos conocimientos, de modo que en el proceso de relacionar ambos en forma no arbitraria se produzcan la adquisición de significados y los cambios de organización permanentes de la estructura cognoscitiva.

1.5 Contexto

El contexto en el que se desenvuelve esta I-A es, como ya se mencionó en los objetivos, es el 5° Año del nivel medio, de la especialidad Ciencias Naturales del I.S.B.R. de la Ciudad de Villa María, provincia de Córdoba. Este ámbito tiene características propias que determinan fortalezas y debilidades a afrontar.

La institución se caracteriza por una larga tradición de preocupación constante por introducir mejoras pedagógicas que van desde los inicios, cuando fue elegido presidente de la Biblioteca B. Rivadavia el abogado Antonio Sobral (quien además fue el fundador de la escuela secundaria, y es ampliamente reconocido por sus ideas humanistas en pos de una sociedad de hombres de espíritu libre y convicciones democráticas), y que aún hoy caracterizan el accionar y los ideales de la escuela. Actualmente, se realizan talleres periódicos de reflexión y capacitación que abarcan a la totalidad de los docentes y también proyectos de área que pretenden integrar conocimientos de distintas asignaturas.

El trabajo desarrollado en esta I-A, involucró a alumnos de 5° año de la escuela secundaria, quienes, por su edad son considerados en la etapa de adolescencia media por Gaete (2015). Para esta autora, la adolescencia es una etapa que progresivamente se ha ido prolongando y en la cual ocurren rápidos y sustanciales cambios que llevan a la persona a madurar tanto en su faz biológica, como psicológica y social, lo que le da potencialidad de vivir en forma independiente. Son tareas del desarrollo de este período, la búsqueda y consolidación de la identidad y el logro de la autonomía.

También para Gaete (2015) es en esta etapa donde se comienzan a adquirir las destrezas vocacionales y/o laborales que más tarde posibilitarán la independencia financiera. La autora también destaca que el adolescente va aprendiendo a autorregular sus emociones y a

relacionarse con sus pares, logrando de ese modo el bienestar y desarrollo psicosocial. Esta autora, citando otros trabajos (Hazen, Schlozman & Beresin, 2008; Hornberger, 2006; Radzik, Sherer & Neinstein, 2008; Muuss, 1996), refiere que los procesos antes mencionados se ven facilitados por una serie de fenómenos que acontecen en esta etapa, entre los cuales es de gran impacto el desarrollo de nuevas habilidades cognitivas, donde el joven se libera de la realidad concreta inmediata y es capaz de operar en el mundo abstracto de las ideas.

El adolescente logra gradualmente el pensamiento operatorio formal adquiriendo habilidades de razonamiento más avanzadas como: la habilidad de pensar en todas las posibilidades y la de razonamiento hipotético-deductivo que permiten una mejor resolución de problemas a través de explorar una amplia gama de alternativas de manera sistemática y lógica, deduciendo posibles consecuencias. También, esto le permite entender y construir teorías, participar críticamente en la sociedad (habitualmente con deseos de cambiarla) para mejorarla, reflexionar analíticamente sobre su propio pensamiento (pensar sobre el pensamiento) y participar en la utilización apropiada de matemáticas más avanzadas. En el caso de la adolescencia media, se produce un aumento del sentido de individualidad con la construcción de una autoimagen muy dependiente de la opinión de los demás y un egocentrismo que lleva a cierto sentimiento de invulnerabilidad. Esa falsa omnipotencia suele predisponerlos a conductas de riesgo (aun cuando son conscientes de ello) y actualmente se considera el hecho de que esas conductas primen sobre la racionalidad, puede atribuirse al aumento de la tendencia a buscar recompensas o sensaciones, potenciado en presencia de pares. También suelen no aceptar las normas, si no conocen el principio que las rige (Gaete, 2015).

Es también por estos motivos que se emprende esta investigación en busca de romper la inercia de las prácticas habituales que no producen buenos resultados y no logran captar el interés de los alumnos.

También debe señalarse que, esta investigación se desarrollaría más fluidamente si los alumnos pudiesen disponer de más libertad en cuanto a consultas fuera del horario del espacio curricular. La edad de los alumnos sujetos de esta investigación y las normativas institucionales para la escuela secundaria restringen la posibilidad de que los mismos se movilicen y acudan a consultas sin afectar el desenvolvimiento de clases de otros espacios. Por otra parte, la importante carga horaria y las distancias a las que viven muchos de los alumnos es una importante dificultad adicional para que realicen consultas o se reúnan fuera de horario.

En cuanto al contexto físico, en el cual debe desarrollarse esta investigación se puede decir que es un ámbito edilicio donde coexisten parte de la escuela primaria y secundaria en un mismo horario con algunos inconvenientes pues unos están en recreo mientras los otros están en clases y suele haber un nivel de ruido ambiental importante.

Debe mencionarse también que, el instituto se caracteriza por ofrecer a los alumnos un sinnúmero de actividades extra áulicas y es frecuente el no contar con la totalidad de los mismos, así como también la existencia de charlas o viajes de proyecto que hacen que las clases se suspendan con un importante impacto en la continuidad de la I-A (la asignatura Física cuenta con 3 horas cátedra semanales ubicadas en un solo día).

CAPÍTULO II

2.1 Marco teórico

Si bien es cierto que cada espacio áulico reviste características propias y la tarea de enseñar tiene siempre aspectos imprevisibles, es posible que las obligaciones y la rutina alejen al docente de la posibilidad de analizar sus propias acciones y discutir las con sus pares. Es por ello que la investigación-acción aparece como una metodología superadora accesible al docente en ejercicio donde, siguiendo a Latorre (2005), estos se constituyen en personas reflexivas y autónomas, capaces de tomar decisiones que mejoren y transformen la práctica diaria (en lugar de establecerse como meros repetidores de conocimientos ajenos) para arribar a una nueva visión de las aulas. Para concretar estas transformaciones, este autor sostiene que el docente debe integrar a su práctica la función investigadora tanto para su desarrollo personal como para mejorar la calidad de enseñanza en su centro educativo. Para que esta empresa tenga éxito, se enumeran ciertas condiciones, de las cuales se rescata el siguiente aspecto: la necesidad de que esta investigación se realice en los centros educativos y para los centros educativos, considerando sus entornos con sus problemáticas particulares, de manera que se constituya en una empresa colaborativa donde se persiga el fin de lograr una educación de más calidad.

Latorre (2005) resume en dos puntos los logros de Elliott en el Ford Teaching Project: el abandonar la posición de usuario pasivo de materiales curriculares producidos por otro, para pasar a una posición activa de indagación dentro de su propia práctica y el poder definir un lenguaje propio con una metodología y un estilo de información más manejable, a través del cual se puede luego tener acceso a debates más teóricos. De este modo, se brinda al profesorado la posibilidad de identificar problemas o dificultades en su práctica docente,

indagarlos, reflexionar sobre los mismos y, sobre la base de la reflexión, proponer acciones de intervención, comprensión y posible mejora de las prácticas educativas propias de las instituciones. En esta concepción, el profesor investigador debe asumir la práctica educativa como un espacio que se tiene que indagar; se cuestiona el ser y hacer como docente; se interroga sobre sus funciones y sobre su figura; se pregunta por su quehacer docente y por los objetivos de la enseñanza; revisa contenidos y métodos, así como las estrategias que utiliza; regula el trabajo didáctico, evalúa el proceso y los resultados. En resumidas cuentas, lo que este autor propone y lo que esta tesis pretende adoptar como manera de desenvolverse en la actividad educativa es la de un profesor que cuestiona su enseñanza, innova, renueva y pone a prueba sus creencias, problematizando las clases para así mejorar su práctica profesional. Este modelo de profesor debe además ser capaz de someter a críticas sus experiencias obtenidas en un proceso reflexivo contrastando lo que se pretende, con lo que realmente ocurre en clases y, lejos de desanimarse por algún resultado bajo inesperado, obtenido por los alumnos, utiliza esto para poner en marcha una revisión de su propio desempeño.

Según Clot (1999, citado en Perrenoud, 2018) se supone que un profesional es tanto creador como ejecutor al aislar un problema, planteándolo e ideando una solución para el mismo para luego aplicarla. Aunque el profesional no conoce de antemano la solución y muchas veces debe elaborarla sin disponer todos los datos y con distintas presiones, nunca parte de cero, sino que lo hace desde la experiencia y los saberes compartidos. No obstante, Perrenoud (2018) destaca que, las situaciones complejas siempre tienen singularidades que exigen un procedimiento de resolución de problemas, a la vez que creatividad y sostiene también que, las respuestas normalizadas debilitan la capacidad de acción y reacción. También agrega que las organizaciones que abogan por la profesionalización debieran dar a

los practicantes un amplio margen de confianza, elevando a su vez su nivel de competencia para que sean dignos de esta confianza. Los enseñantes, por su parte, debieran asumir riesgos y dejar de protegerse en el “sistema” de programas y textos. Asumir estas responsabilidades les permitiría, en contrapartida, una mayor autonomía para escoger sus estrategias didácticas, procedimientos y modalidades de evaluación de modo que actúen reflexionando en la acción y sobre la acción.

Claro está que, empezar a movilizarse para cambiar las formas de actuar no es fácil, pero al decir de Meirieu (1996, citado en Perrenaud 2018), se puede “aprender a hacer lo que no se sabe hacer, haciéndolo”.

Es importante para Perrenaud (2018) que el docente reflexione asimismo sobre el sistema de acción pues, si bien muchas veces actúa en “piloto automático” con pequeñas variaciones sobre una trama estable (esquema de acción en sentido piagetiano), debe estar dispuesto y preparado para reflexionar sobre sí mismo y su habitus. Bourdieu (1972, 1980; citado en Perrenaud, 2018) define al habitus como el sistema de estructuras de pensamiento, de percepción, de evaluación y de acción de nuestras prácticas. Estos esquemas, con el correr del tiempo y las experiencias repetidas se estabilizan y se diferencian (adaptación del esquema a situaciones parecidas). Así, la reflexión sobre la propia acción y los propios esquemas lleva a que el actor pueda también comprender los lazos con los demás, así como las dinámicas de grupo y de organizaciones.

Para Bourdieu (1972, 1980; citado en Perrenaud, 2018), es importante que los enseñantes aprendan a reflexionar sobre su práctica para, principalmente, estar capacitado para hacer frente a la creciente complejidad de la tarea, aprender a trabajar colaborativamente, aumentar la capacidad de innovar y posibilitar que el docente pueda acercarse a la irreductible alteridad del alumno. Sostiene además que es fundamental que todas las razones esgrimidas se

traduzcan en una idea-fuerza que es la de “crear sentido”, es decir comprender por qué hacemos lo que hacemos, con qué derecho lo hacemos y que perseguimos con ello.

No obstante, Bourdieu (1972, 1980; citado en Perrenaud, 2018), advierte que, a la hora de intentar implementar prácticas reflexivas, el practicante encontrará fuerte resistencia: por un lado por parte de los profesores ortodoxos de las disciplinas, que argumentarán acerca del tiempo dedicado en desmedro de los contenidos, o no estarán de acuerdo con estas implementaciones al no ser ellos mismos practicantes reflexivos, y por otro lado, buena parte de los estudiantes sentirán que esto los saca del lugar cómodo y seguro en el que habitualmente se desempeñan. Es entonces que, debemos trabajar hasta que se instaure el *habitus* de reflexionar. Entre las ideas de Perrenaud (2018) se destaca la importancia del “saber hacer”, aplicado en esta I-A en cuanto atañe a la actividad experimental de las ciencias y las capacidades que estas actividades movilizan. Para el autor, las competencias no se aprenden efectivamente leyendo manuales, sino pagando el elevado precio de un largo entrenamiento que permitirá que los esquemas sustituyan a las reglas y las incorporen.

Perrenaud (2018) valora positivamente el hecho de emprender un análisis de las propias prácticas considerando que implica sacrificio, exposición a los demás e incluso cierta pérdida de identidad; aunque también sostiene que siempre existen beneficios que lo compensan como son mejorar la perspicacia y coherencia, mayor dominio de las prácticas, encontrar satisfacción y comodidad tanto en la tarea como en la vida personal.

Perrenaud (2018) encuentra común que el enseñante no acepte la complejidad de su oficio, plagado de contradicciones que lo lleve a sentirse parte del problema y, en su lugar, atribuye las dificultades a los alumnos, padres, colegas o a la institución. Reconoce que aventurarse al cambio implicará siempre ciertos costos y que debe asumirse el hecho de que

no se puede cambiar impunemente, ni solo, sino tratando de realizar un análisis que determine una estrategia que permita cambiar sin que se desmorone el mundo.

Perrenaud (2018) cita a Bordieu (1980) para explicar que existe la ilusión de que la enseñanza es una tarea de altísima improvisación donde cada uno imagina que constantemente está resolviendo problemas en base a su inventiva cuando en realidad sólo realiza micro ajustes sobre su habitus (sucesivas repeticiones con variaciones menores de conductas anteriores en situaciones similares), sin ser consciente de los móviles de sus actos, y que es en la exploración de esos actos inconscientes donde, probablemente se encuentren las cuestiones más importantes. El cambio se producirá sólo mediante una labor intelectual, invirtiendo tiempo y medios apropiados.

Elliott (1991) distingue dos diferentes formas de abordar las reflexiones sobre las prácticas docentes: o bien el profesor investiga sobre un problema práctico, lo que lo lleva a efectuar un cambio en su práctica (aquí la reflexión inicia la acción y la comprensión es anterior a la modificación) o bien el profesor efectúa modificaciones frente a un problema para evaluar luego su eficacia (en este caso, la acción inicia la reflexión y la comprensión se produce posteriormente al realizar la evaluación del impacto).

Para Elliott (1991) la práctica reflexiva supone necesariamente una mirada al interior de la propia realidad y esto supone también el adquirir una visión de los modos en que las instituciones configuran y limitan al yo en acción y, en consecuencia, además de la necesaria autocrítica, se debe producir una crítica de las instituciones. Debe considerarse que, para este autor, el principal objetivo de la I-A no es producir conocimientos sino mejorar la práctica y ello conduce a implantar aquellos valores que constituyen sus fines, como cualidades intrínsecas de las mismas prácticas. Por último, Elliot (1991) destaca el hecho de que el proceso de enseñanza actúa como mediador en el acceso de los alumnos al curriculum y la

calidad del mismo es determinante para la calidad del aprendizaje. Es necesario que se establezca un proceso continuo de reflexión puesto que, las prácticas docentes, constituyen la traducción de los valores en formas concretas de acción siendo también cuestión de interpretación e influenciada por el contexto.

Ausubel *et al.* (1983) distinguen extremos antagónicos en la forma en que se producen los aprendizajes. Por un lado, aluden al aprendizaje por recepción donde el alumno recibe todo el conocimiento como algo establecido; y en otro extremo aluden al aprendizaje por descubrimiento donde el contenido no se le da al alumno, sino que este debe descubrirlo y esa es la tarea distintiva. Ambos aprendizajes pueden hacerse significativos para el alumno. En el caso del aprendizaje por recepción ocurre cuando el alumno internaliza el material y eso le permite entenderlo y usarlo con sentido. Este tipo de aprendizaje es útil para tratar grandes volúmenes de material. En el caso del aprendizaje por descubrimiento, el aprendizaje se hace significativo cuando el contenido descubierto produce una reorganización de la información al incorporarse en la estructura cognitiva previa. En este caso, el aprendizaje es útil para resolver problemas cotidianos y también en el laboratorio, donde ayuda a penetrar en el método científico conduciendo al redescubrimiento planeado de proposiciones conocidas.

Por otra parte, los tipos de aprendizaje antes descriptos, pueden situarse en uno de otros dos extremos, de acuerdo a como ocurran: pueden ser por repetición o bien significativo. En el caso del aprendizaje por repetición, este ocurre cuando las asociaciones son arbitrarias o bien si el alumno no posee conocimientos previos relevantes o si decide internalizarla arbitrariamente al pie de la letra. Por su parte, el aprendizaje significativo por recepción involucra la adquisición de nuevos significados transmitidos, pero requiere tanto de una actitud de aprender relacionando el nuevo material en forma sustancial y no arbitraria, como

de la presentación al alumno de material potencialmente significativo (es decir que se relacione en forma sustancial con las estructuras cognitivas del alumno particular). Debe destacarse que, como cada estructura es única, cada nuevo significado también lo es. Para Ausubel *et al.* (1983), las comprensiones precisas e integradas son más probables de desarrollar si: se aprenden primero las ideas centrales, si se observan las condiciones limitantes de la aptitud de desarrollo general, si se enfatiza las definiciones exactas destacando similitudes y diferencias entre los conceptos relacionados y si se pide a los alumnos que expresen las ideas con sus propias palabras. (Ausubel *et al.*, 1983).

Vygotsky (1978, citado en González Alvarez, 2012) parte de la premisa de que el estudiante tiene un “conocimiento” que le posibilita hacer algunas cosas, llamado “zona de desarrollo” y durante la mediación del aprendizaje es el docente quien debe trabajar, aquellas funciones que todavía no han madurado, pero que se hallan en proceso de maduración (funciones que en un mañana no lejano alcanzarán su madurez). Estas funciones que el docente debe trabajar fueron denominadas por este autor como “zona de desarrollo próximo”. En otras palabras, y siguiendo a González Alvarez (2012), puede decirse que la zona de desarrollo próximo es lo que el educando no ha aprendido, pero puede llegar a aprender, ya que tiene las habilidades requeridas y lo único que necesita es un poco de orientación para lograrlo.

Gran parte de las actividades desarrolladas en la enseñanza tienen la finalidad de llevar al que aprende a desarrollar sus competencias; siendo el primer acto de mediación de la enseñanza el realizar la elección de la situación a proponer a los alumnos. En la zona de desarrollo próximo existen filaciones y rupturas. Hay que desestabilizar a los alumnos para que tengan una razón para aprender, pero cuidando de no desestabilizarlos demasiado, en el

proceso de modo que no se caiga en una situación de que no logren aprender (Jaime & Escudero, 2011).

Aportando al pensamiento de que educar alumnos en ciencias contribuye a formar ciudadanos críticos y responsables pueden agregarse los desarrollos de Carr & Kemmis (1988) acerca del profundo impacto que tienen los actos educativos, llegando a influir sobre el carácter y las expectativas de los futuros ciudadanos; y siendo el enseñante quien debiera tomar decisiones conscientes, al elegir una alternativa entre varias, luego de un debate abierto como único camino para mejorar la educación y las posibilidades de alcanzar una sociedad más justa y racional.

Es importante comprender que, el aprendizaje de las ciencias requiere de un complejo proceso de cambio conceptual en el cual los estudiantes tienen que modificar algunas de sus ideas acerca del mundo natural, a la vez que refuerzan y reestructuran otras. Los alumnos exitosos serán los que logren reconstruir poco a poco, su comprensión del mundo natural, pero hay que considerar que, para la mayoría de ellos, el proceso no resulta fácil, dada la naturaleza interconectada y de mutuo apoyo de las concepciones erróneas (Fly Jones, Sullivan Palincsar, Ogle & Carr, 1987).

Para Fly Jones *et al.* (1987) se deben enseñar explícitamente los conceptos científicos pues si bien las actividades exploratorias son útiles, el aprendizaje con cambio conceptual se produce cuando los alumnos entienden que los conceptos científicos son importantes, significativos y comprensibles (aunque sean diferentes de sus propias ideas). No obstante, estos autores, recomiendan presentar los conceptos en el contexto de un problema significativo y para ello, recomiendan convertir al aula en una comunidad de aprendizaje donde los alumnos se comprometen activamente y pueden explicar, hacer descripciones, predicciones y tener control de objetos y acontecimientos del mundo natural.

Tan Oon Seng & Ee (2005, citado en Moral Santaella, 2008) consideran que el aprendizaje autorregulado se consigue sólo si la metodología está basada en la resolución de problemas y que se aprende mejor cuando proponemos actividades relacionadas con los problemas del ambiente real en que viven los estudiantes. En este tipo de metodología, Moral Santaella (2008), destaca la figura del profesor como la de una persona que proporciona apoyo cognitivo y es tanto facilitador como mediador del conocimiento, sin dirigir todo el proceso de resolución de problemas.

Si los docentes queremos lograr que nuestros alumnos dejen de considerar su aprendizaje como una mera adquisición de contenidos, y que logren construir sus conocimientos, dirigiendo su propio pensamiento, encaminado a generar proyectos propios, de modo que puedan adaptarse a la sociedad del conocimiento y aprender a aprender, nuestras estrategias metodológicas deberían incluir aspectos como: la implicación cognitiva y activa de los alumnos, un proceso orientado a dominar estrategias de aprendizaje, el trabajo en un ambiente colaborativo, el apoyo motivacional intrínseco, la selección de tareas significativas y el feedback explícito constante (Borkowski *et al.*, 2005, citado en Moral Santaella, 2008).

En un trabajo donde analizan la evolución de los modelos mentales de estudiantes de secundaria al analizar fenómenos que involucran cambios de estado de la materia, Sesto & García-Rodeja (2017, p. 522-523) afirman que:

Los modelos mentales se caracterizan por ser incompletos, inestables y no científicos, pues reflejan las creencias del individuo sobre el sistema representado (Greca y Moreira 2000). Otra característica importante de los modelos mentales es la recursividad (Johnson-Laird 1983), es decir, se trata de representaciones dinámicas que pueden ser ampliadas o mejoradas a medida que se va incorporando nueva información. Desde esta perspectiva de cambio basada en los modelos mentales,

Márquez, Pujol y Bonil (2005) señalan que el aprendizaje de las ciencias se entiende como un proceso de construcción en el que los modelos de los estudiantes, alejados de los modelos de la ciencia escolar, se van modificando a partir de nuevas experiencias, nueva información y, en especial, a través de la discusión. En el aula, la construcción y reconstrucción de los modelos mentales se entiende como un proceso de construcción social donde las interacciones entre estudiantes, y entre estudiantes y profesores, juegan un importante papel, de ahí que sea interesante analizar el discurso de los estudiantes al implicarse en tareas donde ponen a prueba sus modelos a la hora de interpretar diferentes fenómenos (Vázquez & García-Rodeja 2005, Garrido 2016). De hecho, la introducción de nuevas ideas por parte del profesorado y la discusión entre pares en un ambiente de confianza que permita a los alumnos expresarse libremente sin miedo a que sus respuestas sean penalizadas, constituyen mecanismos altamente eficaces para lograr una evolución en los modelos de los alumnos (Garrido 2016).

Uno de los ejes de trabajo de la propuesta desarrollada en esta tesis es el uso de mapas conceptuales en momentos claves de las situaciones de aprendizaje, dado que se considera que el aprendizaje de la Física, en este caso, requiere ineludiblemente trabajar en el fortalecimiento de la comprensión de conceptos y, para que estos resulten significativos debe darse una conexión (o anclaje de información) que, según Ausubel *et al.* (1983, citado en Chacón Ramírez, 2010), permita conectar una nueva información a conceptos relevantes preexistentes (subsunoers) en la estructura cognitiva de una persona.

Novak (1988, citado en Gómez, Molina Rubio & Ontoria Peña, 1999) desarrolla algunas ideas acerca de la utilidad de los mapas para negociar significados, y destaca que, para aprender el significado de cualquier conocimiento es preciso dialogar, intercambiar,

compartir y, a veces, llegar a un compromiso pero que, en ningún momento hablamos de aprendizaje compartido, porque el aprendizaje no es una actividad que se pueda compartir, sino un asunto en el que la responsabilidad es del individuo. En cambio, para el autor, los significados sí se pueden compartir, discutir, negociar y convenir. La confección de mapas conceptuales por grupos de dos o tres estudiantes puede desempeñar una útil función social y originar también animadas discusiones en clase. El punto más importante que se debe recordar es el referente a compartir significados en el contexto de la actividad de educar, en el que los estudiantes siempre aportan algo de ellos mismos a la negociación y que no son una tabla rasa donde hay que escribir o un depósito vacío que se debe llenar.

También Boggino (1997, citado en Chacón Ramírez, 2010) coincide con los últimos conceptos afirmando que los mapas conceptuales constituyen una representación gráfica de una imagen mental y, si bien esta representación es propia de cada individuo, también tienen carácter social y responden a una determinada disciplina, de manera tal que, aunque el aprendizaje ocurre en un ambiente de colaboración, el resultado final (el conocimiento) resulta individual y singular.

Al decir de Chrobak & Prieto (2010), el elaborar mapas conceptuales permite que se produzca un aprendizaje repleto de significado ya que requiere que se tomen decisiones esenciales acerca de la importancia de las ideas, así de cómo estas ideas se relacionan unas con otras y también de cómo estas ideas se relacionan con los conocimientos previos posibilitando que el estudiante vea así facilitada su tarea de relacionar conceptos basados en nueva información con el conocimiento previamente adquirido.

Novak (1998, citado en Chacón Ramírez, 2010) califica al mapa conceptual como una poderosa herramienta que puede utilizarse tanto en el ámbito escolar como empresarial y sirven para facilitar el aprendizaje e incluso como instrumentos de evaluación. Destaca

además que un mapa permite representar las relaciones significativas entre conceptos, expresadas en forma de proposiciones.

En un trabajo que analiza la relación entre la elaboración de mapas conceptuales y la creatividad, Chrobak, García Sempere & Prieto (2015) comienzan planteando el hecho de que las personas necesitamos a diario tomar decisiones para afrontar las situaciones que las problemáticas actuales demandan. Esas decisiones que imperativamente requieren de conocimientos científicos, según los autores, se ve favorecida si trabajamos en el desarrollo de la creatividad en los individuos y esto puede lograrse a partir de producir aprendizajes significativos estimulando la capacidad y el deseo de aprender. Es entonces que los mapas conceptuales, al permitir crear representaciones gráficas del conocimiento en forma organizada, pueden activar la imaginación visual y facilitar la solución creativa de un problema. También en este material, se afirma que un mapa bien elaborado, responderá a los principios de aprendizaje significativo ayudando a mejorar el aprendizaje y fomentar la creatividad.

Dado que los mapas conceptuales son representaciones concisas de las estructuras conceptuales que están siendo enseñadas, Moreira (2012) señala que es posible que los mismos faciliten el aprendizaje de esas estructuras siempre que sean explicados por el profesor y luego de que el alumno se haya familiarizado con ellos de modo que sean potencialmente significativos y permitan la integración, reconciliación y diferenciación de significados de conceptos (Moreira, 1980, 2010, citados en Moreira, 2012). El mapeamiento conceptual es una técnica muy flexible, y por eso puede ser usado en diversas situaciones y con diferentes finalidades como son: instrumento de análisis del currículum, técnica didáctica, recurso de aprendizaje, medio de evaluación (Moreira & Buchweitz, 1993, citado en Moreira, 2005).

En la medida en que los alumnos utilicen mapas conceptuales para integrar, reconciliar y diferenciar conceptos; en la medida en que usen esa técnica para analizar artículos, textos, capítulos de libros, novelas, experimentos de laboratorio y otros materiales educativos del currículum, estarán usando el mapeamiento conceptual como un recurso de aprendizaje (Moreira, 2005).

También Moreira (2005) destaca el hecho de que los mapas conceptuales contrastan con la enseñanza mecánica tradicional, donde se enseñan contenidos sin lugar a interpretaciones personales, llevando a los alumnos a memorizar contenidos para reproducirlos en las evaluaciones. Muy por el contrario, los mapas conceptuales son dinámicos y nunca estarán terminados, sino que el alumno podrá reelaborarlos, a medida que su estructura cognitiva se reorganiza por diferenciación progresiva y reconciliación integradora, permitiendo al profesor tener una cabal idea acerca de la evolución de los aprendizajes de los mismos. Es conveniente a su vez, para este autor, que los mapas se evalúen cualitativamente, tratando de interpretar la información que el mapa contiene, en busca de señales que confirmen el aprendizaje significativo.

Utilizar los mapas conceptuales como herramienta que posibilita la adquisición de nuevos conceptos, así como organizar el conocimiento previo posibilita para Zea Restrepo, Atuesta Venegas, Henaó Calad & Hernández Cardona (2004) potenciar el aprendizaje significativo, ayudando al aprendiz a encontrar relaciones entre esos nuevos conceptos y los ya preexistentes en su estructura cognitiva orientándolo de manera intencional al campo de las ciencias.

Para finalizar, en lo relativo a la importancia que reviste la elaboración de mapas conceptuales, se destaca lo afirmado por Gómez *et al.* (1999) en cuanto que los mismos hacen que los alumnos se impliquen a reflexionar, logrando mayor autonomía y comprensión

cuando crea estructuras de conocimiento que parten de sus saberes previos e incorporan los nuevos en procesos que involucran contraste y comparación de ideas. Los autores destacan también los valores sociales que se ponen en juego si los mapas que se elaboran son consensuados donde los alumnos comparten sus propios conocimientos con los de los demás.

A continuación, se citan textualmente aportes del trabajo de Chrobak et al. (2015, p.87), que establecen la relación entre la elaboración de mapas conceptuales y su utilidad para la representación gráfica de los conocimientos, el aprendizaje significativo y el desarrollo de la creatividad.

Una de las características más distintivas de los mapas conceptuales reside en el hecho, que su estructura responde a los principios del aprendizaje significativo, que describen las operaciones cognitivas que se producen durante la elaboración de conocimientos por la mente humana.

Por lo tanto, los mapas conceptuales, cuando están bien contruidos, deben tener en cuenta los principios que describen los mecanismos psicológicos de la cognición, desarrollados por Ausubel (Ibi.) en base al aprendizaje humano y en el salón de clases, que han dado como resultado, mediante las aportaciones de Novak, Gowin y otros, a la que hoy se conoce como “teoría de la asimilación contemporánea”.

Entre los principios mencionados, se destacan el de la subsunción, del ordenamiento jerárquico, de la diferenciación progresiva, de la reconciliación integradora y el de la consolidación.

En efecto, el proceso fundamental del aprendizaje significativo es la integración de los nuevos conceptos que se quieren aprender, a conceptos y

proposiciones ya existentes en la estructura cognoscitiva del que aprende que, por naturaleza, está jerárquicamente organizada.

Ausubel (1968), denomina a este proceso “subsunción” y a los conceptos preexistentes los llamó “subsumidores”, es decir que son los conceptos o ideas de anclaje, a los cuales se relacionan los nuevos conceptos estableciéndose una proposición significativa y sustancial entre ambos. (Vale aclarar que en algunas traducciones al español del término subsunción, se utiliza el término “inclusión”, que, aunque no es éste el espacio adecuado para su discusión, decimos que no es el más adecuado).

De forma tal que se pueden resumir seis principios que guían la construcción de mapas conceptuales de la siguiente manera:

- El *aprendizaje significativo* ocurre cuando la nueva información se relaciona con conceptos relevantes preexistentes en la estructura cognitiva del que aprende.

- En el cerebro humano la información se almacena de manera organizada, formando una *jerarquía conceptual* en la cual, los elementos más específicos se relacionan con los más generales o inclusivos.

- La *diferenciación progresiva* de significados conceptuales tiene lugar a medida que progresa el aprendizaje significativo y nuevos conceptos y proposiciones se encadenan con los ya existentes, mediante experiencias de aprendizaje cuidadosamente secuenciadas.

- La *reconciliación integradora* tiene lugar cuando ideas que inicialmente son vistas como conflictivas o contradictorias o no relacionadas, pueden ser relacionadas e integradas de alguna manera significativa.

□ Los *organizadores previos* serán útiles en la medida que puedan facilitar el aprendizaje funcionando como puentes cognitivos entre lo que el aprendiz ya sabe y lo que debe aprender.

□ El éxito del aprendizaje secuencialmente organizado se optimiza insistiendo en *la consolidación* de lo que está siendo estudiado, antes que los nuevos materiales sean introducidos.

El otro eje en el que esta propuesta se apoya es la implementación de PL experimentales en un formato participativo y reflexivo, acorde a los principios constructivistas.

Ciertamente pueden encontrarse materiales que cuestionan el uso del laboratorio en la enseñanza de las ciencias como por ejemplo Hodson (1994, citado en Hernández Millán 2012) que sugiere que la enseñanza práctica, tal como se ha venido impartiendo, no alcanza los objetivos que los mismos profesores declaran que debiera tener: motivar a los alumnos, comprender conceptos científicos, aprender sobre cómo es la actividad científica y adquirir una imagen adecuada de la ciencia. También Barberá & Valdés (1996, citado en Hernández Millán, 2012) concluyen, después de revisar más de un centenar de publicaciones relacionadas con los trabajos prácticos, que dados los resultados obtenidos, pareciera no justificarse tanta inversión en recursos tanto materiales como humanos.

No obstante, al igual que en esta tesis, son también numerosos los trabajos que consideran que el laboratorio de ciencias tiene un impacto positivo en el logro de aprendizajes significativos de los alumnos. Para Osorio (2004, citado en López Rua & Tamayo Alzate, 2012) el trabajo de laboratorio favorece y promueve el aprendizaje de las ciencias, permitiendo que el estudiante cuestione sus saberes y los confronte con la realidad poniendo en juego sus conocimientos previos y verificándolos con las prácticas. Es así que la actividad experimental no solo debe ser vista como una herramienta de conocimiento, sino como un

instrumento que promueve los objetivos conceptuales, procedimentales y actitudinales que debe incluir cualquier dispositivo pedagógico. White (1996, citado en Petrucci, Ure, & Salomone, 2006) afirma que, el propósito central de los laboratorios es asistir a un aprendizaje con profunda comprensión de hechos y explicaciones.

Jaime & Escudero (2011) consideran al trabajo de laboratorio como una actividad cognitiva compleja puesto que la solución de una situación problemática experimental implica la utilización de una variedad de conceptualizaciones y modelizaciones. Entre ellas, mencionan el interés de la situación problemática misma, el estudio también cualitativo de ella, la formulación de hipótesis, selección de métodos, planificación de la experiencia, recolección de datos, el procesamiento y análisis de estos datos, el análisis y contrastación de resultados, así como la elaboración de conclusiones. Todo lo anterior, en adición a los modos del quehacer científico y a las conceptualizaciones teóricas específicas que requiere la tarea.

Hernández Millán (2012) sostiene que a pesar de las críticas que se hacen del laboratorio experimental, existen propuestas superadoras que pueden llevar a que la enseñanza práctica logre los objetivos perseguidos. Cita como por ejemplo la escritura heurística de la ciencia, en la cual, a través de la escritura, los estudiantes aprenden a argumentar (habilidad fundamental en el trabajo científico). De este modo, los profesores involucran a los alumnos en actividades que requieren de reflexión y argumentación acerca de lo que observaron y obtuvieron en su actividad experimental. En este caso, los estudiantes responden por escrito a una serie de preguntas, sobre los aspectos fundamentales de la investigación que realizan. Algunas de esas preguntas son: ¿Cuál es mi pregunta? ¿Qué hice?, ¿Qué observé?, ¿Qué puedo afirmar?, ¿En qué baso mis afirmaciones?, ¿De qué forma han cambiado mis ideas iniciales? De este modo se permite que los estudiantes realicen

conexiones entre las preguntas de investigación, los procedimientos experimentales, los datos, las afirmaciones de conocimiento, las evidencias y los conceptos científicos. Según afirman los teóricos de este enfoque (Greenbowe *et al.*, 2007; Burke *et al.*, 2005, ambos citados en Hernández Millán, 2012), aplicando correctamente esta metodología, se obtienen mejores resultados en las evaluaciones de los estudiantes a comparación de las que se registran al realizar actividades experimentales de manera tradicional. Entre los aspectos que se destacan están la indagación colaborativa y el proporcionar a los alumnos la oportunidad de diseñar sus propios experimentos, así como explorar y debatir sus resultados (Greenbowe *et al.*, 2005, citado en Hernández Millán 2012).

Hodson (1994) considera que las PL son fundamentales en la enseñanza de la Física, en virtud de su carácter de ciencia experimental. Para este autor, la importancia de las PL está dada (además de la posibilidad de observación y experimentación sobre la realidad y el desarrollo de habilidades experimentales), por la posibilidad que estas actividades brindan para relacionar las teorías y los modelos con la experiencia, proporcionando una oportunidad para que los alumnos conozcan cómo se construye el conocimiento científico.

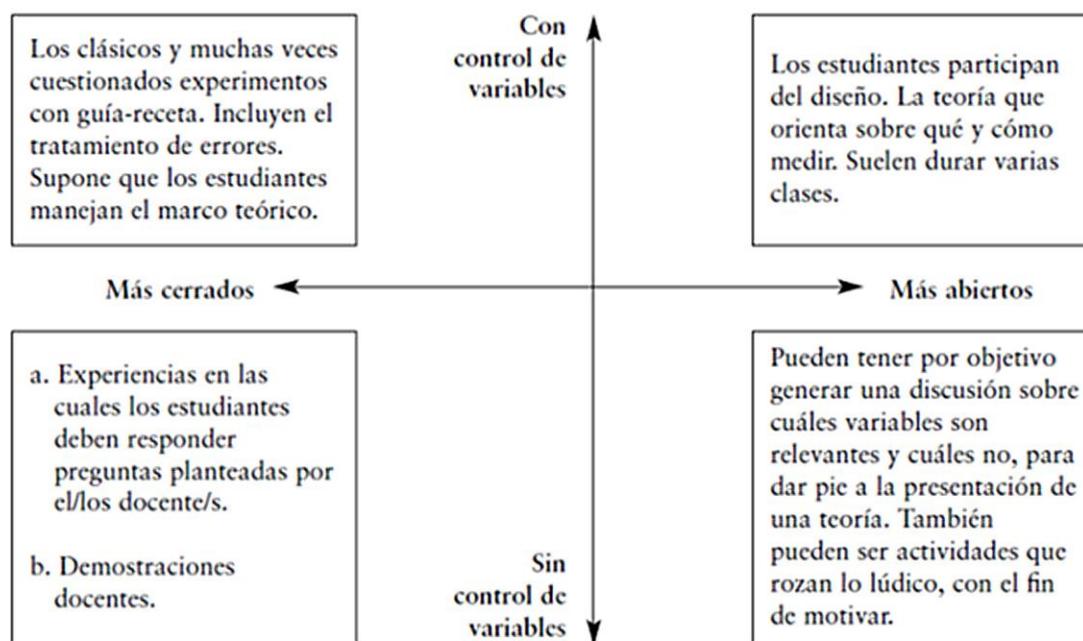
Ramirez Díaz & Santana Fajardo (2014) señalan que los niveles de aprendizaje en Física conceptual mejoran sustancialmente si se incorporan algunas de las prácticas que se emplean en la investigación de esta ciencia experimental y citan al aprendizaje activo como opción exitosa para complementar la enseñanza tradicional. Para estos autores, la enseñanza por transmisión/recepción es comparativamente menos efectiva, para lograr buenos aprendizajes conceptuales, ya que permite la permanencia de concepciones erróneas. En el mismo sentido, Benítez & Mora (2011) proponen el aprendizaje activo de la física como alternativa al método de la transmisión/recepción, debido a que los estudiantes desarrollan una mayor comprensión y habilidad para adquirir conocimientos. Cameratti & Escobar

(2007, citado en Ramirez Díaz & Santana Fajardo, 2014) definen el aprendizaje activo como cualquier método de enseñanza que compromete y asigna una responsabilidad a los estudiantes en su proceso de aprendizaje. Por su parte, Meza y Zamorano (2007, citado en Ramirez Díaz & Santana Fajardo, 2014) mencionan que en los cursos de física basados en métodos de enseñanza activa se obtienen mayores resultados que en los cursos tradicionales, ya que incluyen el uso de técnicas de enseñanza basadas en la investigación y en datos empíricos en lugar de anécdotas. También señalan que los niveles de aprendizaje conceptual mejoran notablemente si se incorporan algunas de las técnicas de investigación de esta ciencia experimental.

Además, y como sostienen Martínez Torregrosa, Doménech Blanco, Menargues & Romo Guadarrama (2012) el conocimiento científico no se obtiene meramente por consenso social en la comunidad científica, sino que es el fruto de un proceso de planteamiento de preguntas o problemas sobre lo real, y de invención de hipótesis y/o modelos, cuya validez (existencia) es juzgada por el comportamiento del mundo real. Es importante, en consecuencia, que los alumnos accedan a las formas en que la ciencia trabaja si se pretende que ellos comprendan y disfruten de que se trata el “hacer ciencia” para que se sientan motivados a participar y realizar aportes, aun cuando estos no sean atinados en los primeros intentos, de modo que tampoco se les transmita una visión lineal de las ciencias. Estos autores citan que, las evidencias de 20 años de análisis muestran que los objetivos perseguidos con las PL rara vez se cumplen ya que los trabajos prácticos tipo receta con secuencias detalladas que no son acordes a la metodología y epistemología científicas raras veces instan a los alumnos a proponer hipótesis, pensar un diseño experimental o entender el problema que se investiga. Esta situación es similar en educación de secundario, universitario e incluso, en los prácticos de laboratorio que se proponen en los libros de Física.

Ausubel *et al.* (1983), efectúan apreciaciones respecto de que si las tareas que se ejecutan son rutinarias y requieren de pensar poco, el trabajo de los alumnos junto a sus pares puede servir de estímulo, generando esfuerzo competitivo y en tareas de resolución de problemas nuevas y complejas donde puede establecerse pensamiento divergente, los esfuerzos grupales que superan a los individuales, pueden atribuirse a la combinación de ideas aumentando la posibilidad de que al menos uno de los integrantes llegue independientemente a la solución correcta.

Hodson (1994) separa a las PL según se realicen como investigaciones personales poco estructuradas o como ejercicios prácticos que siguen un conjunto de indicaciones explícitas. A esta forma de distinguir las, podemos agregar la establecida por Petrucci *et al.* (2006) interpretando lo realizado por Hodson (1994) y llevándolo a la gráfica mostrada a continuación:



Esquema 1: Tipos de trabajos prácticos de laboratorio

Figura 1. Tipos de trabajos prácticos de laboratorio. Extraído de: Petrucci *et al.* (2006)

Según Míguez (2005, citado en Castellanos, 2017) no hay aprendizaje sin motivación y es deseable fomentar la motivación intrínseca más que la extrínseca, ya que así pueden activarse los procesos metacognitivos tendientes a que los estudiantes sean más conscientes y autónomos en sus aprendizajes (Mateos, 2002, citado en Castellanos, 2017).

Para Castellanos (2017) además, la motivación debe estar acompañada de prácticas pedagógicas innovadoras que fomenten ese interés existente, que inviten al estudiante a realizar las actividades propuestas en el aula y en el laboratorio. Es así que al diseñar e implementar una nueva estrategia didáctica hay que considerar las variables motivacionales, para garantizar la efectividad de la estrategia en el aprendizaje.

Para Lobato Fraile (1997), debe asumirse que la motivación no es una estrategia del aprendizaje, sino un componente fundamental del proceso ya que propende al empeño que los estudiantes deben poner, sosteniendo la continuidad y el compromiso. Así como la motivación extrínseca moviliza en cuanto a conseguir un premio o evitar un castigo, la motivación intrínseca es más efectiva pues se apoya en la gratificación propia que se obtiene del trabajo. Es recomendable, por lo tanto, que se organice la actividad del aprendizaje de los alumnos de modo que se empeñen motivados sobre todo por una necesidad intrínseca.

Según Dávila Acedo (2017) las emociones condicionan el aprendizaje de las ciencias y también influyen otros factores como la metodología del profesor (en especial si es apreciada como aburrida, poco participativa y con escasas actividades prácticas). En su trabajo Dávila Acedo (2017) cita a Solbes (2011) quien afirma que los alumnos del secundario no se interesan por la Física y Química ya que las consideran aburridas y poco útiles. También se refiere a Pérez & De Pro (2013) así como a Vázquez Manassero (2008) afirmando que en la secundaria los estudiantes manifiestan menos motivación hacia las ciencias que en primaria.

Al analizar la metodología del profesor, como causal de emociones positivas, Dávila Acedo (2017) encuentra que la actitud del profesor cuando los motiva, los comprende y tiene paciencia promueve emociones positivas. Este autor, refiere que según la teoría de atribución de Weiner (1986, citado en Dávila Acedo, 2017) las actitudes y emociones de los alumnos, respecto de las ciencias, están determinados por sus éxitos o fracasos y, en consecuencia, las motivaciones de las personas pueden influir en sus conductas, estrategias y relaciones dentro del contexto escolar y de aprendizaje.

Fredricson & Branigan (2005, citados en Moral Santaella, 2008) refieren que las emociones negativas ante el aprendizaje llevan a un bajo nivel de atención y pobres procesos de pensamiento, en cambio, cuando el alumno genera emociones positivas ante el nuevo aprendizaje, su nivel de atención se mejora y se amplía su pensamiento crítico.

A continuación, se citará un fragmento del trabajo de Mahmud & Gutiérrez (2010, p.12), ya que sus análisis respecto de las dificultades observadas en la enseñanza de los conceptos de Calor y Temperatura resultan sumamente pertinentes al presente trabajo.

Diferentes estudios han demostrado que los estudiantes tienen dificultades en la comprensión de los conceptos de calor y temperatura y tienen diferentes ideas a aquellas de las sostenidas por los científicos (Cervantes, 1987; Aloma & Malaver, 2007). En la enseñanza de las ciencias, el tópico de calor y temperatura ocupa un lugar importante, ya que tienen relación en el aprendizaje de otros contenidos tales como entalpía. Además, son conceptos que históricamente tiene problemática en su enseñanza, y por lo tanto se han realizado numerosas investigaciones relacionadas con las ideas previas o preconcepciones de los mismos. En la comunidad científica se acepta el enfoque cinético molecular dinámico donde se define el concepto de calor como una transferencia de energía entre el sistema y su entorno debido a una

diferencia de temperatura, es decir el calor está definido en término de un proceso, tal como lo plantea Levine, 1995 (citado en Domínguez, 2007). En cuanto al concepto de temperatura diremos que es una magnitud intensiva, relacionada directamente con la energía cinética molecular media de las partículas y, en consecuencia, con la agitación de las mismas. En otras investigaciones Díaz (1996) reporta algunas expresiones sobre el calor, tales como: “es el sol”, “es lo que producen los rayos del sol”, “es el fuego”, “es cuando un objeto está caliente”, “es lo opuesto al frío”. Por su parte, González (1998) analiza algunas concepciones previas sobre calor y temperatura, las cuales desde el punto de vista termodinámico son incoherentes: “cierra la ventana para que no entre frío”, “el calor es algo caliente”, “llegó el frío de diciembre” y “los rayos del sol están calientes”.

Mahmud & Gutiérrez (2010) refieren a Bacas (1997) quien publicó resultados de sus estudios sobre preconceptos de calor y temperatura, arribando a la conclusión de que tanto el uso incorrecto de la palabra calor en la vida cotidiana, como las confusiones entre los conceptos calor y temperatura propician en los estudiantes preconcepciones de significado distinto a las científicas.

Domínguez et. al. (1998, citado por Mahmud & Gutiérrez, 2010) realizaron una compilación de investigaciones sobre ideas previas o preconcepciones sobre calor y temperatura. Los autores denominaron a estas preconcepciones como “ideas alternativas” (Tabla 1).

Conceptos	Ideas Alternativas
Calor	Algo material, contenido en el cuerpo (sistema); cuanto más calor tiene el cuerpo más caliente estará. En los cuerpos el calor puede pasar de unas partes a otras o de unos cuerpos a otros.
Calor / Frio	Son dos fluidos materiales y opuestos. La sensación calor/frío es consecuencia de la transferencia del calor/frío al cuerpo.
Calentar / Enfriar	Ganancia o pérdida de ese ente material llamado calor
Caliente / Frio	Son propiedades características de los cuerpos. Por ejemplo, los metales son fríos por naturaleza.
Temperatura	Temperatura = calor. Temperatura y calor son sinónimos y aquella, en todo caso, mide la cantidad de calor que tiene el sistema. La temperatura depende de la masa o del volumen.
Dilatación	Paso de calor al interior del cuerpo haciéndolo más grande y, como consecuencia, más pesado.

Tabla 1: Algunas Ideas alternativas sobre calor y temperatura (Domínguez *et al.*, 1998).

A su vez, Domínguez *et al.* (1998, citado por Mahmud & Gutiérrez, 2010) realiza un estudio transversal entre estudiantes de 12 a 23 años, concluyendo también que existe una persistencia de la influencia del lenguaje cotidiano en la utilización y verbalización de las ideas acerca del calor y la temperatura y que, existe un gran número de ellos con concepciones previas incorrectas.

Bañas, Mellado & Ruiz (2003), realizan un estudio con alumnos del primer ciclo de Educación Secundaria Obligatoria, acerca de las ideas que estos tienen sobre la transferencia y conservación de la energía, así como sobre el calor y la temperatura. Para los autores, lo que un estudiante aprende, no depende sólo de la instrucción del profesor, sino de sus ideas previas, de sus estrategias cognoscitivas y de sus intereses personales. Entre sus conclusiones encuentran que, los estudiantes no consideran constante la temperatura durante los cambios de estados, que la temperatura aumenta proporcionalmente con la masa, y que la mayoría tiene la idea de que el calor es una forma de energía sin interpretar el concepto como un proceso de transferencia de energía. Para estos estudiantes, el calor es una propiedad de los cuerpos y no un mecanismo. También concluyen que, se considera a la temperatura como

una propiedad extensiva y que un pequeño porcentaje de estudiantes tiende a confundir calor con temperatura.

En el trabajo de Mahmud & Gutiérrez (2010), se cita lo realizado por Aloma & Malaver (2007), quienes también analizaron los conceptos de calor, trabajo y energía en libros universitarios de termodinámica usando técnicas de análisis de contenido de texto. Los autores hallaron que muchos de los libros analizados presentan conceptos con características que corresponden a concepciones espontáneas o no formales y que ello llevaría a se generen interpretaciones erróneas en los estudiantes al iniciar un curso de termodinámica. También encontraron que, si bien muchos de los textos de la muestra presentan el concepto de calor como una forma de transferencia de energía, en todos los textos analizados aparecen frases que confunden el calor como una forma de energía o lo definen como energía que se transfiere. Mahmud & Gutiérrez (2010), concluyen en que, indudablemente, calor y temperatura están entre los conceptos más difíciles de la enseñanza y aprendizaje de la ciencia y que, por lo tanto, es importante que se realicen investigaciones acerca de las ideas previas y se desarrollen estrategias didácticas tendientes a promover el cambio de esas ideas previas y promover un aprendizaje significativo.

Mendoza Rodriguez & Abelenda Lameiro (2010) realizan un estudio sobre como acercar el tratamiento del concepto de energía a los estudiantes de secundaria y, al abordar aquellos procesos por los cuales la energía de un sistema puede variar, se refieren al calor considerando que la enseñanza de este concepto requiere ocuparse de lo que ocurre a nivel microscópico y acercarse al modelo cinético molecular de la materia. En este trabajo, citan diversas investigaciones acerca de las ideas alternativas de los alumnos sobre el tema como aquellas donde lo consideran como algo material que reside en los cuerpos (Hierrezuelo & Montero, 1988), trayendo a escena la teoría del calórico y siendo interpretado como que los

estudiantes tienden a asumir la existencia de cosas invisibles para ellos como realidades materiales. También, estos autores piensan que la teoría cinético-molecular de la materia no sería accesible a los alumnos en esta etapa de desarrollo psicológico, pero consideran que podría abordarse presentando las interpretaciones que se hicieron históricamente y los criterios científicos por los que fueron desechadas para luego aproximarse a la interpretación del calor en términos cinético-moleculares. Destacan, además, que este proceso puede contribuir a la visión de la ciencia como actividad abierta y en permanente construcción. Los autores de este trabajo incluyen, como dificultades en este campo, a la confusión existente entre los términos de calor, energía calorífica o térmica y temperatura y temperatura e incluyen citas del uso incorrecto de los términos en la vida cotidiana como: “Cuando el camión frenó hasta detenerse, una gran cantidad de calor se generó por fricción”, “El calor de un caluroso día de verano...” (Serway & Jewett, 2005). Para realizar una aproximación significativa y funcional al concepto de calor, partiendo de aclarar las diferencias entre estos tres conceptos físicos, recomiendan partir de la idea de energía interna.

Finalmente, Mendoza Rodriguez & Abelenda Lameiro (2010, p. 42-43) establecen las siguientes definiciones conceptuales, para el tema:

- Energía interna de un sistema comprende la energía cinética del movimiento aleatorio de traslación, rotación y/o vibración que poseen las partículas (átomos o moléculas) que lo componen y la energía potencial de interacción entre estas partículas.
- La energía térmica puede interpretarse entonces como la parte de la energía interna de un cuerpo/sistema relacionada con el movimiento aleatorio de sus partículas.
- La temperatura se introduciría después como magnitud asociada al movimiento medio por partícula. Esta aproximación permite identificar la energía térmica y la

temperatura como magnitudes que representan el estado de un sistema y, al mismo tiempo, facilita la diferenciación de la temperatura como magnitud intensiva frente a la energía térmica (magnitud extensiva).

- El calor podría definirse de este modo, como el proceso de transferencia de energía térmica desde un cuerpo/sistema a otro a menor temperatura. La aproximación podría completarse con una interpretación del calor (Warren, 1982; Domènech *et al*, 2003) como el conjunto de trabajos realizados a nivel microscópico al poner en contacto cuerpos a distintas temperaturas. El calor es por lo tanto un proceso de intercambio de energía que ocurre entre cuerpos/sistemas a diferentes temperaturas y no debe confundirse con la energía térmica o calorífica (manifestación o forma de energía). Algunos autores consideran que la utilización del sustantivo “calor” para referirse a un proceso no contribuye a su correcta interpretación y prefieren prescindir de él, proponiendo en algunos casos denominaciones alternativas como proceso de “calentamiento” (Ellse, 1988). Sin embargo, esta eliminación artificiosa de la palabra dentro del ámbito científico no evitaría probablemente que la idea de calor como algo confuso siguiese persistiendo en el alumnado por influencia ambiental.

En un trabajo que comienza considerando que los conceptos Calor y Temperatura son complejos y, por ende, susceptibles de modificaciones, Camacho González & Pérez Miranda (2005), realizan un estudio de tales transformaciones y de cómo se presentan en algunos libros de texto escolares con las correspondientes observaciones para poder considerar ciertos aspectos para su enseñanza. Las conclusiones obtenidas en la muestra analizada en esta investigación evidencian que las definiciones de Calor y Temperatura en los libros de texto, se alejan del saber científico y las descripciones son muy diversas, empleándose a veces incluso como sinónimos. El estudio encontró varios argumentos y atributos, sobre lo que los

autores dicen que es Calor y Temperatura, resultando dificultoso conciliar una definición homogénea para cada uno. Se encontró además que, existe una distancia epistemológica insalvable, de acuerdo a como son abordados estos conceptos desde la literatura especializada o los libros de texto. Se encontraron que los conceptos Calor y Temperatura se abordan desde dos modelos: el sustancialista que le asigna entidades similares a las de un líquido o gas y el dinámico que lo relaciona con el movimiento; siendo este último modelo la base fundamental de la concepción actual de calor y temperatura. Dado que el pensamiento científico plasmado en los documentos originales, es el fruto de una actividad en continuo desarrollo, con un marco teórico-procedimental, un entorno histórico y un sentido específico (a diferencia de las explicaciones que presentan los libros de texto que sólo buscan establecerlos como definiciones previas a nuevos temas), los autores concluyen que no corresponde a este tiempo, que calor y temperatura sean definidos y contextualizados dentro de un modelo sustancialista.

Domínguez Castiñeiras (2007, p.3-4) reconoce también que el campo de conocimiento sobre Calor y Temperatura ha sido muy debatido, detectándose connotaciones problemáticas que aumentan la complejidad de su enseñanza. En su trabajo, efectúa una revisión de los conceptos implicados para llegar a obtener su significado desde el punto de vista de la comunidad científica. De la revisión efectuada, se rescatan los siguientes párrafos:

Levine (1995) arroja luz sobre la discusión definiendo el concepto de calor: es una transferencia de energía entre el sistema y su entorno debido a una diferencia de temperatura. Calor y trabajo son formas de transferencia de energía. Calor y trabajo no son funciones de estado, luego no tiene sentido hablar de formas de energía ni preguntarse cuánto calor (o trabajo) tiene un sistema. El calor y el trabajo están definidos en términos de procesos. Antes y después del proceso de transferencia de

energía entre el sistema y su entorno, el calor y el trabajo no existen. Además, el mencionado autor clarifica dichos procesos desde un punto de vista mecanicista con ayuda de la teoría cinético molecular. El trabajo es una transferencia de energía debida a la acción de fuerzas desde el punto de vista macroscópico. El calor es una transferencia de energía debida a la acción de fuerzas a nivel molecular. Cuando cuerpos de temperatura diferente se ponen en contacto, las colisiones entre sus moléculas provocan una transferencia de energía desde el cuerpo de mayor temperatura al de menor; el calor es trabajo realizado desde el punto de vista molecular. Esta polisemia induce a la confusión entre la energía que tiene el sistema (energía interna) y la forma de transferirla entre sistemas a diferentes temperaturas (calor). Erickson y Tiberghien (1989) resuelven el problema proponiendo la expresión energía térmica que incluye los aspectos de la energía interna relacionados con la traslación, vibración y rotación de las moléculas.

Respecto al concepto de temperatura parece existir una mayor unanimidad. Macroscópicamente es un parámetro intensivo que se utiliza para describir el estado de un sistema; además, condiciona el sentido de la transferencia de energía entre sistemas hasta alcanzar el equilibrio térmico (Weast & Astle, 1982-83; Valcárcel *et al.* 1990). Desde el punto de vista microscópico está relacionada directamente con la energía cinética molecular media de las moléculas (Levine, 1995). Esta definición será utilizada para interpretar fenómenos como el incremento de temperatura, la dilatación y los cambios de estado.

Rodríguez & Díaz-Higson (2012) en su trabajo con profesores en formación en Panamá, encuentran que incluso estos tienen concepciones acerca del calor pensando que es una forma de energía, sin interpretar el concepto como un proceso de transferencia o de

modificación de la energía. Además, encontraron en su análisis, que estos estudiantes consideran al calor como una propiedad de los cuerpos, confundiéndolo con el concepto de temperatura.

Cervantes, De la Torre, Verdejo & Trejo (2001 citados en Barbosa Soto & Escalante Morales, 2016) aluden al XVI congreso del concepto de calor en termodinámica y su enseñanza, realizado en México DF en el año 2001. En dicha ocasión, se plantearon, en todos los niveles, la dificultad al enseñar el concepto de calor, debido a su uso cotidiano con un significado muy diferente al científico y llegaron a la conclusión de la necesidad de analizar esta problemática desde diferentes perspectivas como son el estudio de la epistemología de los conceptos de calor y temperatura, la revisión de los conceptos planteados en los textos de física, la práctica pedagógica de los docentes y el aprendizaje de los estudiantes. El estudio estuvo orientado a la forma de implementarlo en el pregrado de licenciatura específicamente.

Para Suárez Salinas (2016) es un hecho que los estudiantes de educación media presentan una falta de claridad conceptual en relación con los términos calor y temperatura y, frente a esta situación problemática plantea una propuesta didáctica para su enseñanza. Esta propuesta se desarrolló de modo que permita a los estudiantes, confrontar sus ideas e intuición con las observaciones derivadas de la realización de experimentos propuestos por el docente, con el propósito de que logren comprender, diferenciar y usar estos conceptos. Luego de implementada su propuesta didáctica, el autor encontró que los estudiantes manifestaron asombro e interés por la forma de abordar los temas, tanto durante como al final de la realización de las actividades de aprendizaje activo, alejadas de las formas de clases tradicionales de pizarrón. También, en este trabajo, se encontró que los experimentos extra-clase terminaron siendo para los estudiantes, no sólo llamativos sino aclaratorios de las ideas propias formadas respecto de un fenómeno en particular. Por otra parte, la propuesta didáctica

generó un tipo de relación nueva entre docente y estudiantes, siendo la participación de los estudiantes más relevante que la del docente en la construcción de sus conocimientos.

Por último, Vanegas Mayorga (2015), encuentra que, en la práctica docente, los conceptos que generan mayor dificultad en la comprensión de los estudiantes son los asociados al calor, a las ideas de cómo transmitirlo y a las formas de aprovecharlo eficientemente. Esto motivó el iniciar una búsqueda de estrategias innovadoras que permitan enseñar estos temas, facilitando la labor docente, al mismo tiempo que permita que los alumnos puedan reconocerlos y aplicarlos en estudios relacionados con la Física y en especial el reconocimiento y el manejo de los recursos energéticos del entorno. De este modo, se pretendía que los estudiantes empiecen a desarrollar ideas, consolidando la importancia de los conceptos físicos intervinientes en el funcionamiento de un colector solar o cualquier sistema alrededor.

2.2 Antecedentes de la Investigación-Acción

Existen numerosos trabajos, al día de la fecha, que abordan la problemática de las PL desde diferentes puntos de vista, ya sea analizando las posibles implementaciones o bien sosteniendo una forma en particular de insertarlas en el proceso de enseñanza. También existen numerosos trabajos que refieren a la problemática de la enseñanza de los conceptos de Calor y Temperatura. Entre estos podemos citar:

✓ Barbosa Soto & Escalante Morales (2016): en este trabajo, se analiza el efecto de la Enseñanza de las Ciencias, Basada en la Indagación (ECBI), en el aprendizaje de los conceptos de Calor y Temperatura, en comparación con la metodología del Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) de Barrows (1986). En esta investigación, se parte de las ideas

previas de los estudiantes, para conducirlos luego al proceso de experimentación, logrando contrastar sus conocimientos y construir nuevos con la finalidad de que puedan aplicarlos a otras situaciones que requieran habilidades y competencias científicas. La investigación se desarrolló con alumnos de Física del décimo grado en dos colegios de la ciudad de Barranquilla y se implementó siguiendo las 4 fases descritas por Lederman (1989) y Charpak (1996) que constan de focalización, experimentación, contraste y aplicación. Se realizó también una revisión del proceso histórico epistemológico de cómo se llegó a la construcción de esos conceptos, de modo tal que se pudiera orientar la interpretación acerca del cambio conceptual producido en los estudiantes. Luego de la fase de investigación, se concluyó que tuvo una mayor eficacia la metodología ECBI en el cambio conceptual de los conceptos de calor y temperatura. Siguiendo a Tiberghien (1994), los autores fundamentan esta menor eficacia cuando expresa que la ECBI, además de permitir confrontar las ideas previas, lo hace en un proceso en el que los estudiantes son conscientes de ello y permitiendo en gran manera el nivel de modelización y la reformulación de su nivel de teoría, desde una perspectiva científica. También, siguiendo a Tiberghien (1994) dan cuenta de la menor eficacia de la metodología ABP citando como posible causa, la mediación del docente, puesto que inicia con el nivel de teorización del estudiante y pasa a la modelización (explicaciones), sin considerar las ideas previas para luego realizar la experimentación sin generar el choque cognitivo, por lo tanto el joven interpreta los conceptos desde su sentido común y en este tipo de procesos sólo una pequeña minoría sería capaz de realizar el cambio conceptual en la forma supuesta. Si bien la eficacia de la metodología ECBI fue mayor que la de la ABP, en ambos grupos de trabajo hubo un importante porcentaje de alumnos que no logró producir el cambio conceptual con el concepto de calor (30% en ECBI y 60% en ABP).

✓ Barolli, Laburú & Guridi (2010): analizan las posibilidades del laboratorio didáctico, en base al análisis de cerca de cincuenta trabajos publicados, enumerando los aportes que estos han hecho desde el punto de vista de las funciones que el laboratorio tiene en el proceso de enseñanza, los objetivos que persigue y los enfoques con que se realiza. En su trabajo, encontraron una marcada tendencia a realizar las PL, abordándolas desde un enfoque centrado en lo metodológico y que, a partir de 1990 los trabajos se realizaron bajo el enfoque investigativo, tratando de producir conocimientos acerca de lo que ocurre en los laboratorios en cuanto al aprendizaje de los alumnos. La revisión de publicaciones efectuada mostró una gran diferencia entre el volumen de trabajos dedicados al debate teórico sobre el rol del laboratorio y los trabajos que intentan develar cómo los estudiantes razonan y afrontan las vías de resolución de problemas específicos de los trabajos prácticos. Para estos autores, la inversión en investigaciones se ha volcado más a lo que se piensa que son las posibilidades del laboratorio como instrumento de adquisición de conocimiento y menos a conocer la realidad de lo que acontece en el laboratorio en los momentos en que, los estudiantes efectivamente están en contacto con los elementos que lo componen, en lo relativo al ambiente de aprendizaje. Los autores encuentran que, el laboratorio didáctico es un fértil y legítimo ambiente cognitivo, con múltiples posibilidades de investigación, pero muy poco explorado aún, en función de las vicisitudes que allí acontecen. Destacan el hecho de que, el contexto didáctico propio del laboratorio se construye solamente en el momento de realizarlo al poner simultáneamente a interaccionar a todos los factores intervinientes: lo planificado (el “texto del laboratorio”), el profesor y los estudiantes. Entonces, el contexto didáctico se definiría en cada momento de ese trabajo experimental, siguiendo una dinámica propia y activando una red de significados que se construirá en ese espacio, en función de lo que los estudiantes perciban y con los elementos que esa situación particular involucra. Quiere decir

que, para los autores, el laboratorio didáctico se enfoca como una realidad construida dinámicamente, donde los sujetos que la planificación involucra (estudiantes y profesor) se encontrarán en una situación que constantemente los expone a elementos de diferentes naturalezas y no del todo previsibles. En función de esta complejidad, se proponen en este trabajo algunos aspectos a investigar y concluyen que aún pueden profundizarse muchos otros en lo relativo a esta modalidad de enseñanza.

✓ Castiblanco & Vizcaíno (2008): en un trabajo destinado a la enseñanza de la Física en facultades de ingeniería, los autores proponen diferenciar las “prácticas” de las “experiencias de laboratorio”, resaltando que, las segundas son las que el docente debe diseñar pues involucran construcción de conocimientos y formación de pensamientos, sin ser un fin en sí mismas, en tanto que las primeras son sólo un protocolo en el cual el estudiante se limita a responder lo esperado. Resaltan que, en una experiencia, se deben poder evaluar múltiples aspectos, mientras que en una práctica solo se evalúa el informe final de laboratorio, el cual en la mayoría de los casos está dirigido. Los autores sostienen que, el diseñar una experiencia de laboratorio implica revisar los elementos involucrados, de modo que se constituyan en una oportunidad para la construcción de conocimiento y la formación de pensamiento del estudiante, en lugar de ser el fin de la formación. A su vez, consideran que el desafío está en cómo valorar todos estos aspectos para que la calificación de esta experiencia no se limite a la comparación de los informes de laboratorio, sino que realmente contribuya al mejoramiento del estudiante, en lugar de ser un castigo o premio por haberlo correcto o no, de acuerdo a un protocolo. Para estos autores, lo ideal sería trabajar enfrentando al estudiante a situaciones reales, en trabajos interdisciplinarios que permitan construir conocimientos globales. Agregan que, a pesar de los impedimentos que deban sortearse, la experiencia debiera generar preguntas, antes que dar respuestas, darle importancia a las

maneras de proceder, realizar experimentos prácticos y mentales con situaciones reales e ideales, desarrollar la capacidad de organizar las ideas de modo de sea posible la interpretación física a la vez que se comprenda la matematización del fenómeno e impactar los intereses de los alumnos de modo que la experiencia sea significativa. Finalmente, concluyen que el docente es un estudiante permanente aún de aquello que repetidas veces enseña y que, especialmente en el laboratorio es preciso diseñar procesos que lleven cada vez más a la realización de experiencias que hagan que los estudiantes piensen por sí mismos, sintiéndose parte activa en el desarrollo de actividades que tengan significado para ellos y los convierta en estudiantes de por vida.

✓ Crisafulli Trimarchi & Villalba (2013): En este texto se presenta un estudio sobre el escenario, la dotación y la forma de cómo los estudiantes de educación media general realizan las prácticas en los laboratorios de biología, física y química en cuatro escuelas del estado Anzoátegui (Venezuela). Los autores, citan a García & Martínez (2003), quienes afirman que con frecuencia los profesores enfocan los trabajos prácticos de laboratorio hacia una enseñanza tradicional de las ciencias experimentales, siendo más dependientes de las respuestas correctas (que aparecen en los textos o esperadas por el docente), y menos condicionadas a los resultados de la auténtica situación empírica, aspecto que origina en muchos alumnos, una visión distorsionada sobre el enfoque metodológico de las ciencias naturales y termina boicoteando las posibilidades para el desarrollo de las capacidades científicas en los aprendices de secundaria. Concluyen que, los alumnos tienen un pobre entendimiento del propósito de las experiencias y que las más de las veces las horas que debieran dedicarse a realizarlas se reemplazan por ejercicios de papel y lápiz. También hallaron que las pautas seguidas por los alumnos durante las actividades realizadas en los laboratorios, se predeterminan por una guía textual una excesiva intervención del docente,

con ausencia de discusiones y debates sobre lo que los aprendices hacen allí. Este modelo pedagógico para el trabajo práctico en el laboratorio de ciencias, promueve un bajo nivel intelectual, un ínfimo contacto práctico con los instrumentos e insumos, y la ausente cooperación social que demandaría una auténtica tarea experimental. La estructura cerrada bajo la cual se enfocan los trabajos de laboratorio, utilizando una receta o lista de instrucciones provistas por el profesor, resta autonomía de acción a los estudiantes y les niega el acceso a la complejidad de situaciones empíricas reales y propias del proceso de la indagación científica.

✓ Crujeiras Pérez & Jiménez Aleixandre (2015): analizan las posibilidades de realizar PL como actividades abiertas de indagación que pretenden realizar la contextualización del conocimiento teórico relevante al contexto, es decir la transformación de este en decisiones y acciones prácticas. Citan en su trabajo la definición de indagación científica dada en National Research Council (1996:23) donde se afirma que son las diversas formas en las que los científicos estudian el mundo natural y proponen explicaciones basadas en las pruebas derivadas de su trabajo. Para estos autores, siguiendo a Hodson (1990), Van der Valk & De Jong (2009), el alumnado debería participar en el diseño de la investigación en vez de resolver actividades de laboratorio siguiendo indicaciones. Tratando de contribuir al conocimiento de los desafíos que implica la realización de actividades de indagación, realizan un estudio de casos para describir y analizar los procesos de contextualización que los participantes efectúan en las PL. En este estudio, analizan la frecuencia con que se presentan cada una de las cinco categorías de prácticas de contextualización establecidas y también analizan la influencia del tipo de andamiaje que el docente proporciona para guiar a los alumnos en la resolución de la tarea. En sus conclusiones, consideran que en general, en las PL, el alumnado supone que sólo se requieren destrezas procedimentales, e ignoran el

conocimiento conceptual involucrado por lo que creen necesario superar una indagación concebida sobre todo como experimentación, sin conectarla con los modelos teóricos. Agregan que, si bien las actividades abiertas presentan mayores dificultades que las tradicionales, deben identificarse las mismas y apoyar a los profesores creando grupos de trabajo que permitan reflexionar sobre las estrategias necesarias para superarlas.

✓ Cruz Ardila & Espinosa Arroyave (2012): exploran propuestas didácticas que utilizan Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), V de Gowin y PL en la enseñanza de la Física en ingeniería para lograr aprendizajes significativos en cursos básicos. Destacan asimismo la importancia de darle sentido a la práctica experimental desde la contextualización misma del experimento, ligándolo al mundo actual y aprovechando el interés que los elementos tecnológicos despiertan en los estudiantes y el dominio que tienen de ellos. Citando a Gil *et al.* (1999) refieren a la problemática observada desde hace algunos años se en cursos básicos de física, donde el profesor pretende que el estudiante vea con claridad el camino a seguir quitándole la posibilidad de realizar un planteamiento problemático y ocasionando de ese modo que sólo sean capaces de aplicar la solución a situaciones similares sin poder abordar un verdadero problema, donde cualquier pequeña variación les supone dificultades, a veces insalvables. La propuesta de Gil *et al.* (1999), aquí citada se orienta a trabajar conjuntamente las prácticas de laboratorio, los problemas de lápiz y papel y el aprendizaje conceptual. También analizan la propuesta de Ubaque Brito (2009) donde se plantea la importancia de fortalecer el lenguaje en la Física y se propone trabajar sobre 5 elementos básicos, derivados del constructivismo: el uso de las preconcepciones, realizar actividades introductorias, dar a conocer el fundamento teórico, el trabajo experimental y las actividades de cierre. Luego se introducen en el análisis de la incidencia de las TIC en la enseñanza de la Física y el uso de las V de Gowin para concluir que se está

produciendo un avance desde el modelo conductista hacia el constructivista con gran participación de los estudiantes en la construcción de sus conocimientos. También concluyen en que es importante darle sentido a la práctica experimental desde la contextualización misma del experimento para vincularlo con el mundo actual. Encuentran pertinentes el uso de las V de Gowin, complementadas con los mapas conceptuales para permitir organizar la información. Agregan, finalmente que una buena estrategia didáctica supone una adecuada estrategia de evaluación que construya y retroalimente el modelo en forma permanente, llevando a procesos reales de transformación.

✓ Fernández Arroyo (2015): en su trabajo final de Master, el autor realiza un análisis de la situación de la enseñanza de las ciencias en la Educación Secundaria Obligatoria de España (ESO) y plantea una propuesta de intervención educativa para el 4º año de ese nivel (pero ampliable a otros años) centrada en PL y destinada a mejorar la motivación y el aprendizaje significativo en los alumnos. Comienza analizando algunas causas del desinterés de los alumnos por las ciencias y sostiene que las PL son el tema que interesaría mayoritariamente a los alumnos por lo que debiera ser un recurso educativo muy utilizado, aunque la realidad está muy alejada de esto. Proponen una intervención didáctica que considere los siguientes puntos: programar y planificar con anterioridad, detectar las necesidades formativas concretas de los alumnos, implicar a los alumnos desde el inicio, realizar conexiones a situaciones cotidianas y producir la posterior reflexión con sus conclusiones. Concluyen que, si se desean desarrollar buenas PL, deben considerarse los ítems anteriores y así se conseguirá lograr la motivación y el aprendizaje significativo de los alumnos.

✓ Flores, Caballero Sahelices & Moreira (2009): lo que estos autores hicieron es una minuciosa revisión documental de la forma en que las PL de química se desarrollaron hasta

ese momento, guiados por algunas preguntas claves que les permiten concluir que debe haber un cambio en las prácticas docentes para aprovechar mejor al laboratorio como una buena oportunidad de integrar aspectos conceptuales, procedimentales y epistemológicos. Así, a través de métodos que impliquen resolver problemas, involucrándose con los procesos de la ciencia se producirá el aprendizaje de los estudiantes con una visión constructivista. Para cambiar la práctica docente en el laboratorio deben producirse esfuerzos orientados a nuevas experiencias, ajustando tiempos, recursos, contenidos didácticos y actitudes para darle al laboratorio el lugar que debe tener en el aprendizaje de las ciencias. Por último, consideran que, el diagrama en V de Gowin, es una alternativa para abordar el trabajo de laboratorio de manera heurística, integral y holística, y una oportunidad para investigar sobre su potencial didáctico en el aprendizaje significativo,

✓ García Carmona (2012): describe el potencial que tienen las actividades prácticas experimentales, realizadas como investigaciones científicas escolares (ejemplificando con un caso de actividad experimental sobre la conducción térmica de los cuerpos, diseñado para el segundo curso de la ESO en España, para integrar contenidos de Naturaleza de las Ciencias en la enseñanza básica. En este trabajo, concluyen que la integración de las PL no será efectiva realizando actividades puntuales, ni de un mismo tipo sino a través de una continuidad progresiva en un curso y una etapa escolar, combinando además diferentes actividades y contextos. Para los autores, las nociones de Naturaleza de las ciencias se aprenderán si los estudiantes logran argumentar reflexivamente en cuestiones de ciencias, sin esperar respuestas correctas o incorrectas sino posicionamientos similares a los encontrados en la construcción del conocimiento científico y sus circunstancias. Para ello proponen iniciar a los estudiantes en experiencias de investigación con fenómenos familiares acontecidos en su cotidianeidad.

✓ Golombek (2008): en el marco del IV Foro Latinoamericano de Educación desarrolla en este trabajo aspectos relacionados a la idea central del texto que es que “la única forma de aprender ciencia es haciendo ciencia” y que para que esto se cumpla, no pueden faltar los experimentos e incluso citando recomendaciones ministeriales para la educación primaria y secundaria los incluyan. Su documento constituye una visión de la enseñanza de las ciencias desde la mirada de un científico profesional. En su trabajo, Golombek (2008) plantea la necesidad de mantener el interés de los estudiantes y considera que la existencia de un curriculum secuencial y extenso no les permite ejercitar la curiosidad por lo que la tarea docente quizás deba consistir en efectuar un adecuado recorte programático que permita un recorrido científico, con discusiones abiertas y un enfoque experimental que satisfaga los interrogantes inesperados que vayan surgiendo al avanzar. En el caso de las ciencias naturales, la enseñanza tiene para este autor, como única alternativa, el valerse extensivamente del laboratorio y la resolución de problemas, aunque reconoce que la presión de cumplir con los programas termina haciendo que predomine el dictado de clases magistrales. Como su trabajo postula, se aprende ciencia al hacer ciencia y en este trabajo va citando y criticando distintos enfoques como el lúdico y el de aprendizaje por descubrimiento, para llegar al aprendizaje por indagación. Es decir, Golombek (2008) ve al aula como un lugar que, a partir de una observación o situación planteada por el docente, el aula se convierte en un laboratorio y los alumnos son actores activos de su aprendizaje con el docente orientando la indagación de modo que se cumplan los objetivos propuestos. El autor concluye su trabajo pensando las finalidades posibles que la enseñanza de las ciencias puede tener, cada una de las cuales con sus propios objetivos y que a grandes rasgos pueden dividirse en dos grupos: enseñar ciencias para algo concreto o bien como una finalidad en sí misma (alfabetización científica). Considera que, el enfoque alfabetizador es más inclusivo

que el propedéutico, incluyendo además a futuros aprendices de científicos, sin agotarse en la escuela, sino que abarca la educación no formal, la educación continua y los modos de comunicación pública de la ciencia. De lo que sí está seguro el autor es de la imperiosa necesidad de comenzar a hacer ciencias en las aulas para lo cual deben invertirse recursos en su enseñanza, en vistas a un mejor futuro.

✓ López Rúa & Tamayo Alzate (2012): los autores caracterizan a las PL de Química y Biología para un programa de licenciatura. Comienzan por considerar que la actividad experimental es uno de los aspectos clave en el proceso de enseñanza y aprendizaje de las ciencias ya que aportan tanto a la fundamentación teórica en los estudiantes, como al desarrollo de ciertas habilidades y destrezas, así como al desarrollo de habilidades del pensamiento de los estudiantes y de concepción de ciencia derivada del tipo y finalidad de las actividades prácticas propuestas. Destacan el hecho de que las PL permiten que los estudiantes puedan comprender cómo se construye el conocimiento dentro de una comunidad científica y cómo trabajan los científicos llegando a establecer acuerdos y desacuerdos, qué valores mueven la ciencia y cómo se relaciona esta con la sociedad. Citan a Hodson (1994) cuando afirma que las PL hacen que los estudiantes entiendan que es posible acceder a la ciencia y que, esta no es infalible, además de estar sujeta a intereses de distinta índole. También citan a Osorio (2004), expresando que las PL permiten que los estudiantes confronten sus saberes con la realidad, poniendo en juego sus conocimientos previos y verificándolos. Concluyen que, si bien la actividad experimental es clave en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias, la mayoría de las que se realizan continúan siendo del tipo “receta” y que además se está transmitiendo una idea distorsionada de las ciencias al pretender que las PL son el único medio para validar conocimientos. Consideran a las PL

como un instrumento capaz de promover los objetivos conceptuales, procedimentales y actitudinales.

✓ Martín Díaz (2013): esta autora describe estrategias para impulsar a los alumnos de la educación secundaria obligatoria a “que hablen ciencia”. Encuentra frecuentemente que las actividades o exámenes de ciencias suelen tener respuestas magras y poco explicativas, a contraposición de lo que se postula como necesidad: que para aprender ciencia es necesario escribir y hablar ciencia. Esto se halla condicionado por la dificultad de los propios contenidos y las formas en que se establecen las relaciones en el aula entre profesor y alumnos. En este trabajo, recomienda algunas estrategias que permitan a los alumnos expresarse elaborando patrones temáticos. En cuanto a la indagación experimental, la recomienda dado que cuestiones como la formulación de hipótesis, el diseño experimental y la expresión de los resultados requieren que los alumnos hablen ciencia y contribuyen a consolidar esta competencia. Concluye su trabajo reflexionando acerca de que no se requieren grandes cambios metodológicos para permitir a los alumnos hablar de ciencias, sino más bien cambios graduales de actitudes o de enfoques.

✓ Suárez Salinas (2016): se plantea en este trabajo, una propuesta didáctica para la enseñanza de los conceptos de Calor y Temperatura, implementada con un grupo de 23 estudiantes de educación media en el Nuevo Instituto San Miguel de Bogotá. El autor emprende esta investigación ante la observación de que la enseñanza de la física no tiene la debida trascendencia en la vida cotidiana de los estudiantes, sino que se limita al aula de clase donde se produce un desarrollo repetitivo de ejercicios, problemas y definiciones que no alcanzan para motivar su curiosidad. Plantea como posible solución a estos problemas educativos el lograr involucrar a los estudiantes en la realización de experimentos contra-intuitivos, que desafíen sus ideas previas, así como el realizar demostraciones que integren

los conceptos con las experiencias cotidianas. La finalidad de su propuesta didáctica es lograr que los estudiantes puedan desarrollar claridad conceptual en relación a los términos Calor y Temperatura, depurando errores conceptuales adquiridos en su entorno social o en el ámbito académico, mediante el desarrollo de actividades que fomenten la participación, reflexión continua, diálogo, debate y colaboración en el desarrollo y construcción de conocimientos. Plantea una estrategia de aprendizaje activo que busca producir un auto cuestionamiento en los estudiantes para explicar un fenómeno observado, en simultáneo al desarrollo individual de tareas de investigación y trabajo experimental extra clase. También utiliza como recurso la clase magistral y demostrativa por parte del docente, con la intención de que los estudiantes puedan articular la observación, la argumentación y deducción, para llevar a cabo la formalización y generalización de conceptos. También, hace uso de las TIC con el fin de que, de manera autónoma y recreativa, los estudiantes puedan complementar los conocimientos formados. En sus conclusiones, el autor expresa que el trabajo colaborativo entre estudiantes favoreció la exposición y discusión de puntos de vista entre ellos, incrementando su motivación y curiosidad, además de fortalecer su capacidad argumentativa. Los estudiantes expresaron también que los experimentos extra-clase resultaron llamativos y aclaratorios de las ideas propias. El impacto de la propuesta fue medido con preguntas abiertas realizadas antes y después de trabajo en la secuencia, y mostró mejoras que permiten respaldar la propuesta desarrollada.

✓ Tenreiro Vieira & Marques Vieira (2006): Los autores trabajaron en un proyecto destinado a dinamizar la utilización de actividades de laboratorio a los fines de promover el pensamiento crítico de los alumnos. Comienzan analizando los diferentes tipos de actividades de laboratorio que pueden desarrollarse y los propósitos particulares que persiguen. De acuerdo a ello, aceptan seis tipos de actividades de laboratorio: ejercicios, actividades

orientadas para lograr familiarización con fenómenos, actividades ilustrativas, actividades orientadas para comprobar qué sucede, actividades del tipo Predecir-Observar-Explicar-Reflexionar y, finalmente, investigaciones. A partir de esta clasificación, consideran que las que más se justifican, en pos de promover habilidades de pensamiento crítico son las dos últimas. Para estos autores, el formato investigativo, coloca a los alumnos delante de problemas o situaciones problema, desprovistas de protocolos preestablecidos y les exige proponer estrategias posibles de resolución; la explicitación de los procedimientos a usar, del tipo de datos a recoger y la forma en la que los va a registrar; la ejecución de los procedimientos de investigación identificados; la interpretación de los datos recogidos, el contraste de los datos obtenidos con la situación-problema de partida, con vista a la toma de decisiones sobre las respuestas adecuadas; y la discusión de la validez de las respuestas. De esta forma, crea oportunidades para que los alumnos usen capacidades de pensamiento tales como: formular preguntas, formular hipótesis explicativas, probar esas explicaciones, considerar explicaciones alternativas y comunicar resultados. Debido a la propia naturaleza del trabajo de laboratorio de tipo investigativo, es evidente que este formato crea oportunidades para que los alumnos usen capacidades de pensamiento a medida que interactúan con conocimientos y metodologías científicas. Aluden a que los avances en la conceptualización del aprendizaje, siguiendo la perspectiva socio-constructivista, junto al reconocimiento de la nueva filosofía de la ciencia y el propósito de promover las capacidades de pensamiento de los alumnos, conducen a la necesidad de centrar el trabajo experimental preferentemente en los alumnos y de considerar formatos diversos, entre ellos los de tipo investigativo. En su experiencia en esta investigación, los alumnos fueron mostrando progresivamente una notable mejora de los varios aspectos trabajados. A su vez, los profesores involucrados mostraron satisfacción personal y sentimiento de confianza en

cuanto a la potencialidad del trabajo de laboratorio para desarrollar capacidades de pensamiento y conocimiento científicos en los alumnos. El grupo de investigación/formación involucró a dos investigadores y cinco profesores de ciencias de enseñanza básica (1º, 2º y 3º ciclos — 1º hasta 9º año de escolaridad).

✓ Vanegas Mayorga (2015): el propósito de su trabajo es presentar una estrategia de enseñanza con énfasis en la construcción de los conceptos de Calor, Temperatura y Conservación de la Energía, asociados a la física térmica partiendo de los principios físicos del funcionamiento de un colector solar, de modo que el estudiante pueda relacionar los conceptos que intervienen en una aplicación y le permita construir mejores modelos explicativos, estructurando un cambio en las preconcepciones acerca de los conceptos de la Física. Esta propuesta se implementó como estrategia piloto con estudiantes de grado décimo del colegio Rochester, de Chía (Colombia) y se evaluó con pruebas de selección múltiple, diseñadas para tal fin y se aplicaron siguiendo la metodología planteada por Cohen & Manion (1990). La intención de este trabajo fue la de permitir un acercamiento a la Física, para que la misma adquiriera sentido y se perciba útil, de modo que los estudiantes logren comprender y aplicar conceptos en la solución de situaciones problemáticas. En este estudio, se realizó una comparación de estrategias de aprendizaje, trabajando con tres cursos de grado décimo, los cuales se dividieron en dos grupos. En un grupo se implementó la propuesta didáctica aplicándose las 6 fases diseñadas (observación, análisis e indagación, conversatorio, actividades de profundización, evaluación, retroalimentación y procesamiento), trabajando sobre un colector solar. En el segundo grupo se desarrollaron los temas de calor, cambios de temperatura e ideas sobre conservación de energía utilizando la secuencia presentada en los textos. Al comparar resultados se encontró que la propuesta implementada tenía una mejora de alrededor del 25% en las respuestas correctas, respecto de la secuencia tradicional,

utilizada como testigo. No obstante, se encontró que, a través del trabajo con el colector solar, todavía un 18% de los estudiantes seguían sin comprender los conceptos y que mediante los informes de laboratorio un 69% de los estudiantes lograron identificar conceptos que normalmente causan confusión en ellos. El trabajo también concluye que se produjo una mejora en la motivación y participación activa, consolidando la comprensión.

✓ Zarza (2014): el autor desarrolló una I-A como Tesis de Maestría, en la cual se plantea la factibilidad de implementar PL bajo el Enfoque Epistemológico (utilizando la V de Gowin). El trabajo se desarrolló en clases de Física en la Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales de la Universidad Nacional de Misiones. Luego de trabajar con distintos grupos y experiencias, concluyó que es perfectamente posible implementar trabajos de laboratorio con elaboración de guías alternativas y aplicación de nuevas herramientas didácticas, siendo bien valorado tanto por los estudiantes como por el docente. No obstante, surgen nuevos interrogantes a partir de esta I-A que abren el camino a nuevas investigaciones.

2.3 Metodología utilizada: Investigación-Acción

Se adoptó como metodología de investigación a la I-A, en primer lugar, por considerarla accesible al docente en su tarea cotidiana. Se la abordó desde la perspectiva constructivista y desde el enfoque socio-crítico, es decir, aquel que sostiene la posibilidad de la emancipación mediante el currículo, el diálogo democrático y el debate. Justamente, el enfoque socio-crítico, reconoce a la I-A como una de las formas básicas de investigación, por proponer una visión activa del sujeto dentro de la sociedad. Como sostienen Carr y Kemmis (1988), la teoría social crítica surge de analizar la vida cotidiana y sus problemas, tratando de encontrarles solución.

Respecto del alcance de los aportes que pudieran surgir de esta I-A, debe decirse que este tipo de investigaciones no pretende ser extrapolable a todos los contextos y es una “debilidad” propia de esta metodología ya que, según expresiones de García Carmona (2009), a diferencia de una investigación científica que busca generalizaciones amplias, universales y libres de contexto, en la I-A se consiguen generalizaciones reducidas, situacionales y vinculadas a un contexto, en este caso la institución. Para García Carmona (2009), esto no significa que los resultados no sean útiles en otras situaciones, aun cuando las observaciones efectuadas no sean sistemáticas. Entonces, muchos resultados y aportes pueden ser similares en contextos similares. Podemos agregar palabras de Elliott (1991), cuando concluye que la esencia de una I-A no es tanto la generación de conocimiento sino el hecho de cuestionar las prácticas educativas, y los valores que las integran, con la intención de explicitarlos.

La práctica didáctica en el marco de una I-A no se justifica, entonces, para García Carmona (2009), por conseguir resultados determinados y homogéneos observables a corto plazo en el aula, sino en la medida en que facilita y promueve un proceso de trabajo e intercambios, tanto en el aula como en el centro educativo donde se realiza.

El objetivo fundamental de la I-A no está dirigido a generar conocimientos sino a mejorar las prácticas. La enseñanza actúa como proceso mediador en el acceso de los alumnos al curriculum, y la calidad de este proceso es significativo para la calidad del aprendizaje. Al considerar las prácticas como traducción de valores en formas concretas de acción, su mejora supone necesariamente un proceso de reflexión continua por parte de los educadores; pues la adecuada traducción de valores debe estar relacionada al contexto y es, en última instancia, cuestión de juicio personal y, por ende, discutible y reinterpretable continuamente (Elliott, 1991).

En un trabajo donde se analizan problemas relativos al cambio de actuación de los profesores, se destaca la importancia de que estén abiertos a la autorreflexión (Elliott, 1991): proceso intersubjetivo cuya finalidad es la superación de los mecanismos de enmascaramiento que cada uno de los sujetos tiene respecto a su realidad. Así, un profesor crítico sería aquel que es capaz de analizar los mecanismos defensivos y de autoengaño respecto a las situaciones de dominio que configuran su pensamiento y su realidad, tomando conciencia reflexiva de ellos para así poder superarlos

Elliot (1991) propone una versión revisada de un modelo base (figura 1), implementado por Kurt Lewin e interpretado por Kemmis (1980, citado en Elliot, 1991), el cual refleja en modo esquemático la forma de operar de la I-A. Este modelo es el que se tomó como punto de partida del presente trabajo y al momento de su implementación se efectuaron las adecuaciones pertinentes al ámbito de realización y características del entorno. En principio, dados los plazos estipulados para esta tesis, se prevé que la I-A abarque solamente el primer ciclo descrito en la figura 1, así como las conclusiones respecto del mismo.

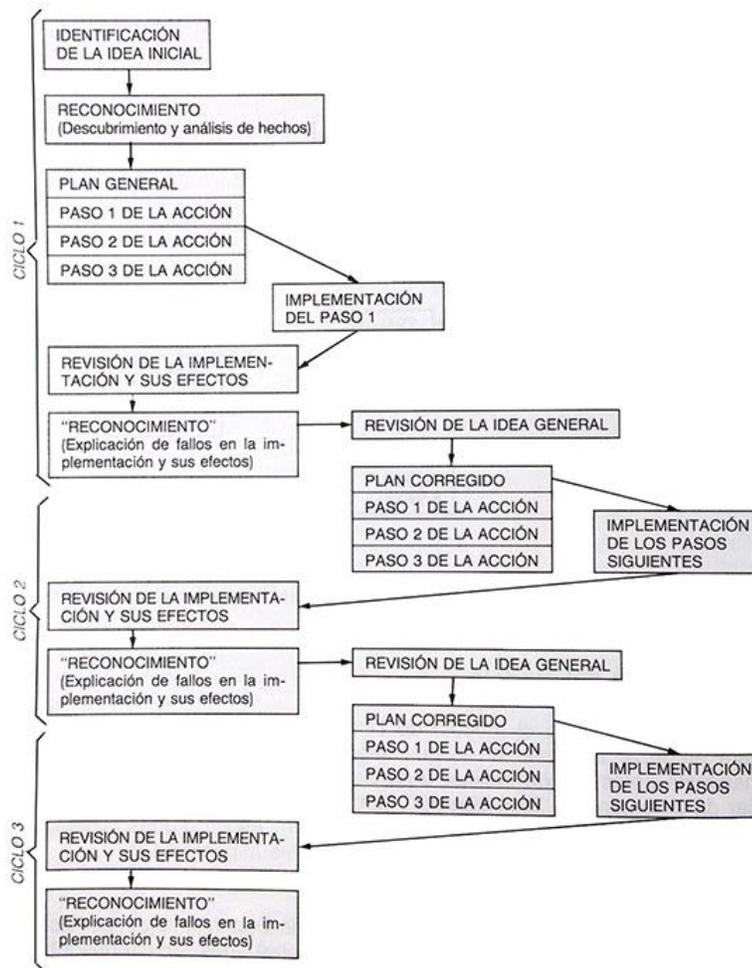


Figura 2: Modelo base de I-A de Kurt Lewin, interpretado por Kemmis. Extraído de: Kemmis (1980). Fuente: Elliot (1991).

Compartiendo el punto de vista de Latorre (2005), la comunidad educativa tiene derecho a implicarse en la búsqueda de una mejor educación y el deber de involucrarse en dicha búsqueda para lograr transformar la sociedad. Ya que esta investigación se realiza en los centros educativos y para los centros educativos, es una excelente herramienta para mejorar la calidad institucional.

Kemmis y Mc Taggart (1988, citados en Latorre, 2005) caracterizan a la I-A como una actividad introspectiva en espiral, con ciclos de planificación, acción, observación y

reflexión. En estos ciclos, se trabaja colaborativamente, creando comunidades de personas autocríticas, aprendiendo sistemáticamente, sometiendo a prueba las prácticas y suposiciones y registrando en forma personal las reflexiones, de modo de ir avanzando a sucesivos ciclos cada vez de mayor complejidad e involucrando más personas.

Aunque esta I-A, no involucró a todas las asignaturas del área Ciencias Naturales, previamente a su implementación, se invitó a todos los colegas docentes del área a participar con críticas y sugerencias. Los resultados finales de este primer ciclo, una vez completado, se someterán a debate abierto y se espera que genere motivación en los docentes y los predisponga a realizar innovaciones en sus propias prácticas.

2.4 Cronograma de la Investigación-Acción

En esta I-A, se implementó un primer ciclo de la misma y las etapas siguieron el siguiente cronograma:

2.4.1 Marzo 2017: Identificación de la idea inicial.

2.4.2 Mayo de 2017: Reconocimiento del problema.

2.4.3 Agosto de 2017: Planteo de hipótesis de trabajo.

2.4.4 Febrero de 2018: Diseño del plan de trabajo.

2.4.5 Abril de 2018: Implementación de una secuencia didáctica simplificada.

2.4.6 Diciembre de 2018: realización de las encuestas a docentes del Departamento de Física de la Institución.

2.4.7 Marzo de 2019: Presentación del proyecto a los alumnos destinatarios y realización de las encuestas iniciales por parte de los mismos.

2.4.8 Marzo a agosto de 2019: Implementación en el aula de la Secuencia Didáctica.

La misma siguió las pautas establecidas para el diseño didáctico analizado y reflexionado en el punto 2.4.4, las cuales son:

2.4.8.1 Planteo del tema Calor y Temperatura. Formación de grupos.

2.4.8.2 Indagación de conocimientos previos. Trabajo con documentos guía sobre Mapas Conceptuales y sobre ideas previas acerca del tema Calor y Temperatura. Elaboración grupal de los Mapas conceptuales iniciales.

2.4.8.3 Búsqueda bibliográfica y posterior debate acerca de los conceptos Calor y Temperatura. Clases expositivas del profesor, complementarias en torno a los conceptos y análisis de la ecuación de calorimetría.

2.4.8.4 Resolución de problemas abiertos.

2.4.8.5 Elaboración grupal del segundo Mapa conceptual. Evaluación del progreso en la comprensión y elaboración de los mismos.

2.4.8.6 Diseño de experiencias de Laboratorios por parte de alumnos. Trabajo con el documento guía para Laboratorio Experimental. Correcciones. Debate entre grupos. Realización de las PL, con puesta en práctica de los diseños experimentales realizados por los alumnos. Discusión de los resultados experimentales, revisión y modificación de los diseños, debate, autoevaluación y conclusiones.

2.4.8.7 Agosto de 2019: realización de encuestas de opinión finales a los alumnos participantes.

2.4.8.8 Setiembre a diciembre de 2019: análisis de resultados de la implementación de la nueva secuencia didáctica.

2.4.8.9 Diciembre de 2019: elaboración de conclusiones de la I-A y planteo de una propuesta de mejoras para el siguiente ciclo.

2.5 Instrumentos utilizados en la Investigación-Acción

- **Encuestas previas a los docentes del departamento de Física:** las mismas se realizaron mediante la herramienta Google forms ya que permitió que cada docente la pudiera completar de acuerdo a su disponibilidad de tiempo. El programa recopila las respuestas y procesa sus resultados; y en algunos incisos, la encuesta permitía agregar comentarios escritos.

- **Encuestas a los alumnos del quinto año de la orientación Ciencias Naturales:** estas fueron preparadas en formato papel, de modo de preservar el anonimato de los alumnos. También permitía agregar comentarios escritos en algún apartado.

- **Mapas conceptuales elaborados por los alumnos al iniciar y finalizar la unidad didáctica:** los mapas se realizaron grupalmente, en papel durante la clase. Luego se permitió un espacio de trabajo en una de las aulas de informática de modo que pudieran pasarlo y/o modificarlo con el programa Cmaptools (previamente instalados). Los alumnos recibieron indicaciones para instalarlos también en sus casas, para poder revisar lo trabajado en clases. Los mapas se evaluaron en forma continua, realizando observaciones y permitiendo que se reelaboren con énfasis en el hecho de que un mapa conceptual nunca se considera terminado (esto, especialmente en el caso de los mapas finales). Los mapas conceptuales se evaluaron en la primera instancia, para constatar cómo se ajustaban a los criterios de construcción analizados con los alumnos siguiendo el Documento guía para Mapas Conceptuales, es decir siguiendo las recomendaciones principales de Novak & Cañas (2006), valorando cualitativamente cuatro indicadores principales: las proposiciones (conceptos-palabras de enlace), la jerarquización (más generales incluyen a más específicos), las relaciones cruzadas entre conceptos de diferentes partes y los ejemplos.

- **Lista de cotejo de para evaluar mapas conceptuales:** la misma se elaboró a partir de las indicaciones que contenía el Documento Guía para Mapas Conceptuales (anexo 2) por considerarse que los mapas elaborados debían evaluarse solamente con los parámetros que el documento señalaba. Se estableció, además, una escala puntajes asignando valores entre 0 y 4 (0-no logrado; 1-escasamente logrado; 2-aceptable; 3-logrado satisfactoriamente; 4-completamente logrado). La escala de puntajes se aplicó luego a cada uno de los ítems asignando valoraciones de acuerdo a si se consideraba completamente cumplido el requerimiento (puntaje 4) o no lo hacía en absoluto (puntaje 0), con valoraciones intermedias en distinto grado.

- **Informes grupales finales del trabajo experimental:** en estos informes, los alumnos presentan la evolución de sus diseños experimentales, lo registrado en las PL, los rediseños y las conclusiones finales. Los mismos se evaluaron en proceso, de acuerdo al trabajo desarrollado y no por la corrección de los diseños. Las dimensiones que se tuvieron en consideración, al analizar este material fueron: la comprensión (Indicadores: reconocimiento de las variables involucradas- interpretación de resultados), la planificación (Indicadores: disponibilidad de materiales y reactivos el día de práctica), la participación (Indicadores: participan todos los integrantes o no en la propuesta de ideas y en el trabajo en laboratorio), la comunicación (Indicadores: expresan claramente sus ideas con lenguaje correcto- representan correctamente los registros obtenidos en tablas y gráficas) y la seguridad (Indicadores: utilizan materiales con cuidado- utilizan reactivos no peligrosos- trabajan ordenadamente).

- **Cuaderno de anotaciones de campo del profesor:** En cuaderno de campo se registraron algunas observaciones puntuales tanto de los supuestos que los grupos iban planteando en el trabajo áulico, como de la forma en que trabajaron en las PL y algunos

interrogantes que planteaban. En este instrumento, no se establecieron dimensiones ni indicadores. Debe señalarse que, en función de que la observación no provocara reactividad en los alumnos y alterara su comportamiento, solamente se tomaron algunos registros cualitativos que complementarían la interpretación de los recorridos grupales en el diseño experimental y su puesta en práctica. Las características de las clases, el número de alumnos y las restricciones en cuanto a la presencia de personas ajenas a la clase, condicionaron la cantidad de datos que podían recogerse. En esta situación, se adoptó una postura de observador participante, donde el grupo obviamente tenía conciencia de esta observación y el rol del observador estaba centrado en eso, más que en participar. En este sentido, las intervenciones fueron siempre cuidando de no direccionar la acción y tratando de no hacer notar que se estaba registrando información.

CAPÍTULO III

DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN-ACCIÓN

3.1 Marzo 2017: Identificación de la idea inicial.

A comienzos del año 2017, en una reunión de profesores del área Ciencias Naturales del I.S.B.R, surgió la idea de realizar algún tipo de investigación que produjera aportes que mejoraran el proceso de enseñanza aprendizaje en las clases de Física del instituto.

3.2 Mayo de 2017: Reconocimiento del problema.

En una reunión de profesores se detectó un área de conocimiento problemática en el tema Calor y temperatura, donde año tras año se observan dificultades en el aprendizaje de los alumnos. También se observó la falta de motivación de estos hacia la Física y la escasa cantidad de PL.

3.3 Agosto de 2017: Planteo de hipótesis de trabajo.

Luego de discutir alternativas, en reuniones de departamento, se planteó como hipótesis la puesta a prueba de una secuencia didáctica que se constituyera como superadora de la problemática.

3.4 Febrero de 2018: Diseño del plan de trabajo y presentación de la I-A a directivos y al conjunto de docentes del departamento de Física.

3.4.1 Diseño del plan de trabajo.

En una reunión de profesores del área Ciencias Naturales, se realizó el diseño del plan de trabajo. Dicho plan comprendía los siguientes pasos:

3.4.1.1 Presentación de la I-A directivos y al conjunto de docentes del departamento de Física.

3.4.1.2 Invitación a aportar sugerencias y colaborar.

3.4.1.3 Encuestas de opinión a los docentes de Física de la institución.

3.4.1.4 Presentación del proyecto a los alumnos destinatarios.

3.4.1.5 Encuestas de opinión iniciales a los alumnos de 5° año de la especialidad Ciencias Naturales.

3.4.1.6 Implementación del diseño didáctico.

3.4.2 Presentación de la Investigación-Acción a directivos y docentes de Física.

Siguiendo el cronograma expuesto más arriba, en febrero de 2018, se comenzó por presentar el proyecto en primer lugar, a la directora de nivel secundario del I.S.B.R, Licenciada Cecilia Bazanella con motivo de solicitar su aprobación para poner en marcha la I-A en el ciclo lectivo 2019. Una vez obtenida la aprobación, por parte de los directivos se procedió a realizar la presentación formal del proyecto al resto de los docentes, en especial a los colegas del área Ciencias Naturales de la institución, aprovechando la ocasión de estar reunidos en el habitual taller docente de iniciación de ciclo lectivo (febrero de 2018). En esta misma ocasión se invitó a los docentes, en especial a los de Física, a aportar sugerencias y colaborar. También se les comunicó la necesidad de que respondieran la encuesta que oportunamente se les haría llegar. Debe destacarse que, además de otorgar la aprobación, la directora se mostró interesada por el proyecto y ofreció su total colaboración; al igual que profesores del Departamento de Educación y del Área de Ciencias Naturales.

3.5 Abril de 2018: Implementación de una secuencia didáctica simplificada.

Esta experiencia, desarrollada antes en detalle en la página 14, permitió obtener algunas importantes conclusiones respecto de uno de los ejes de trabajo de la propuesta didáctica analizada en esta I-A. Si bien no se desarrolló con todos los elementos, mostró la importancia de un adecuado diagnóstico de ideas previas.

3.6 Diciembre de 2018: Encuestas de opinión a los docentes de Física de la institución.

Por cuestiones operativas, se decidió realizar primeramente la encuesta de opinión a docentes del área, antes de finalizar el ciclo lectivo 2018. La invitación a completar la encuesta se realizó en forma verbal, en un taller de profesores del área y luego se enviaron los enlaces por mail, de modo que cada docente podía acceder a realizarla en el momento que dispusiera. Si bien la encuesta fue primero diseñada en formato papel, luego se decidió concretarla en forma digital por motivos operativos. Es así que bajo la modalidad disponible en “formularios de google” se formalizaron las mismas preguntas iniciales y la solicitud se hizo llegar a los 9 docentes que tienen a su cargo horas de Física en la institución. La encuesta fue respondida por 8 de los docentes, quienes mostraron interés en colaborar, por lo que no hubo mayores inconvenientes. Solamente debe señalarse que, la excepción se dio con un único docente que nunca respondió la encuesta, a pesar de los recordatorios en más de una ocasión. Una vez que los docentes accedieron a la encuesta y la completaron, el mismo programa recopila y presentó la información, mediante distintos tipos de gráficos.

Las preguntas que la encuesta contenía pueden visualizarse en el Anexo 1. El análisis de lo que se obtuvo a partir de las respuestas brindadas por los docentes se realizará a continuación.

3.6.1 Análisis de las respuestas a la encuesta de los docentes

En cuanto a las PL, la encuesta reveló que un 87,5 % de los docentes de Física de la institución pensaron que es factible aumentar el número de PL. Actualmente la institución ha impulsado un programa de aprendizaje de las ciencias en el nivel primario que incluye una sustancial carga de PL. Es probable que, estos alumnos, al haber trabajado de ese modo, demanden continuar con esa modalidad al transitar la escuela secundaria y eso sea un factor adicional que impulse a los docentes a replantear sus estrategias de enseñanza.

Además, las encuestas revelan que un 75 % de los docentes realizan PL donde los alumnos siguen una guía: un 50% realizan pequeñas experiencias informales en el aula y un 37,5% realizan experiencias en el laboratorio diseñadas por los alumnos. Un docente respondió que no realiza PL habitualmente. Debe aclararse aquí que, la pregunta acerca del tipo de prácticas realizadas permitía escoger más de una opción (de allí que la suma de porcentajes exceda el 100 %). Claro está que, tanto las experiencias llevadas a cabo siguiendo una guía, como aquellas informales en el aula, pueden tener aspectos positivos, pero, la experiencia aquí desarrollada, mostró que los alumnos se mostraron mucho más motivados al ser ellos quienes diseñen sus experimentos y la forma en que mayoritariamente se involucraron en el trabajo así lo reafirmó.

Respecto de la utilización de mapas conceptuales, un 62,5 % de los docentes respondieron que son utilizados en sus clases. Ninguno de ellos mencionó conocer o utilizar las V de Gowin como herramienta epistemológica. En cuanto a la I-A, un 62,5 % manifestó

tener conocimiento de su existencia, sin embargo, hasta la fecha no existen en la institución otras investigaciones que se hayan valido de esta metodología. No obstante, se espera que esta situación cambie dado que el equipo directivo ha manifestado sumo interés en implementar pequeños proyectos internos de I-A.

A modo de resumen puede decirse que los docentes de la institución, en términos generales, valoran positivamente a las PL, aunque no las consideran indispensables e incluso un docente opinó que no tienen incidencia en el proceso de enseñanza aprendizaje. Claro está que, incluso en algunos materiales publicados, no existe un consenso acerca de si las PL aportan o no algo sustantivo a la enseñanza de la Física (N´Tombela, 1998 citado en Seré, 2002). Podrían también indagarse las causas acerca de por qué las PL no se consideran primordiales, a la hora de planificar la enseñanza de la Física y, seguramente se encontrarían algunos argumentos de mayor o menor validez. En esta I-A, sin embargo, se parte de la premisa de que las PL tienen un impacto positivo en varios aspectos del proceso de enseñanza y es por ello que la secuencia didáctica implementada las incluye de manera relevante.

Aunque los docentes realicen una cuidadosa selección y priorización de contenidos, existe luego en la puesta en práctica cierta tendencia a ser minucioso y terminar incluyendo demasiados puntos cayendo en una suerte de “enciclopedismo” que restringe críticamente los tiempos disponibles y hace que las PL pasen a un segundo plano o sean directamente dejadas de lado en la mayoría de las unidades temáticas.

También es cierto que los cursos numerosos, como señaló un docente en las encuestas, presentan desafíos adicionales en la implementación de PL, si se pretende que los alumnos realmente sean partícipes y no meros espectadores de prácticas demostrativas como muchas veces termina ocurriendo. En este sentido, la presente I-A se constituyó en una forma

efectiva de sortear la dificultad del número dado que la mayoría del equipamiento requerido era simple o bien provisto por los alumnos.

De acuerdo a lo conversado en reuniones de área posteriores a la realización de las encuestas, es altamente posible implementar pequeños proyectos internos de mejora por asignatura, bajo la modalidad I-A, para posterior discusión y revisión con directivos.

3.7 Marzo de 2019: Presentación de la I-A a los alumnos destinatarios y realización de las encuestas iniciales por parte de los mismos.

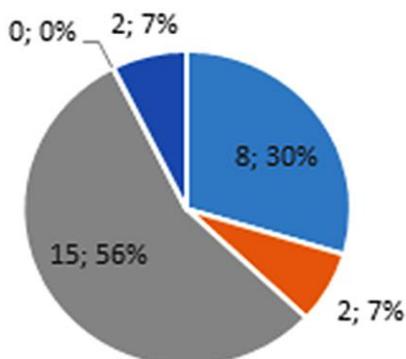
3.7.1 Presentación de la I-A a los alumnos destinatarios.

Al comenzar el ciclo lectivo 2019, en el primer día de clases se presentó la I-A a los alumnos del 5° año de la especialidad Ciencias Naturales, quienes serían los sujetos destinatarios de la investigación. Se les explicó además la secuencia didáctica, con que ellos trabajarían la primera unidad temática del programa, en el tema Calor y temperatura.

3.7.2 Encuestas de opinión iniciales, a los alumnos de 5° año de la especialidad Ciencias Naturales.

El mismo día en que se presentó la I-A, se les solicitó a los alumnos que completaran la encuesta de opinión inicial y se les explicó que se garantizaría la confidencialidad por lo que se alentaban respuestas honestas. De ese modo, 27 alumnos completaron esta encuesta, realizada directamente en papel. A continuación, se muestran los resultados de estas encuestas, plasmados en gráficos correspondientes a las figuras que van de la figura 3 hasta la figura 9:

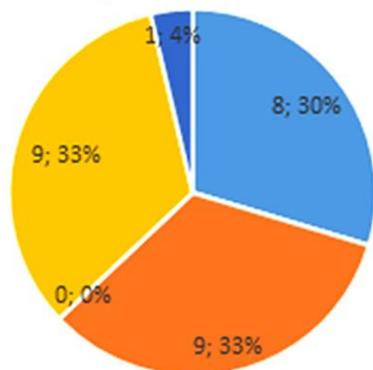
Tu actitud en las clases de Física.



- Atiendo y participo siempre con entusiasmo. 8 R= 30%
- Atiendo y participo siempre, pero no me entusiasma. 2 R= 7%
- Es fluctuante, según el día y el tema tratado. 15 R= 56%
- Me distraigo fácilmente y no atiendo ni participo. 0 R= 0%
- No me interesa la asignatura, por eso no atiendo ni participo. 2 R=7%

Figura 3: opinión de los alumnos respecto de su actitud en las clases de Física.

Tu comprensión en las clases de Física.



- No tengo dificultades en este aspecto. Comprendo bien las explicaciones y la mecánica de resolución de problemas. 8 R= 30%
- Comprendo bastante bien la teoría, pero me cuesta mucho resolver problemas. 9 R= 33%
- Resuelvo fácilmente los problemas, pero me cuesta entender la teoría. 0 R= 0%
- Tanto en la teoría como en la resolución de problemas, logro resultados, pero con mucho esfuerzo. 9 R= 33%
- No comprendo nada de la asignatura. 1 R= 4%

Figura 4: opinión de los alumnos respecto de su comprensión en las clases de Física.

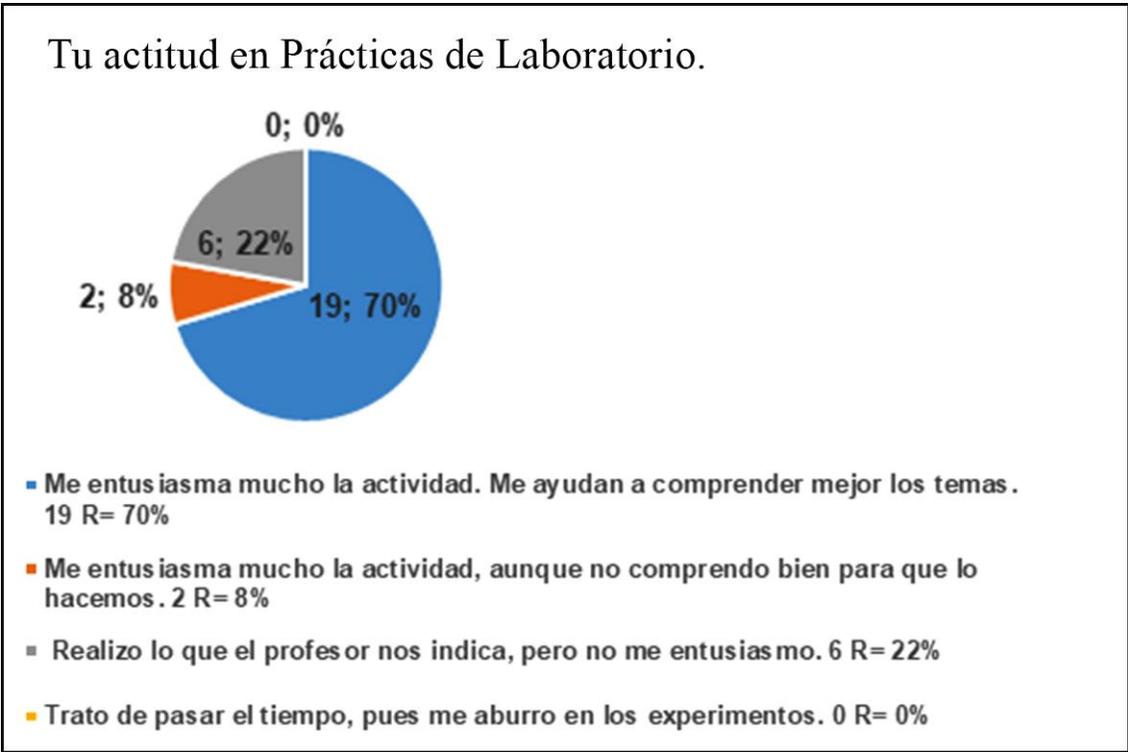


Figura 5: opinión de los alumnos respecto de su actitud en actividades experimentales.

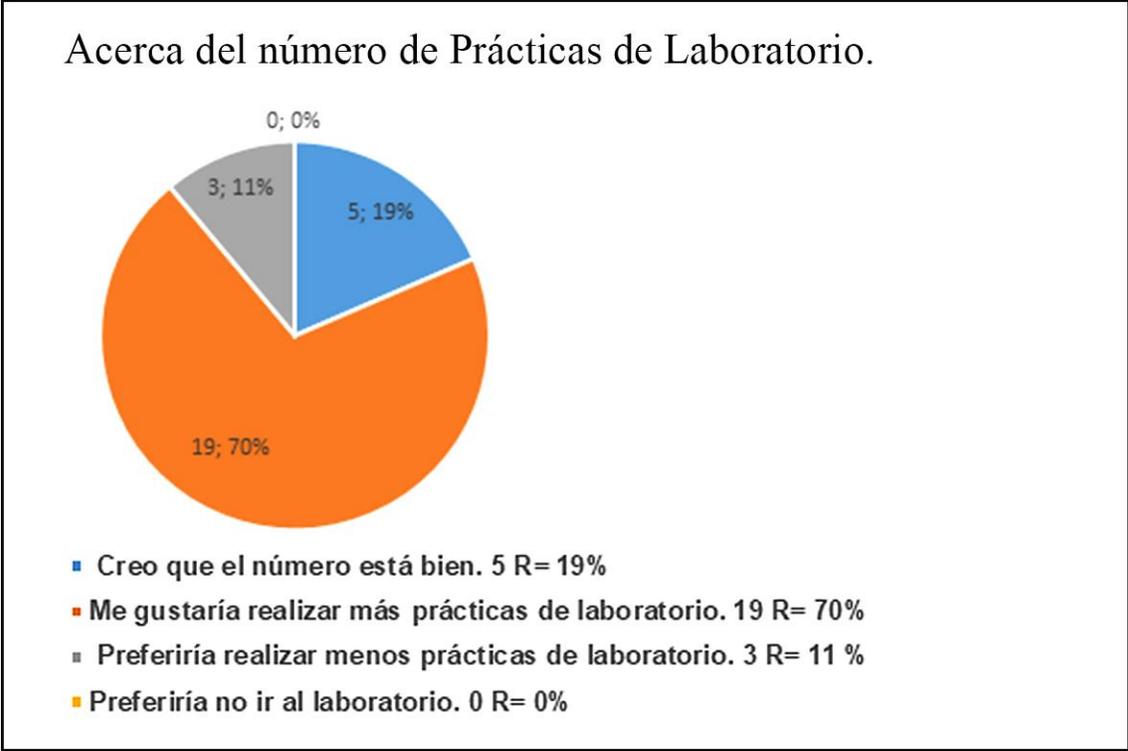
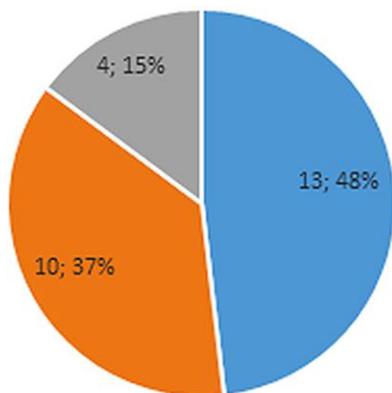


Figura 6: opinión de los alumnos respecto del número de actividades experimentales.

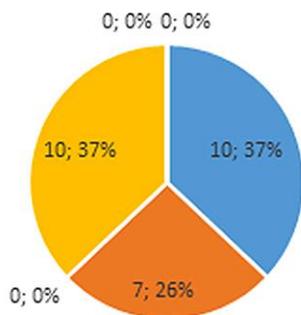
Acerca del tipo de Prácticas de Laboratorio realizadas.



- Se realizan siguiendo una guía proporcionada por el profesor. 13 R= 48%
- Los diseñamos los alumnos, en forma grupal, con asistencia del profesor. 10 R= 37%
- Los diseñamos enteramente los alumnos y luego compartimos y discutimos los resultados. 4 R= 15%

Figura 7: opinión de los alumnos respecto de la forma en que se desarrollan las prácticas de laboratorio.

Acerca de las explicaciones del profesor de Física.



- Me permiten comprender muy bien los temas, ya que son claras y con buenos ejemplos. 10 R= 37%
- Durante las explicaciones me parece que comprendo bien todo, pero luego no recuerdo nada. 7 R= 26%
- No entiendo nada de lo que explica. 0 R= 0%
- Comprendo a medias, pero luego cuando estudio puedo comprender. 10 R= 37%
- No siempre explica. 0 R= 0%
- No explica nunca. 0 R= 0%

Figura 8: opinión de los alumnos sobre las explicaciones del profesor/a de Física.

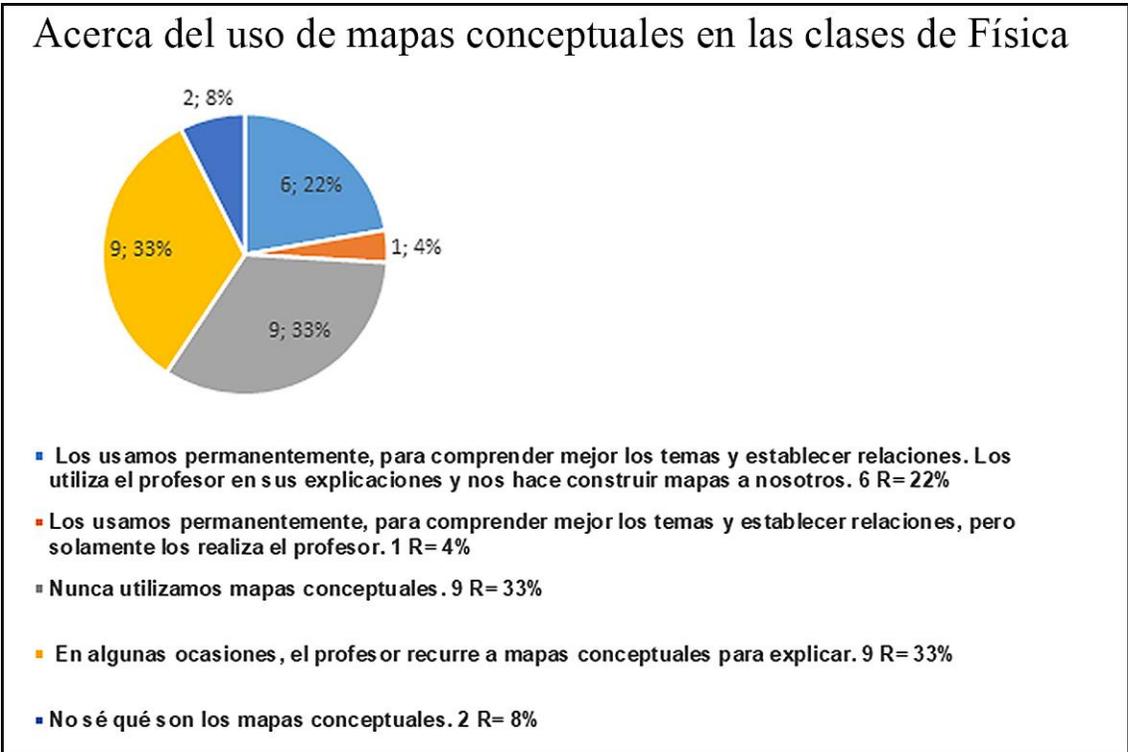


Figura 9: opinión de los alumnos acerca del uso de mapas conceptuales en clases de Física.

En adición a lo que se muestra en las gráficas anteriores puede agregarse que, al responder como los alumnos consideraban su participación en trabajos grupales en distintos contextos, 25 de ellos (93%) señalaron que realizaban aportes y que también trataban de que sus compañeros lo hicieran por igual, en tanto que 2 alumnos (7%) expresaron que sentían que en estos trabajos hacían la mayoría del esfuerzo y recibían poca colaboración de sus compañeros.

En otra de las secciones de la encuesta, 22 de los alumnos (81%) respondieron que las PL les ayudaban a comprender mejor los temas. Otros 5 alumnos (19%) respondieron que las PL no aportaron nada a su comprensión.

Además de las opciones, cada encuesta disponía un lugar al final, donde cada alumno podía agregar algún breve comentario de aspectos que no estuvieran cubiertos en las

opciones y pudieran aportar algo interesante. Los comentarios recogidos en esta sección (cada ítem corresponde a un alumno) fueron los siguientes:

- “Me gustaría que este año nos den las fórmulas en el pizarrón porque a veces son muchas y pueden llegar a confundirnos.”

- “Me lleva mi tiempo comprender del todo el tema, pero al final lo comprendo y me gusta mucho Física.”

- “Desde mi punto de vista, mientras más grande sea un grupo para un experimento menos rendimiento tiene, recomendaría no más de tres personas por grupo.”

- “Mucho práctico y poco teórico. Esto me dificulta bastante la materia. Pocas salidas y escaso laboratorio, pero poco útil. Pocos mapas conceptuales y mucho práctico. Buena actitud de los profesores.”

- “En sí, me pregunto cómo será la modalidad de las clases para desarrollar un tema de manera conceptual y práctica (ejercicios, teorías y ecuaciones). Espero que se logren desarrollar de manera comprensiva y efectiva.”

- “Me gustaría que enseñen la materia, ya que es difícil. Enseñanza de una manera más comprensible para todos ya que en años anteriores, en lo personal, a pesar de prestar demasiada atención, se me dificultaba entender.”

- “Tengo dificultad para aprender algunas cosas. Creo que con la ayuda de mis compañeros voy a poder mejorar.”

- “A pesar de que esto recién comienza, creo que los temas que vamos a ver son muy interesantes. En mi caso, si representáramos los trabajos teóricos en el laboratorio de manera práctica, me ayudaría a mí, y creo que a mis compañeros a comprender más el tema. Creo que llama más la atención de los alumnos y facilita más el aprendizaje.”

- “En mi opinión con respecto a las clases de Física, deberían de ser más estrictas con mayor cantidad de tareas y desarrollo de los temas con el fin de lograr ver más temas a lo largo del año.”

- “Las fórmulas, me cuesta aprender, pero puedo hacer con facilidad los problemas. Más ejemplos para comprender mejor los temas.”

3.7.2.1 Análisis de las respuestas de los alumnos a la encuesta inicial.

La primera pregunta de la encuesta interpelaba a los estudiantes acerca de su propia actitud y ellos respondieron en su mayoría que les costaba sostener la atención en forma continua; cuestión percibida también por los docentes y sobre la cual siempre existe una preocupación para encontrar modalidades de enseñanza que capten la atención de los alumnos y permita mejorar su desempeño. Hubo también estudiantes que abiertamente reconocieron no tener interés en la asignatura, lo cual en principio sería contradictorio, por tratarse de aquellos que han elegido a las Ciencias Naturales como especialidad; sin embargo, existen algunos factores tanto de orden institucional como personales que pueden incidir en su elección. Uno de los factores podría ser el trabajo compartimentado de las asignaturas (aunque existen proyectos de trabajo en área) haciendo que a veces algunos estudiantes elijan la especialidad solamente por su predilección por una de las asignaturas.

En lo relativo a la comprensión de la Física, los estudiantes en su mayoría manifestaron tener dificultades de comprensión en los aspectos teóricos, así como a la hora de afrontar la resolución de problemas. Lo anterior no es de ningún modo un hecho desconocido para los docentes y es siempre una preocupación compartida tanto por los estudiantes como por los docentes en pos de hallar caminos que permitan superar estas dificultades.

También los estudiantes se reconocieron como participantes activos e incluso como propulsores del trabajo colaborativo, lo cual es positivo. Además, los estudiantes opinaron mayoritariamente que se sentían entusiasmados por las PL y pensaban

que contribuyen a una mejor comprensión de la asignatura (22 estudiantes). Así mismo, no debe soslayarse la opinión de algunos de ellos que expresan no comprender los objetivos de estas prácticas o no sentirse motivados a realizarlas (5 estudiantes). En forma coherente con lo anterior también el 70% declaró que querría realizar más PL. En esta tesis, se sostiene la idea de que, muchos de los aspectos relativos a la motivación y expectativas de los alumnos hacia las PL, están indiscutiblemente relacionadas con el formato con que estas se desarrollan dado que el protagonismo de los estudiantes se limita a ejecutar instrucciones y arribar a resultados predecibles y esperados.

Las explicaciones que los estudiantes reciben en las clases parecen ser adecuadas y la encuesta no mostró resultados que indiquen que no están conformes con ellas.

En cuanto a los mapas conceptuales, los estudiantes opinaron que estos son utilizados en las clases, pero no parece ser una herramienta bien conocida por ellos, por lo que, será importante analizar los resultados obtenidos en este ciclo y en base a ellos plantear las futuras acciones.

3.8 Marzo a agosto de 2019: Implementación en el aula de la secuencia didáctica.

La unidad temática elegida para poner a prueba la nueva secuencia didáctica fue “Calor y Temperatura. Esta nueva secuencia didáctica se diseñó contemplando dos grandes aspectos como ejes de cambio, respecto de la modalidad de enseñanza tradicional:

a- La utilización de mapas conceptuales en dos momentos claves del proceso de enseñanza aprendizaje:

a-1 Al comienzo de la unidad temática como un modo de diagnóstico de ideas previas.

a-2 Al finalizar la unidad temática, como un modo de ponderar los cambios producidos en las preconcepciones, la incorporación de nuevos conocimientos y las interrelaciones establecidas entre ellos.

b- La realización de PL en un formato participativo acorde a los principios constructivistas, que permita a los alumnos aproximarse a las formas de producción de conocimiento científico. Dado lo acotado de los tiempos disponibles, estos trabajos se realizaron en momentos clave y solamente con algunos temas seleccionados.

La secuencia didáctica implementada, se diseñó siguiendo los principios constructivistas, a los cuales la institución, adhiere plenamente, desde hace mucho tiempo. Para ello, se consideró, en primer lugar, que las clases tenían que pasar de estar centradas en la enseñanza a estar centradas en el aprendizaje. En estas clases, los alumnos debían convertirse en protagonistas activos de sus propios aprendizajes, trabajando en un entorno colaborativo donde el profesor debía actuar como un mediador entre el conocimiento y los alumnos, guiándolos en el proceso de construirlo y dándoles el mayor grado de autonomía posible. También estaba el aspecto de posicionar a las PL como eje central del proceso de enseñanza aprendizaje, pero evitando caer en la consabida receta de asistir al laboratorio solamente para desarrollar destrezas, ya que, de ese modo, las PL no contribuyen al desarrollo integral de las potencialidades de los estudiantes. Es por esto que, se decidió también apoyar el trabajo en las PL con un fuerte trabajo en lo conceptual, en este caso trabajando en la construcción de mapas conceptuales.

Para llegar a establecer las premisas básicas, que configuraron el diseño de la SD implementada, se consideraron diversos aportes, incluidos en el marco teórico y la justificación de esta tesis. Entre estas afirmaciones, se destacan las de Fly Jones *et al.* (1987), Moral Santaella (2008), López Rúa & Tamayo Alzate (2012), Hodson (1994), Crujeiras Pérez & Jiménez Aleixandre (2015), Zea Restrepo *et al.* (2004), González Alvarez (2012), Ausubel *et al.* (1983), Vigotsky (citado en González Alvarez (2012), Mermoud *et al.* (2017), Ramirez Díaz & Santana Fajardo (2014) y Castellanos (2017).

En adición a estos aportes, podemos citar también los siguientes:

- Según Gil *et al.* (1999, citado en López Rúa & Tamayo Alzate, 2012), tanto los profesores como los estudiantes asocian intuitivamente las PL con el trabajo científico y estas deben permitir al estudiante, desarrollarse cognitivamente (exigiéndose más a sí mismo para producir conocimientos y mejorar los ya adquiridos, pues las hipótesis con las que él llega al laboratorio deben ser producto de su propia actividad intelectual) y llegar a tener una visión acerca de la ciencia, del conocimiento científico y de sus interacciones con la sociedad. Para los autores, un estudiante solo entiende lo que él ha podido reconstruir mediante la reflexión, la discusión con sus compañeros, con el profesor, su vivencia y sus intereses.

- Desde el punto de vista del constructivismo, la actividad experimental cumple un papel importante dentro del proceso enseñanza-aprendizaje, si se dirige de manera consciente e intencionada a lograr que las ideas previas de los estudiantes evolucionen a conceptos más elaborados y cercanos a los científicos (Tamayo & Sanmartí, 2007; Tamayo, 2009; ambos citados en López Rúa & Tamayo Alzate, 2012). Es sabido ya que el constructivismo tiene en cuenta las ideas previas de los estudiantes; por esta razón, es necesario que a la hora de implementar una actividad en el laboratorio se indague por estas cuestiones para que se logre el establecimiento de relaciones entre lo que el estudiante sabe, lo que debe saber y la

experiencia, en función del logro de aprendizajes profundos de las temáticas estudiadas (Chin & Brown, 2000; Ramírez & Tamayo, 2011; ambos citados en López Rúa & Tamayo Alzate, 2012). Dentro de las dificultades para lograr lo antes descrito podemos mencionar, entre otras, el desconocimiento por parte de los maestros de estrategias de enseñanza adecuadas que relacionen la teoría con la práctica. y a impedimentos de otra naturaleza como la disponibilidad de espacios y recursos adecuados y el mantenimiento apropiado de los laboratorios.

3.8.1 Planteo del tema Calor y Temperatura. Formación de grupos.

Siguiendo entonces el plan previsto, se presentó el tema a abordar a los estudiantes, comentando en términos generales los distintos conceptos que se trabajarían y la problemática en torno a ellos. Se les explicó la forma en que trabajarían en la secuencia didáctica a grandes rasgos y se distribuyeron copias del Documento Guía sobre Mapas Conceptuales (anexo 2) a cada alumno, a los fines de realizar una capacitación breve acerca de las pautas de construcción de mapas conceptuales. Los conceptos del documento fueron leídos y discutidos en clases. Cada alumno dispuso a continuación de veinte minutos de tiempo para cumplir las consignas del documento y, luego de ese tiempo, se leyeron algunas de las proposiciones elaboradas por ellos y se consultó si era claro para todos, la forma en que un mapa mostraba la información y el modo en que luego podía extraerse de él.

A continuación, se permitió que los alumnos conformaran libremente grupos de trabajo, recomendando que debían ser de entre 4 y 5 integrantes, de modo de conformar 6 grupos. La afinidad entre los estudiantes hizo que el número de integrantes no fuese parejo en los distintos grupos y esto no se consideró un inconveniente mayor, por lo que se continuó trabajando de ese modo. Finalmente, la constitución de los grupos resultante fue:

Grupo 1: 6 integrantes.

Grupo 2: 5 integrantes.

Grupo 3: 5 integrantes.

Grupo 4: 5 integrantes

Grupo 5: 4 integrantes.

Grupo 6: 4 integrantes.

3.8.2 Diagnóstico de ideas previas.

Una vez conformados los grupos, se les pidió que agruparan sus bancos, de modo que cada grupo estuviese relativamente aislado de los demás. Una vez establecidos los grupos en el aula se le entregó a cada uno una copia del Documento Guía sobre Ideas Previas acerca del tema Calor y Temperatura (anexo 3). Seguidamente, los estudiantes, se dispusieron a la tarea de responder las preguntas de la guía contenida en dicho documento con la recomendación de que era sumamente importante que respondieran a partir de las ideas que ellos poseían y sin utilizar recursos externos de ningún tipo. También se recalcó el hecho de que las respuestas no serían valoradas por su corrección conceptual.

Los alumnos dispusieron de alrededor de 30 minutos para responder las preguntas de la guía y los resultados obtenidos fueron los que se muestran en el siguiente apartado.

3.8.2.1 Respuestas grupales a la guía de preguntas sobre Calor y Temperatura.

Las respuestas que brindaron los diferentes grupos y el pertinente análisis se muestran a continuación, presentando las preguntas como estaban disponibles en el documento guía y las diferentes respuestas obtenidas.

a- ¿Qué es el calor?

Grupo 1: “El calor es una sensación que podemos percibir al simplemente tocar un objeto. Es una energía radiada y generada por un cuerpo en que sus átomos están en fricción a una alta velocidad.”

Grupo 2: “El calor es una sensación térmica que se percibe con el aumento de temperatura. El calor se puede liberar a través del sol, el cuerpo humano y algún aparato.”

Grupo 3: “El calor es la energía (radiación) de un cuerpo producida por la vibración de las partículas.”

Grupo 4: “Emisión de energía generada a partir de la interacción de los átomos.”

Grupo 5: “La sensación que sentimos cuando tomamos un objeto que está caliente o estamos en un espacio con una temperatura elevada.”

Grupo 6: “Uno de los resultados de la liberación de energía. Una sensación térmica.”

Análisis de las respuestas a la pregunta a: En la respuesta del grupo 1, puede apreciarse algo que es usual al explorar estos conceptos: confundieron calor con “caliente”, que es el estado térmico. Aunque después, identificaron correctamente al calor con la energía y asociaron la misma a la fricción, no lo hicieron refiriendo a objetos macroscópicos, sino a los átomos. En el grupo 2, asociaron al calor con lo que experimentamos cuando aumenta la temperatura. No especificaron si es la temperatura ambiente o del cuerpo. Puede deducirse que sabían que es algo que se intercambia. En el grupo 3, correctamente asociaron al calor con la energía, aunque parecieron limitarla a la radiación. Identificaron a esta emisión como dependiente de las vibraciones de partículas. Para el grupo 4, el calor estaba identificado claramente con un tipo de energía y la asociaron bastante correctamente con un proceso que tiene que ver con interacciones atómicas. En el Grupo 5, definieron al calor solamente como

sensación. No identificaron que “caliente” y “temperatura elevada” son lo mismo. Para el grupo 6, si bien el concepto no apareció enteramente definido, al menos lo asociaron al concepto de energía y también al calor como sensación experimentada.

b- ¿Qué es la temperatura?

Grupo 1: “Nivel de grados centígrados generado en el ambiente, además de que puede variar.”

Grupo 2: “Es la manera en la que podemos saber de manera exacta la presencia o ausencia de calor.”

Grupo 3: “Es una magnitud escalar.”

Grupo 4: “Es una unidad de medida que se utiliza para expresar la cantidad de energía calórica que es emitida por la materia. Se mide en grados que estos pueden ser Celsius, Fahrenheit, Kelvin.”

Grupo 5: “Es una magnitud que indica cuanta cantidad de calor o frío hay en un cuerpo, objeto o espacio.”

Grupo 6: “Es la variación del calor en un determinado tiempo, dependiendo de las circunstancias del medio que lo rodea.”

Análisis de las respuestas a la pregunta b: Es común observar que los alumnos recurran al concepto de calor para definir a la temperatura. En este caso puntualmente, pensaron además en variación en relación al tiempo (probablemente por analogía con conceptos físicos vistos anteriormente). Intuyeron que, a veces el medio ambiente tiene algo que ver con estos fenómenos, aunque no sería correcto asociarlo con la temperatura sino con las pérdidas de calor.

c- ¿Existe alguna relación entre estos dos conceptos?

Grupo 1: “La relación es que, en el calor, y en la temperatura de un objeto, los átomos están en movimiento, al calor lo percibimos con simple contacto y la temperatura es algo que necesitamos de elementos científicos.”

Grupo 2: “Si existe una relación ya que el calor depende del aumento de la temperatura, mientras más elevada sea la temperatura más presencia de calor habrá.”

Grupo 3: “La relación entre ambas es que la temperatura es utilizada para medir el calor.”

Grupo 4: “Si existe una relación entre estos dos conceptos, porque al calor lo mide la temperatura.”

Grupo 5: “El calor es una forma de energía a diferencia de la temperatura que no lo es.”

Grupo 6: “La temperatura es definida por el calor.”

Análisis de las respuestas a la pregunta c: No se aprecia que ninguno de los grupos haya encontrado relación entre las temperaturas y el sentido de transferencia del calor, ni tampoco mencionaron al equilibrio térmico, como relación entre ambos conceptos. Nuevamente, apareció el calor para definir a la temperatura, confundiendo calor con caliente. Un grupo describió la “presencia de calor” asimilando este concepto a algo de existencia material.

d- ¿En qué unidades se mide cada uno de ellos?

Grupo 1: “Temperatura: °C – Calor: C.”

Grupo 2: “La temperatura se puede medir en Celsius (°C), Fahrenheit (°F), Kelvin (K).”

Grupo 3: “La temperatura se mide en distintas escalas: grados Celsius ($^{\circ}\text{C}$), Fahrenheit ($^{\circ}\text{F}$) y kelvin (K). A su vez, el calor se mide en calorías y kilocalorías.”

Grupo 4: “Respondida en la 2.”

Grupo 5: “El calor se mide en grados centígrados, al igual que la temperatura.”

Grupo 6: “La temperatura se mide en grados centígrados y el calor en grados y Fahrenheit.”

Análisis de las respuestas a la pregunta d: Aciertan con las unidades de temperatura, pero usan las mismas para el calor. Quizás si hubiesen identificado bien las unidades del calor, se darían cuenta que son similares a las de energía y les serviría para establecer un punto de partida para diferenciarlos.

e- ¿Qué son los termómetros?

Grupo 1: “Instrumento o herramienta de medida de temperatura.”

Grupo 2: “Son elementos diseñados para medir la temperatura, hay distintos tipos como por ejemplo el de mercurio y digital.”

Grupo 3: “Son instrumentos que se utilizan para medir la temperatura en el cuerpo.”

Grupo 4: “Es el instrumento para medir la temperatura.”

Grupo 5: “Es un elemento que sirve para medir la temperatura de un cuerpo o ambiente.”

Grupo 6: “Instrumentos de medición de la temperatura.”

Análisis de las respuestas a la pregunta e: Son correctas las respuestas.

f- ¿Con qué otros conceptos pueden relacionarse el calor y la temperatura?

(les sugiero escribir el nombre y/o la definición de ese concepto si la conocen, además de palabras o frases de la vida cotidiana que piensen que se relacionan con estos).

Grupo 1: “¡No puede hacer tanto calor! ¡Hace como 40°! ¡Qué calooooorrr!

Tomar bebidas de baja temperatura reduce el calor de un cuerpo.”

Grupo 2: “Los conceptos con que se pueden relacionar son: energía térmica,

clima, estaciones del año, fenómenos naturales.”

Grupo 3: “Energía cinética: energía producida por el movimiento de un cuerpo.

Sensación térmica: es la percepción de nuestro cuerpo cuando se expone a temperaturas externas.”

Grupo 4: “Energía. Transformación. Energía calórica. Frío. Energía solar.

Transmisión/intercambio. Energía lumínica. Materia. Ambiente.”

Grupo 5: “Estufa. Vapor de agua. Vela. Fuego. Verano. Pronóstico.”

Grupo 6: “Al calor lo relacionamos con el verano, a la temperatura con el agua

y a ambos los vemos relacionados en la química y cuando nos enfermamos.”

Análisis de las respuestas a la pregunta f: Aparece el calor como sensación,

solamente. Encontraron que han sentido nombrar estos conceptos en química y saben que les controlan la temperatura al enfermarse (aunque no discriminan específicamente el concepto).

3.8.2.2 Elaboración de mapas conceptuales en base a las respuestas a la guía de preguntas sobre Calor y Temperatura.

Como estaba previsto, los estudiantes dispusieron de tiempo para elaborar mapas conceptuales, reunidos en grupo. Estos mapas debían elaborarse siguiendo dos indicaciones:

debían responder las pautas del Documento guía sobre Mapas Conceptuales y debían permitir reconstruir las respuestas grupales a la guía de preguntas contenida en el Documento Guía sobre Ideas Previas acerca del tema Calor y Temperatura, elaboradas a partir de sus concepciones previas. En los breves análisis de los mapas construidos en esta ocasión no se puso el énfasis en la corrección de los conceptos, sino en la forma en que se elaboraron los mapas siguiendo las indicaciones del documento guía. Estos mapas conceptuales iniciales, se guardaron para luego contrastarlos con los finales, de modo tal de poder evaluar la evolución. Los mapas elaborados fueron los siguientes, presentados a continuación en las figuras que van desde la figura 10 hasta la figura 15:

Grupo 1:

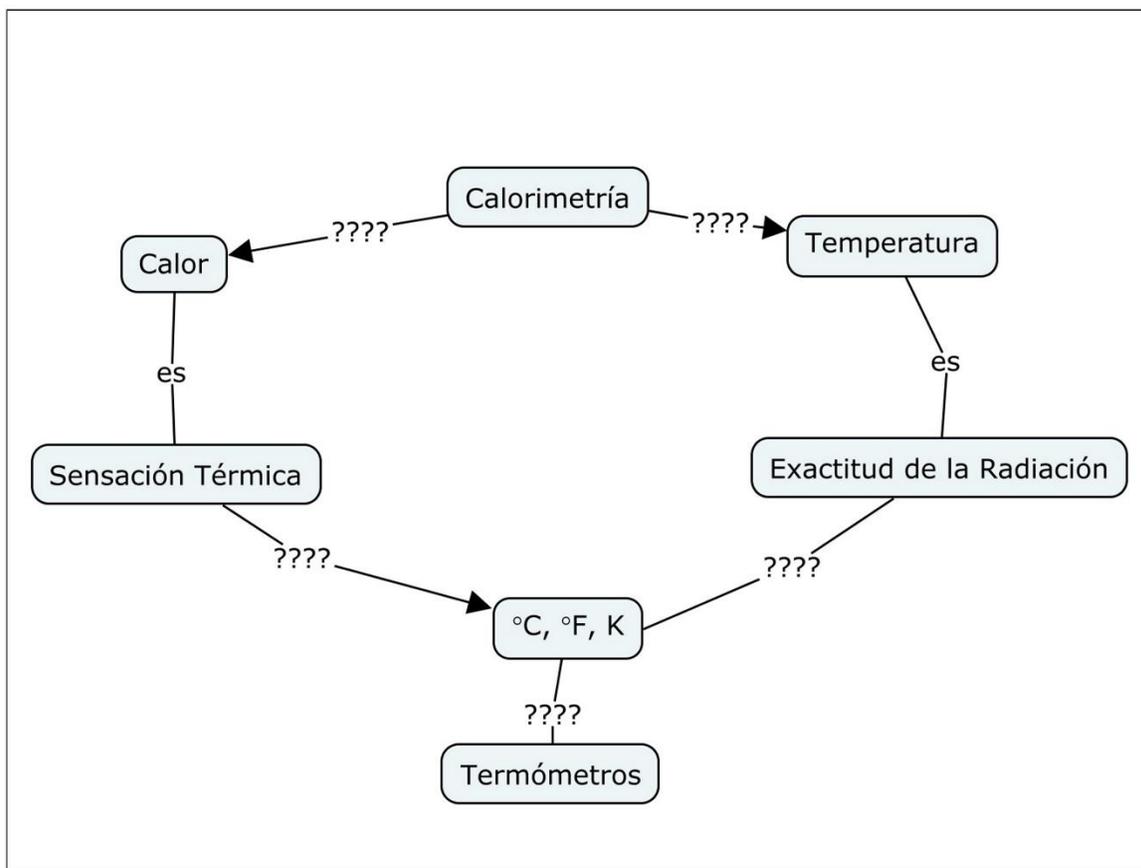


Figura 10: Mapa conceptual presentado inicialmente por el grupo 1.

Análisis: en este grupo, el mapa no cumple algunos requisitos básicos; por ejemplo, no hay palabras de enlace en varios lugares a pesar de que el software se los solicitó. Tampoco pueden mediante el mapa, reconstruirse las proposiciones correspondientes a las respuestas brindadas por el grupo.

Grupo 2:

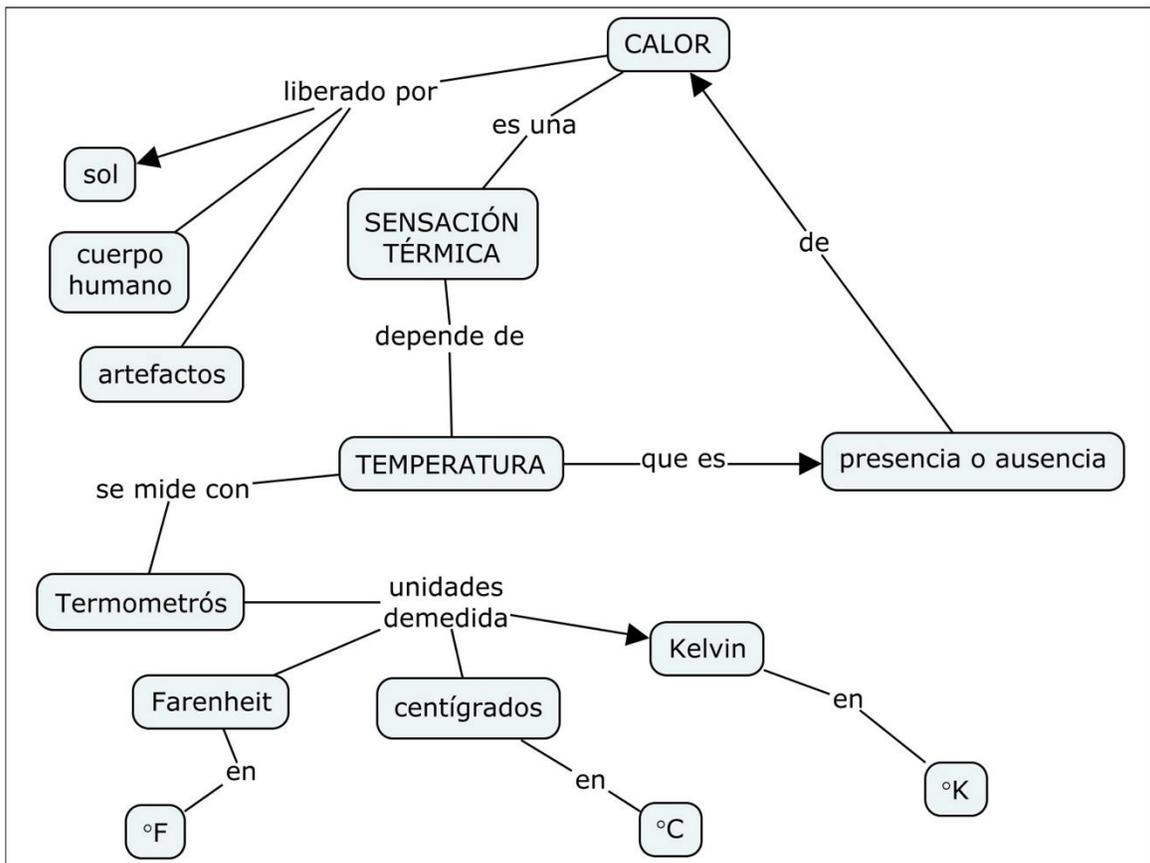


Figura 11: Mapa conceptual presentado inicialmente por el grupo 2.

Análisis: en este grupo, el mapa responde en términos generales a las respuestas elaboradas y pueden recuperarse de él la mayoría de las proposiciones, si bien es cierto que no están todas. Puede aceptarse que responde a los requerimientos.

Grupo 3:

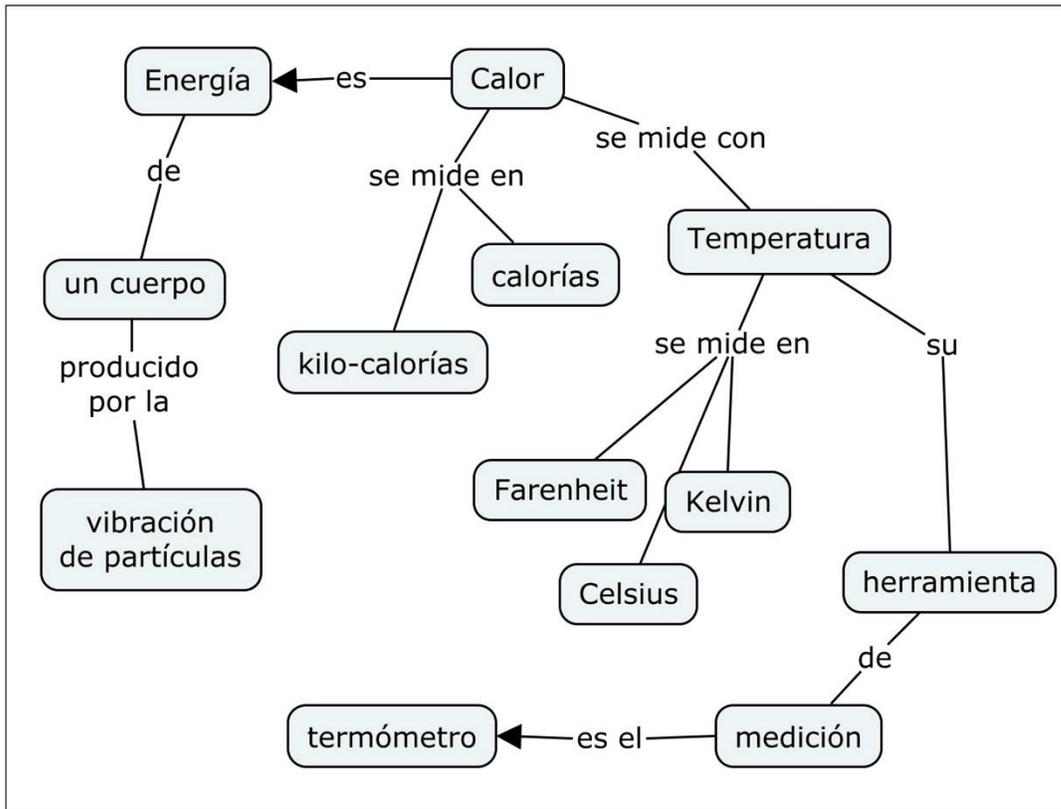


Figura 12: Mapa conceptual presentado inicialmente por el grupo 3.

Análisis: también en este caso, la construcción del mapa responde a los lineamientos y pueden recuperarse del mismo proposiciones que reflejan la información contenida en las respuestas.

Grupo 4:

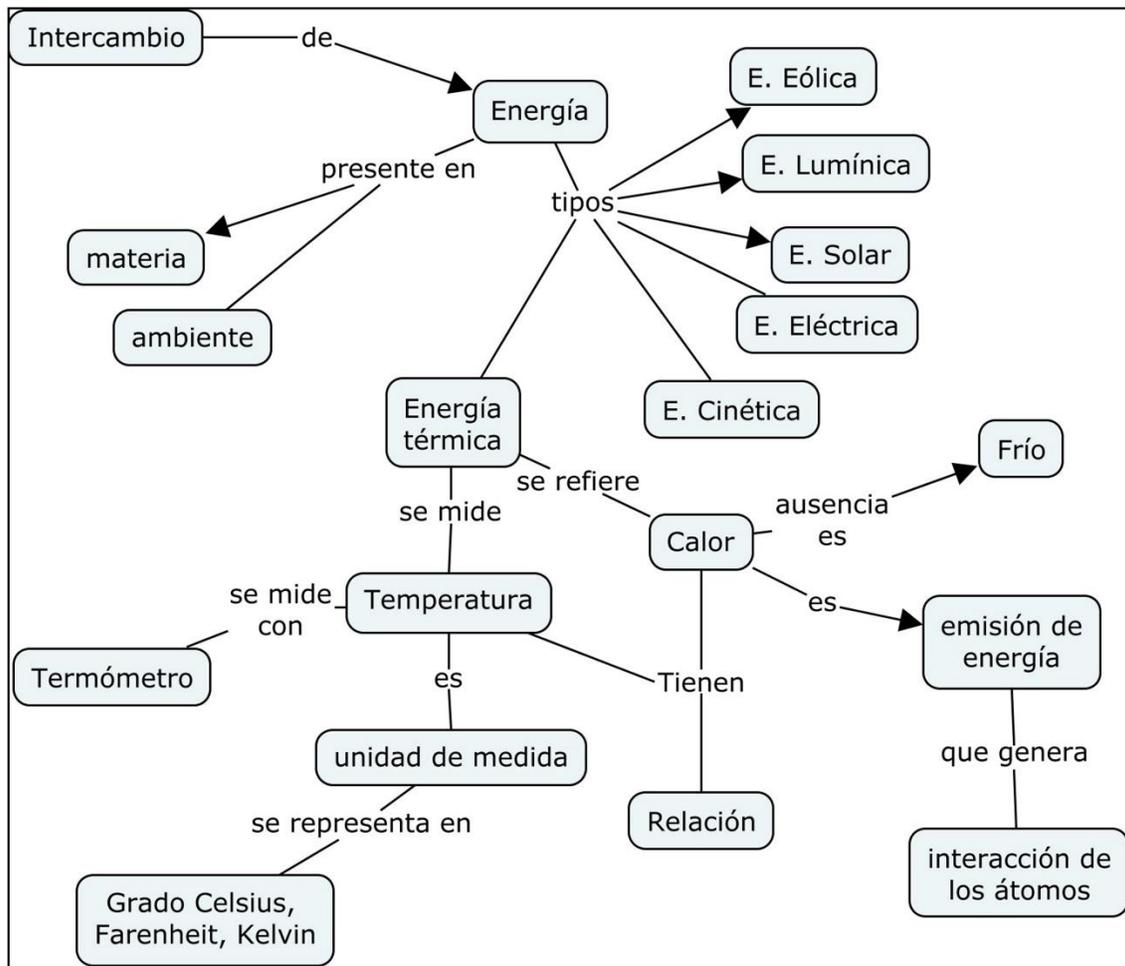


Figura 13: Mapa conceptual presentado inicialmente por el grupo 4.

Análisis: el mapa en general responde a los lineamientos y permite reconstruir las proposiciones, aunque colocaron “Relación” como concepto y deberían haber utilizado “tienen relación” como enlace entre calor y temperatura.

Grupo 5:

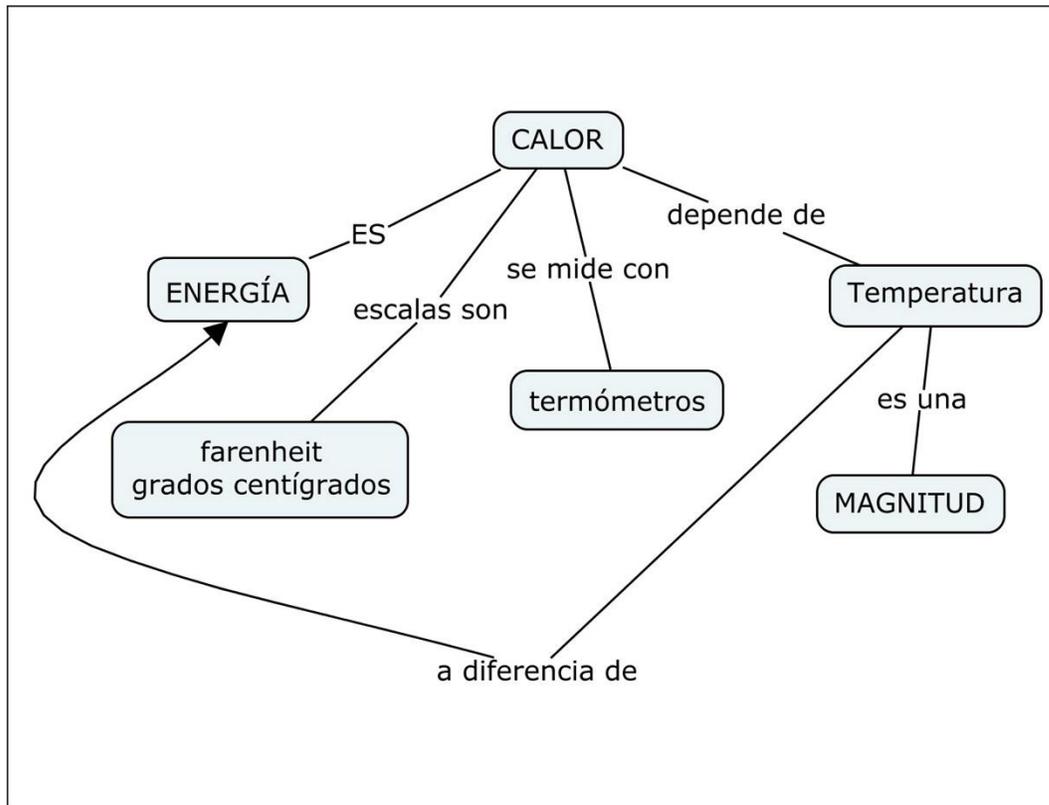


Figura 14: Mapa conceptual presentado inicialmente por el grupo 5.

Análisis: el mapa contiene serios errores conceptuales además de que, en general es un mapa muy poco desarrollado. No obstante, en términos generales, respeta las reglas de construcción.

Grupo 6:

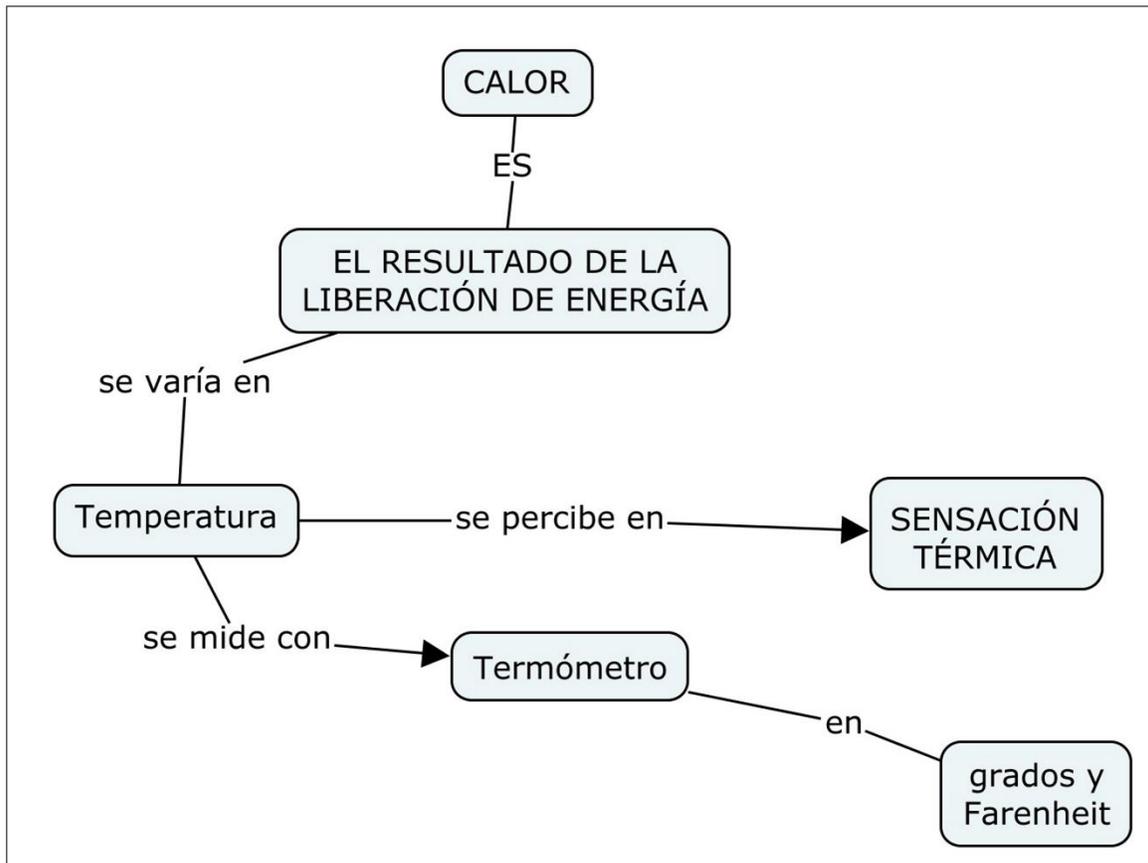


Figura 15: Mapa conceptual presentado inicialmente por el grupo 6.

Análisis: este mapa tiene un escaso desarrollo, pero respeta las reglas básicas de construcción.

3.8.3 Segunda etapa del trabajo con conceptos, utilizando recursos disponibles.

Clases expositivas del profesor. Análisis de la ecuación de calorimetría.

3.8.3.1 Asistencia a biblioteca de la institución

Luego de expresar sus ideas previas, acerca de los conceptos abordados, los alumnos tuvieron oportunidad de asistir a la biblioteca de la institución y disponer de algunos libros para consultar y así responder nuevamente las preguntas. También se les permitió utilizar sus teléfonos para buscar información en la web, pero con la indicación de que no era la opción más valorada. También se les señaló la importancia de citar la fuente de dónde se obtenía la información. De este modo, los estudiantes elaboraron las siguientes respuestas grupales:

Grupo 1:

Calor: Energía que se manifiesta por un aumento de temperatura y procede de la transformación de otras energías. Es originada por los movimientos vibratorios de los átomos y las moléculas que forman los cuerpos.

Fuente: internet. (<https://www.lexico.com/es/definicion/calor>)

El calor es un movimiento de las pequeñas partes que forman la materia, hoy llamadas átomos y moléculas.

Temperatura: Grado o nivel térmico de un cuerpo de la atmósfera.

Fuente: internet. (<https://quizlet.com/br/419521363/conservacion-y-transferencia-de-la-energia-calor-y-temperatura-flash-cards/>)

Relación entre calor y temperatura: En general, al aportar calor a un sistema aumenta su temperatura. Para la misma masa de agua el aumento de temperatura es

directamente proporcional al calor suministrado. En dos masas iguales de agua y de aceite, la temperatura aumenta mucho más en el aceite con el mismo calor.

Fuente: Internet. (https://www.schamann.es/doc/CALOR/page_03.htm)

La temperatura se mide con termómetros, que son instrumentos que sirven para registrar la temperatura de los cuerpos.

Fuente: Aristegui, R. A., Baredes, C. F., Dasso, J. A., Delmente, J. L., Fernández, D. P., Sobico, C. I., . . . Mérega, H. (1999). *Física 1: Energía, mecánica, termodinámica, electricidad, ondas, nuclear*. Buenos Aires, Argentina: Santillana.

El instrumento que se utiliza para medir la temperatura es el termómetro.

Existen varias escalas para medir la temperatura.

En nuestro país se utiliza la escala Celsius. Los grados Celsius y los grados Kelvin son iguales, es decir que un aumento de 1°C implica un aumento de 1 K.

Fuente: Calderón, S. E. (2015). *Química y Física*. Buenos Aires, Argentina: Tinta Fresca.

El calor es una forma de energía. La unidad más utilizada en la cantidad de calor en el sistema métrico es la caloría y su múltiplo, la kilocaloría, que se definen, respectivamente como sigue: una caloría (1 cal) es la cantidad de calor necesaria para elevar la temperatura de 1 g de agua en un 1 grado centígrado.

Fuente: Schaum, D. (1984). *Teoría y problemas de Física General*. México, México: Mc Graw Hill.

Grupo 2:

El calor es una forma de la energía.

Fuente: Sears F. W. & Zemanski M. W. (1971). *Física General*. Madrid, España: Aguilar.

El calor es un movimiento de las pequeñas partes que forman la materia llamadas átomos y moléculas.

Fuente: Aristegui, R. A., Baredes, C. F., Dasso, J. A., Delmente, J. L., Fernández, D. P., Sobico, C. I., . . . Mérega, H. (1999). Física 1: Energía, mecánica, termodinámica, electricidad, ondas, nuclear. Buenos Aires, Argentina: Santillana.

El calor es la parte de la energía transferida de un cuerpo a otro al ponerlos en contacto.

Fuente: Marin Alonso, F. Cerca de la Física. Madrid, España: Alhambra.

El calor es una forma de energía que se propaga de un cuerpo a otro.

Fuente: Trias y Travesa, J. & Bastinos J. Nociones de Física. North Charleston, Estados Unidos: Nabu Press.

La temperatura de un cuerpo es una medida de su estado relativo de calor o frío.

La temperatura de un cuerpo se puede definir como la magnitud física que mide un termómetro puesto en contacto con dicho cuerpo.

La temperatura es una indicación del nivel térmico que tiene cada cuerpo.

Una cantidad de calor es una cantidad de energía, que por algún mecanismo pasa de un cuerpo a otro, o de una parte a otra del mismo cuerpo.

El flujo del calor se produce siempre desde las zonas de mayor temperatura a las menos cálidas. Por lo tanto, las temperaturas de las distintas zonas tienden a igualarse en un valor intermedio. Cuando se alcanza esta igualdad, cesan los flujos de calor y se dice que los cuerpos o las distintas partes de un cuerpo están en equilibrio térmico.

La temperatura se mide en escala Celsius, Kelvin y Fahrenheit.

El calor se mide en Joule y caloría.

Los termómetros son aparatos que se utilizan para medir la temperatura de los sistemas materiales.

Palabras relacionadas: calorimetría, clima, átomos, moléculas, energía cinética interna, energía potencial interna, combustión.

Grupo 3:

El calor es la energía que se traspa de un sistema a otro o de un cuerpo a otro, esta transferencia está vinculada al movimiento de moléculas, átomos y otras partículas.

Fuente: internet (<https://okdiario.com/curiosidades/como-transmite-calor-461984#:~:text=La%20f%C3%ADsica%20entiende%20el%20calor,medio%20en%20el%20que%20transmitirse.>)

La temperatura es una magnitud física que refleja la vibración de las moléculas de un cuerpo.

Fuente: Wikipedia.

La relación entre el calor y la temperatura es que la temperatura de un cuerpo refleja la vibración de las moléculas del mismo. Por otro lado, la energía calórica o el calor, es la transferencia energética que ocurre entre los cuerpos. Cuando un cuerpo recibe energía calórica, este aumenta sus vibraciones de las moléculas y, por lo tanto, aumenta la temperatura.

La energía calórica (calor) se mide en calorías, la temperatura se mide en grados. Hay distintas escalas como la Celsius o la Kelvin.

El termómetro es un instrumento de medición de temperaturas. Hay distintos tipos de termómetros. Los clínicos, los de mercurio, los de mínima y máxima, los de gas a volumen constante y los pirómetros.

Conceptos relacionados a la temperatura: sensación térmica, energía cinética, actividad física (aumenta la vibración de partículas y por lo tanto aumenta su temperatura).

Conceptos relacionados al calor: transferencia energética, energía.

Fuentes: Castiglioni, R. E.; Perazzo O. A. & Rela A. (1981) *Física I*. Buenos Aires, Argentina: Editorial Troquel.

Grupo 4:

Calor: Transferencia de energía de un cuerpo o sistema a otro a causa de una diferencia de temperatura. Energía que se manifiesta por un aumento de temperatura originando movimiento vibratorio de los átomos y moléculas de los cuerpos. Proceso en el cual se transfiere energía térmica entre los cuerpos.

Energía: capacidad de producir movimiento, realizar trabajo o producir cambios.

Temperatura: magnitud física que indica intensidad de calor o frío de un cuerpo.

Fuentes:

-Maiztegui A. (1996). *Introducción a la Física*. Buenos Aires, Argentina: Troquel.

-Castiglioni, R. E.; Perazzo O. A. & Rela A. () *Física I*. Buenos Aires, Argentina: Editorial Troquel.

Grupo 5:

La temperatura es la manifestación observable del movimiento de las moléculas que componen un cuerpo.

Calor es el nombre que se le da a la cantidad de energía que se transfiere.

Fuente: Física. Ed. Plus Ultra.

Temperatura: La sensación de caliente y frío suministrada por nuestros sentidos nos permite conocer aproximadamente el grado o nivel térmico de los cuerpos, el cual se designa como temperatura.

Fuente: Babor, J. A. (1977). *Química general moderna. Una introducción a la Química Física*. Barcelona, España: Marín.

Temperatura: La cantidad que nos dice que tan caliente o que tan frío está un objeto respecto a cierta referencia es la temperatura. Expresamos la temperatura por medio de un número que corresponde a una marca en cierta escala graduada.

Calor: siempre que un objeto se calienta aumenta la energía de sus átomos o moléculas. La dirección de transferencia de energía es siempre de la sustancia más caliente a la más fría. La energía que se transfiere de un objeto al otro debido a una diferencia de temperatura se llama calor.

Fuente: Hewitt, P. G. (1995). *Física conceptual. Curso de Física para nivel medio superior*. Buenos Aires, Argentina: Addison-Wesley Iberoamericana.

Grupo 6:

El calor es energía que fluye entre un sistema y su entorno en virtud de una diferencia de temperatura entre ellos.

Fuente: Resnick, R. (1999). *Física I*. Ed. México, México: CECSA.

La temperatura es la propiedad que mide la capacidad de un sistema para emitir o recibir energía por conducción y radiación.

Fuente: Obert, E. (1965). *Termodinámica. Revisión de tablas y gráficas*. Madrid, España: Mc Graw Hill Book Company.

Una cantidad de calor es una cantidad de energía que por algún mecanismo pasa de un cuerpo a otro, de una parte, a otra del mismo cuerpo. El flujo de calor se produce siempre desde las zonas de mayor temperatura a las menos cálidas. Por lo tanto, las temperaturas de las distintas zonas tienden a igualarse en un valor intermedio. Cuando se alcanza esta igualdad, cesan los flujos de calor y se dice que los cuerpos, o las distintas partes de un cuerpo, están en equilibrio térmico.

Fuente: Aristegui, R. A., Baredes, C. F., Dasso, J. A., Delmente, J. L., Fernández, D. P., Sobico, C. I., . . . Mérega, H. (1999). *Física I: Energía, mecánica, termodinámica, electricidad, ondas, nuclear*. Buenos Aires, Argentina: Santillana.

El termómetro es un instrumento que permite medir la temperatura de manera objetiva. Para eso, está graduado en alguna escala de medición que determina valores numéricos.

Fuente: Calderón, S. E. (2015). *Química y Física*. Buenos Aires, Argentina: Tinta Fresca.

Conceptos relacionados: calor. Grados Celsius.

Reflexiones del profesor

La asistencia a biblioteca permitió que los estudiantes tomaran contacto con los libros y pudieran extraer información de ellos, algo no habitual en estos días, ya que Google supone una comodidad irresistible para ellos. A pesar de que la biblioteca de la institución cuenta con una importante cantidad de material bibliográfico, muchos de los libros tienen ya varios años de editados, pero esto no supuso un inconveniente pues en estas temáticas no ha habido cambios en las definiciones conceptuales utilizadas en nuestras PL.

También debe señalarse que, la falta de hábitos de trabajar con bibliografía hizo que los alumnos recurrieran constantemente a solicitar ayuda al profesor ya que tenían serias

dificultades para encontrar las respuestas (aún en libros previamente seleccionados y revisados por el profesor). Este hecho también hizo que algunos alumnos recurrieran a la búsqueda en la web, como un medio más natural para ellos.

3.8.3.2 Análisis de la información obtenida y debates grupales con puesta en común

Las intervenciones del profesor en esta secuencia didáctica se realizaron en primer lugar, al inicio, para presentar el tema, explicar a los estudiantes la modalidad en que trabajarían, así como los que se esperaba de ellos, recalcando que, en el caso de los diseños experimentales se valoraría especialmente el recorrido de progreso grupal, por sobre la corrección de los diseños.

Una vez avanzada la secuencia didáctica, luego de la asistencia a la biblioteca, se recuperaron en clase las definiciones de conceptos de cada grupo y el profesor fue anotando en el pizarrón cada uno de los conceptos, a fin de que cada grupo, cotejando lo investigado en los libros (al asistir a biblioteca) y/o en la web, pudiesen, a través de un debate interno y con el profesor, señalar las definiciones más acertadas. De este modo, se pudo ir construyendo un glosario conceptual, para luego configurar las definiciones finales de los conceptos, las cuales servirían de base conceptual de la unidad. Luego, a medida que el desarrollo de contenidos fue avanzando, se fueron agregando otros conceptos como los de transmisión del calor, cambios de estado y dilatación térmica. Cada uno de los conceptos agregados se relacionó a los anteriormente vistos.

De lo trabajado a partir de la bibliografía y las discusiones realizadas en clase, se establecieron las siguientes bases teóricas para la unidad trabajada:

- **Temperatura:** la temperatura nos sirve, en primera instancia para diferenciar lo que se denomina estados térmicos de los sistemas. Es decir, nos permite diferenciar sistemas calientes de sistemas fríos, pero en forma precisa (a diferencia del tacto) a partir del uso de termómetros. Microscópicamente, la temperatura está ligada al grado de agitación de las partículas. Esto último significa que, en un cuerpo, mientras mayor sea su temperatura, más rápido se moverán sus partículas (mayor energía cinética) y también más rápido y con más amplitud vibrarán. La temperatura es una propiedad intensiva de los sistemas, esto significa que no depende de su masa (una gota de agua a 80°C tiene igual temperatura que un litro de agua a 80°C . En ambos sistemas, el nivel de agitación de las partículas es el mismo).

- **Calor:** es el proceso de intercambio de energía entre dos sistemas, impulsado por una desigualdad en sus temperaturas. Sin importar las masas relativas de cada sistema, el de mayor temperatura le entregará energía al de menor temperatura, de modo que, en este proceso, el más caliente se irá enfriando y el más frío se irá calentando. Si el tiempo en que esto ocurre es suficiente, llegará un momento en que las temperaturas se igualarán alcanzando lo que se denomina como “equilibrio térmico”. Destaquemos que, el calor es tal mientras se transmite de un sistema a otro. Es decir, mientras la energía se transfiere de un sistema a otro (por conducción, convección y radiación) se denomina calor (al proceso). Una vez que esta energía se transfirió al sistema de menor temperatura pasa a formar parte de la Energía Interna. También la energía que posee el cuerpo de mayor temperatura se denomina Energía Interna. Esta energía interna es la energía almacenada en la materia y depende, entre otras cosas, de la temperatura.

- **Termómetros:** dispositivos que sirven para medir la temperatura. Dado que la temperatura depende de la energía cinética de las partículas, para medirla, debíamos

contar son un “velocímetro microscópico”, algo que, es imposible. Es por ello que, la temperatura se mide a partir de aprovechar las “propiedades termométricas”, que son aquellas propiedades que son afectadas por la temperatura. Un ejemplo de estas propiedades termométricas es el volumen. Mientras mayor es el grado de agitación de las partículas, más se separan estas y mayor volumen ocupan (algo que estudiaremos luego al ver la dilatación térmica). Otros ejemplos son la presión de un gas, la resistencia eléctrica, la emisión de ondas infrarrojas, etc).

Los conceptos vistos se continuaron trabajando, al comienzo de cada módulo de clases. En estas intervenciones, el profesor efectuó una breve revisión teórica, efectuando las preguntas principales de la guía e invitando a los alumnos a responderlas, expresándoles que, de ser posible lo hicieran con sus propias palabras (en lugar de tratar de recordar definiciones precisas). También, el profesor, en esta situación, los alentaba a participar indicándoles que no tuvieran temor a equivocarse, que no se trataba de una situación de evaluación, sino que se hacía para reafirmar los conceptos y tener información de cómo iban progresando los cambios en sus preconcepciones. Los alumnos participaban levantando la mano para responder y luego de cada respuesta se realizaba una breve discusión donde se destacaban los aspectos correctos y se hacían notar aquellos que no eran correctos o bien tenían cierta ambigüedad que podía llevar a confusión.

Una vez avanzada la unidad, cuando los alumnos ya se hallaban trabajando en la guía de problemas, el profesor disponía de un espacio al final del módulo, para que los grupos se reunieran a trabajar en los diseños experimentales. En cada uno de los grupos, se realizaban pequeñas intervenciones para atender consultas, respecto del equipamiento disponible y la

forma de utilizarlo. También en estas intervenciones, el profesor les efectuaba preguntas, de modo de hacerlos reflexionar sobre aspectos relativos a la seguridad o bien conceptuales.

También se alentaba a que los grupos continuaran reelaborando sus mapas y agregando los conceptos que iban surgiendo, al avanzar la unidad.

3.8.4 Resolución de problemas abiertos.

Al asistir a biblioteca, los alumnos también debían buscar la ecuación básica de la calorimetría, que permite calcular cantidades de calor absorbidas o cedidas por un cuerpo, variando su temperatura (calor sensible). A la clase siguiente en el aula, se escribió la ecuación en el pizarrón y se analizaron los factores intervinientes en ella, así como sus unidades. Luego de esto se comenzó a trabajar en primera instancia, con problemas típicos, dónde los estudiantes debían calcular alguna de las variables, de modo que se familiarizaran con la ecuación, en una primera instancia. Luego se fueron atendiendo las dificultades que se iban presentando, en general, relacionadas a las matemáticas (despeje de ecuaciones), aunque también tuvieron problemas con la coherencia de las unidades y la identificación de las variables en los enunciados.

Respecto de la resolución del problema abierto, se realizan aquí algunos breves comentarios, pues si bien son considerados de importancia para desarrollar habilidades de pensamiento crítico, no son parte de los ejes de trabajo en este primer ciclo de la I-A.

Luego de avanzado el trabajo con los problemas tipo, se presentó, como se dijo, un problema abierto (anexo 4) de resolución grupal. Este problema les planteó una situación de mezcla calorimétrica, aunque luego las discusiones permitieron discutir otros aspectos. Luego de comenzar a trabajar, algunos estudiantes se dieron cuenta de que el problema involucraba 2 cuerpos y entonces se discutieron algunos aspectos respecto de cómo se

utilizaba aquí la ecuación de la calorimetría (igualando el calor ganado por uno al calor perdido por el otro, cambiado de signo). Se plantearon entonces, algunos problemas de mezclas calorimétricas y se trabajó con ellos. Al final de la clase, se permitió un espacio para que los grupos analizaran el problema abierto e identificaran la información que necesitaban para resolverlo. La información requerida, debía ser buscada y traída a la clase siguiente. El planteo del problema, los obligó a realizar una serie de elecciones luego de buscar la información. Estas elecciones, distintas ligeramente en cada grupo, hizo que se llegara a respuestas diferentes, pero con aspectos comunes.

Es así que al trabajar este primer problema del anexo 4, los alumnos tuvieron algunas hipótesis de sentido común, reforzadas por el trabajo con los otros problemas típicos y pudieron anticipar que la temperatura de la piscina no variaría sustancialmente al arrojar un tornillo calentado al rojo vivo dentro de ella. Ante esto, se les solicitó que fundamentaran el cumplimiento de su hipótesis mediante cálculos. Los alumnos debieron averiguar el significado de “rojo vivo” y escoger una temperatura del tornillo, también adoptar un tornillo en particular, medir su masa y averiguar el calor específico del material, así como decidir el tamaño de la piscina y la temperatura del agua, etc. En medio del trabajo, algunos alumnos se dieron cuenta de que el tornillo se podía enfriar un poco antes de ingresar al agua y surgieron discusiones en torno a ello (surgiendo así el tema de las pérdidas y anticipando el tema de los mecanismos de transmisión del calor, de la siguiente unidad temática y el efecto que tendría en la temperatura de equilibrio que se lograría. Finalmente, todos los grupos tuvieron resultados numéricos diferentes, en función de sus elecciones, pero arribaron a la misma conclusión: la temperatura de la piscina no se vería alterada perceptiblemente.

Como comentario final, puede decirse que, la resolución de problemas abiertos está en mucho mayor consonancia con el espíritu de esta I-A, pues permite que los alumnos relacionen distintas áreas de conocimiento y comiencen a tomar decisiones fundamentadas.

3.8.5 Elaboración grupal del segundo Mapa Conceptual. Evaluación del progreso en la comprensión y elaboración de los Mapas Conceptuales.

3.8.5.1 Elaboración grupal del segundo Mapa Conceptual.

Posteriormente, los estudiantes se volvieron a reunir en grupos para rehacer los Mapas Conceptuales, ahora con toda la información disponible y el trabajo desarrollado hasta el momento. Los nuevos mapas que los grupos construyeron, son los que se presentan a continuación, en las figuras que van desde la figura 16 hasta la figura 21:

Grupo 1:

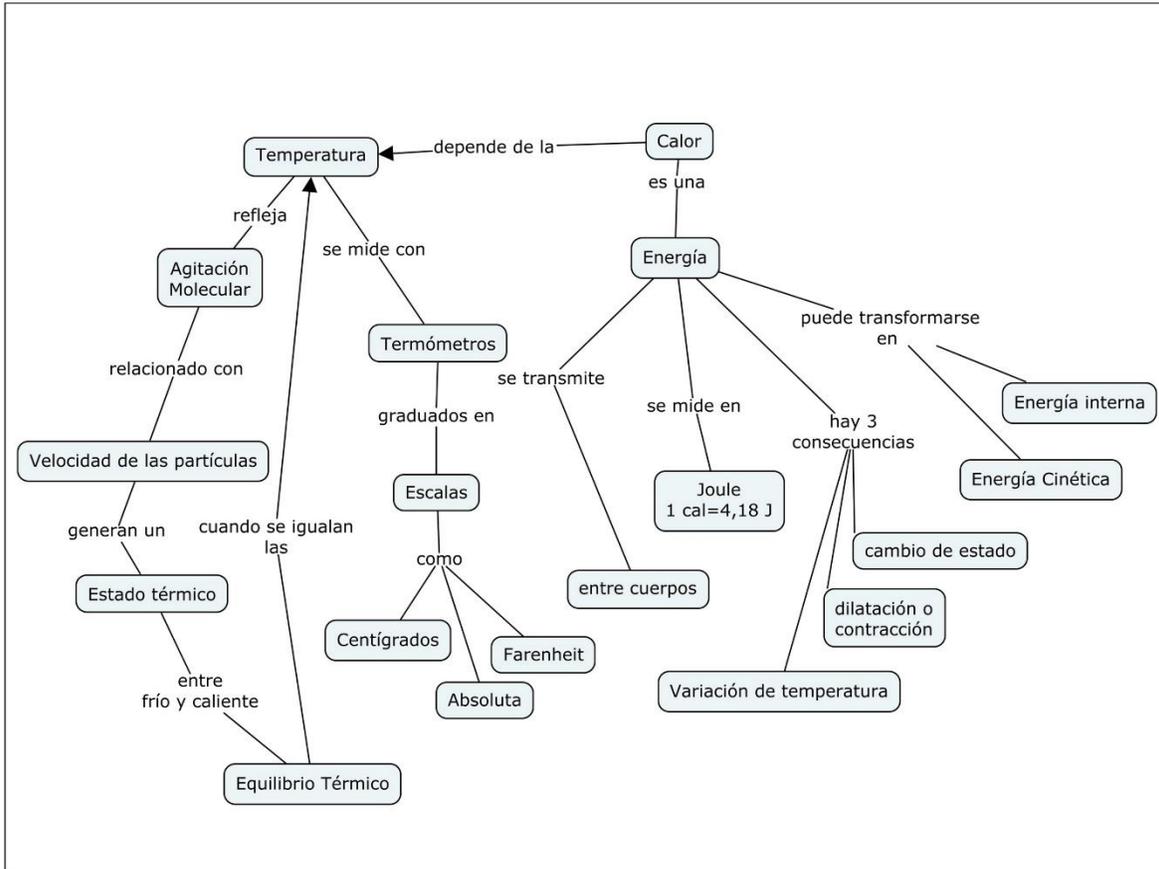


Figura 16: Mapa conceptual presentado por el grupo 1, al finalizar la unidad temática.

Análisis: este mapa posee una buena organización en cuanto a jerarquía y es además visualmente impactante. Posee los conceptos correctamente presentados y tiene las palabras de enlace adecuadas. En cuanto a lo conceptual, la gran mayoría de las proposiciones son correctas y el mapa es bastante completo, pero posee una sola conexión transversal y de ese modo no permite apreciar claramente la relación que vincula al concepto de Calor con el de temperatura.

Grupo 2:

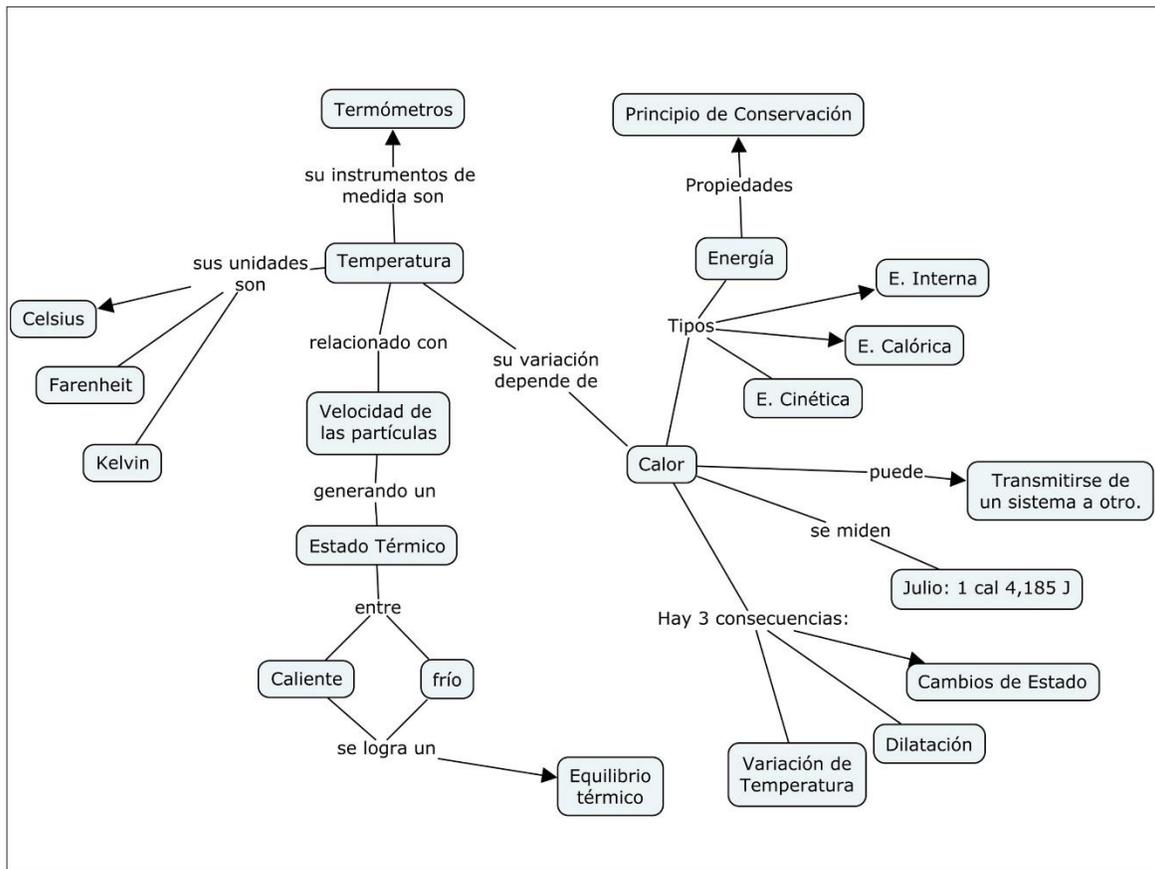


Figura 17: Mapa conceptual presentado por el grupo 2, al finalizar la unidad temática.

Análisis: este mapa, si bien posee los conceptos trabajados correctamente presentados, posee una organización jerárquica que puede mejorarse ya que han colocado en la parte superior a los termómetros, por ejemplo. En cuanto a lo visual, es correcto y posee, además, todas las frases/palabras de enlace, con las flechas necesarias para indicar la relación de jerarquía (quizás algunas innecesarias). El mapa posee también los conceptos trabajados y las proposiciones conceptuales son en general correctas, con algunas imprecisiones menores (no ponen el símbolo de grado, en Celsius y Fahrenheit- la palabra de enlace “entre” no es totalmente clara para esa proposición). Solamente posee una sola conexión transversal

por lo que puede trabajarse aún bastante enriqueciéndolo en ese sentido y también podría eliminarse alguna repetición, así como frases dentro de los óvalos.

Grupo 3:

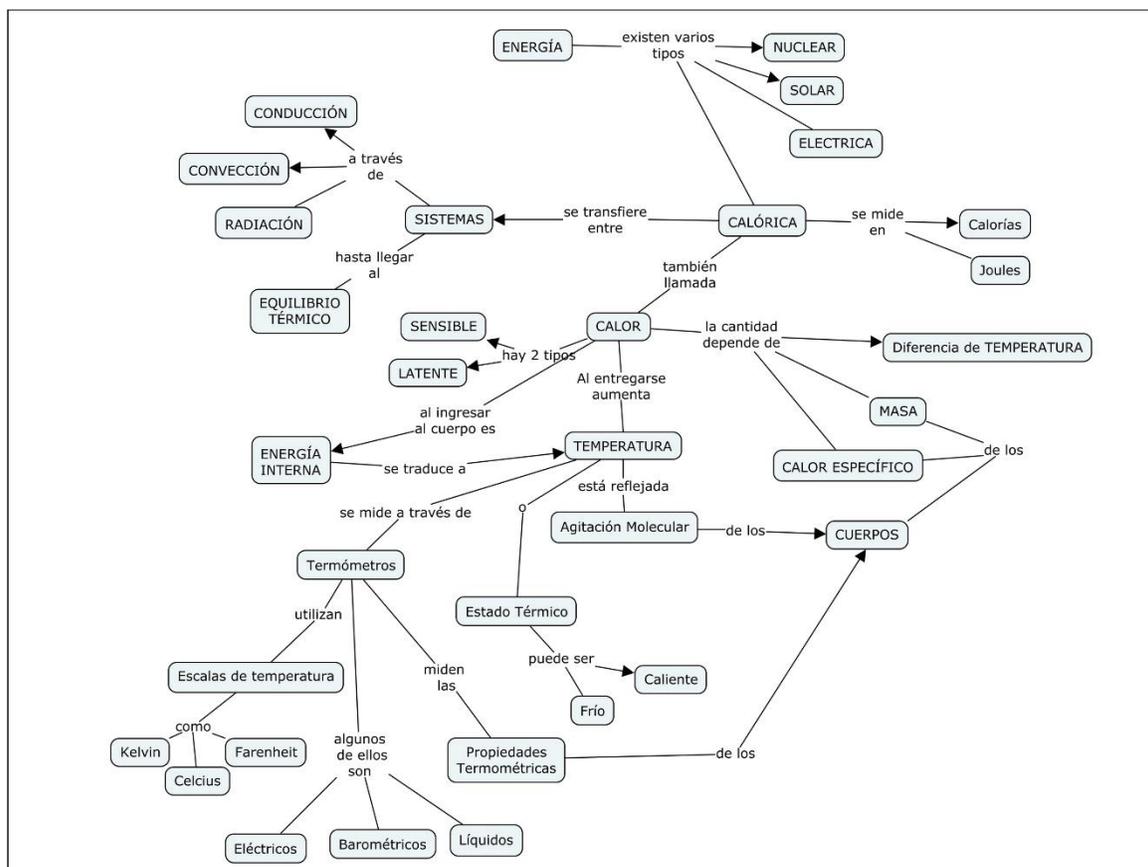


Figura 18: Mapa conceptual presentado por el grupo 3, al finalizar la unidad temática.

Análisis: en este mapa, en primer lugar, puede apreciarse un gran impacto visual, incluyendo la totalidad de los conceptos abordados (correctamente presentados) y con palabras/frases de enlace correctas. Las proposiciones que pueden construirse a partir del mapa son correctas y ha de señalarse que podrían haber eliminado algunas repeticiones (Temperatura) y reestructurar en base a ello algunas conexiones.

Grupo 4:

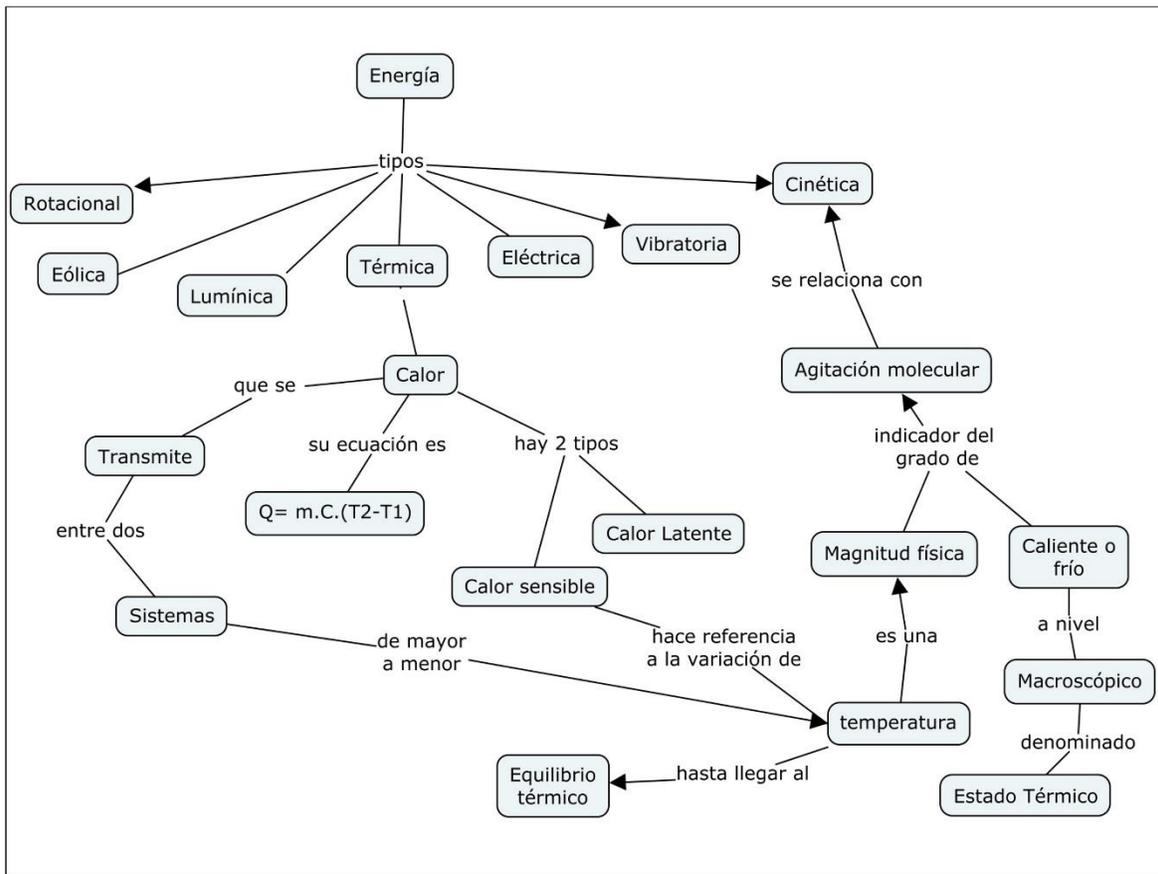


Figura 19: Mapa conceptual presentado por el grupo 4, al finalizar la unidad temática.

Análisis: este mapa, si bien no es visualmente tan impactante como el del grupo anterior, posee también los conceptos trabajados presentados de manera correcta y, si bien posee una organización jerárquica que puede mejorarse (colocando en un lugar más destacado a la temperatura) tiene una muy buena corrección conceptual en las proposiciones y existen además varias relaciones cruzadas, que posibilitan evitar las repeticiones y las frases. En resumen, como todo mapa, podría mejorarse, pero se considera sumamente positivo el hecho de que estos alumnos hayan podido arribar a este mapa en la instancia final.

Grupo 5:

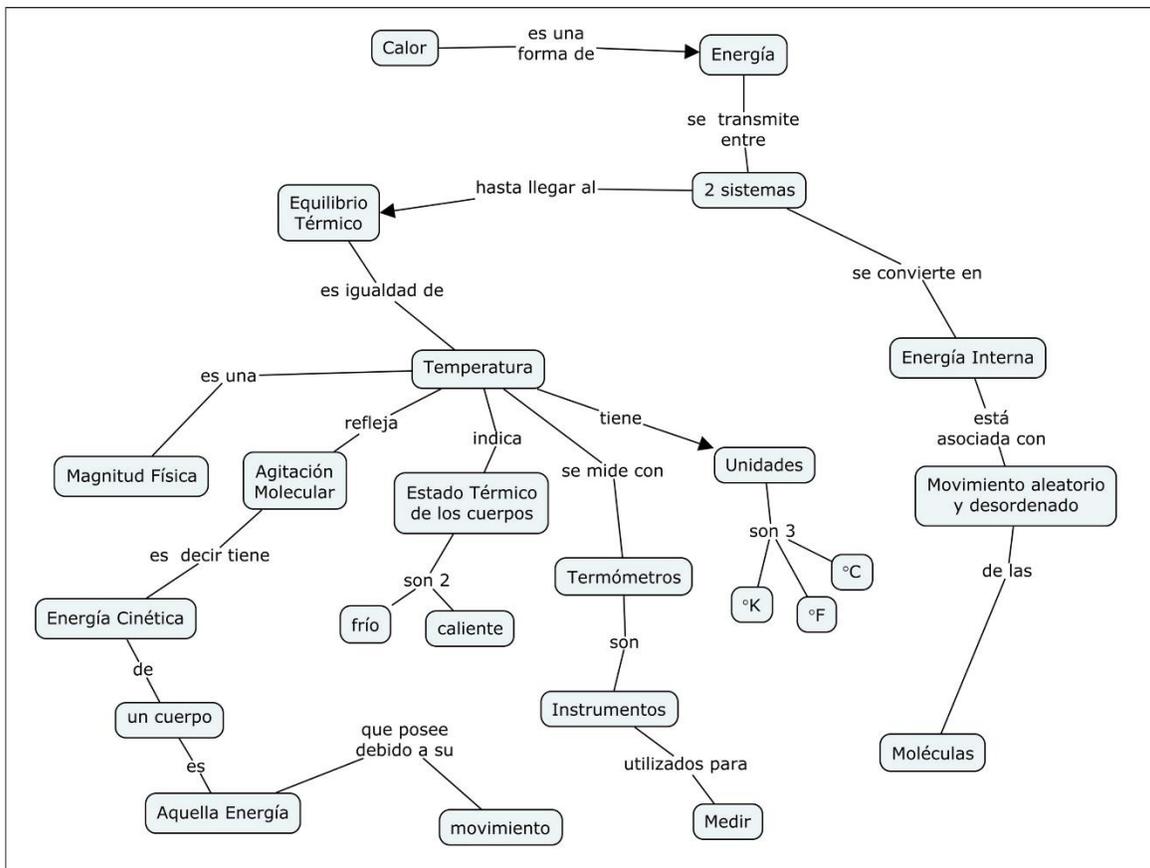


Figura 20: Mapa conceptual presentado por el grupo 5, al finalizar la unidad temática.

Análisis: el mapa de este grupo tiene una buena presentación visual y sus conceptos se hallan correctamente presentados y con las frases/palabras de enlace también correctas. En cuanto a los contenidos desarrollados, se hallan los principales, pero no incluye a todos los abordados. Las proposiciones que permite reconstruir son en general correctas y los errores conceptuales que pueden destacarse son: el hecho de asociar la Temperatura a la Energía Cinética de un cuerpo en su conjunto (en lugar de a la de sus partículas), poner a la Energía Interna vinculada directa y exclusivamente al movimiento de partículas (confundiendo este concepto con el de temperatura), así como poner “ $^{\circ}\text{K}$ ” en lugar de “ K ”.

En cuanto a las relaciones cruzadas, no posee ninguna y tiene además redundancias (en la parte de termómetros).

Grupo 6:

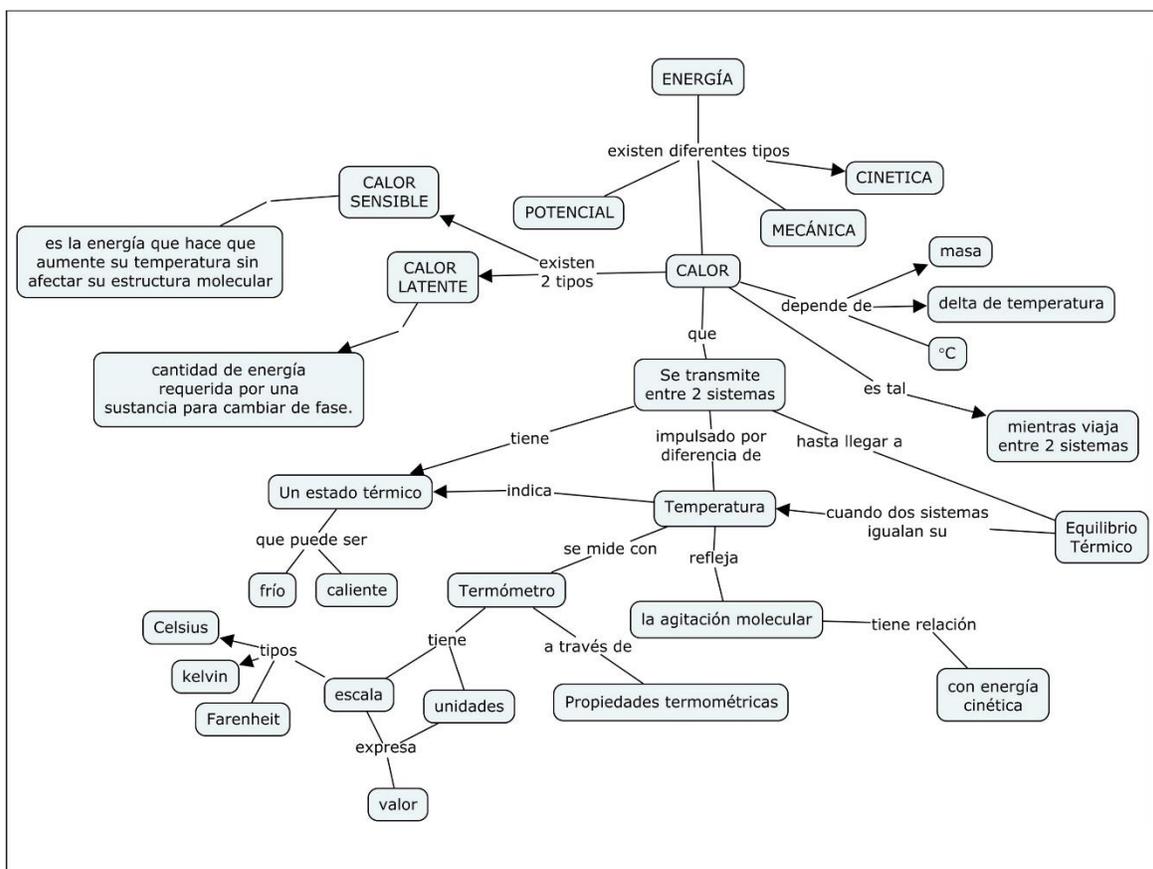


Figura 21: Mapa conceptual presentado por el grupo 6, al finalizar la unidad temática.

Análisis: en ese caso, el mapa posee una buena organización jerárquica, con los conceptos correctamente presentados y vinculados por palabras/frases de enlace correctas. Visualmente es también bueno, aunque podría haberse trabajado mejorando la separación entre algunos óvalos para diferenciar mejor las proposiciones. El mapa posee relaciones cruzadas y las proposiciones son correctas, pero al haber incluido oraciones en lugar de conceptos, puede llevar a confusión para quien lo analiza, sin contar con la explicación de sus autores.

3.8.5.2 Evaluación del progreso en la comprensión y elaboración de los Mapas Conceptuales.

En términos generales, todos los grupos muestran una clara evolución en la construcción de sus mapas, en especial en la complejidad de los elaborados al final, en contraste con la simpleza de los primeros. Si bien tuvieron que reelaborarlos luego de una revisión y posterior devolución con indicaciones del profesor, todos los grupos arribaron a mapas más elaborados y más precisos en las definiciones conceptuales. Una de las observaciones que se hizo a más de un grupo en la construcción de sus mapas finales, fue que continuaban identificando a uno de los estados térmicos como “calor” en lugar de “caliente”. Esto podía deberse a un error conceptual a imprecisión del lenguaje, pero debe destacarse que, fueron los estudiantes quienes inmediatamente comprendieron su error y lo corrigieron al hacerles revisar los mapas y señalarles ese nodo.

Por otra parte, si se atiende solamente a los aspectos relativos a la construcción en sí de los mapas, sin efectuar consideraciones respecto de la corrección conceptual, pueden señalarse progresos notables, aunque como se sabe, una de las premisas es que un mapa conceptual nunca está terminado y cada uno de estos podría reelaborarse corrigiendo aspectos tanto conceptuales como técnicos del mapa hasta ir logrando mapas conceptuales cada vez mejores.

Grupo 1:

El grupo pasó de un mapa con falta de palabras o frases de enlace y casi ninguna corrección conceptual a otro donde aparecen la mayoría de los conceptos estudiados organizados formando proposiciones correctas en su mayoría. Podemos agregar que puede apreciarse, en este mapa final, que se ha producido cierto grado de diferenciación progresiva de los conceptos abordados en la unidad temática, pues existe un desglose partiendo de los

conceptos más generales hacia los más específicos. No obstante, el progreso notado entre el mapa inicial y el final, la ausencia de enlaces cruzados muestra que la reconciliación integradora no se produjo en un alto grado y aún podría progresar notablemente incluyendo ejemplos, así como exponer similitudes y diferencias entre los conceptos.

Grupo 2:

Este grupo comenzó con un mapa conceptual medianamente elaborado, pero con apreciaciones erróneas en las proposiciones, propias de las preconcepciones. En el mapa final, el progreso es visible, tanto en las proposiciones como en la cantidad de conceptos incluidos, mostrando un alto grado de diferenciación progresiva, aunque también en este grupo los aspectos que podrían mostrar que la reconciliación integradora se produjo, no están desarrollados en toda su potencialidad (podrían haber integrado más conceptos al mismo como, por ejemplo, calor sensible, calor latente, masa y calor específico).

Grupo 3:

El grupo 3 tiene una situación similar a la del grupo 2, en la presentación de su primer mapa, pero tiene un progreso mayor en su evolución al mapa conceptual final, tanto por la inclusión de la mayoría de los conceptos trabajados en una adecuada estructura jerárquica (mostrando una buena diferenciación progresiva), como por la existencia de mayor número de relaciones cruzadas, aunque aún podrían establecerse otras y trabajar sobre las cuestiones que atañen a la reconciliación integradora (también podrían haber incluido más conceptos como las definiciones de calor sensible y latente, así como establecer más relaciones cruzadas -tal como “equilibrio térmico” con “temperatura”-) un faltante que se observó también en los demás mapas grupales.

Grupo 4:

El grupo 4, comenzó con un mapa bastante bien elaborado en cuanto a las indicaciones constructivas del documento guía. Si bien tenía algunas falencias conceptuales comprensibles al inicio del trabajo, fue bastante completo en la inclusión de conceptos. En su mapa final, este grupo también pudo incluir la mayoría de los conceptos trabajados evidenciando que lograron cierta diferenciación progresiva. Nuevamente, los pocos enlaces cruzados y la falta de comparaciones completas o ejemplos muestran que la reconciliación integradora se produjo pero que aún puede trabajarse más en este aspecto.

Grupo 5:

El grupo 5, por su parte presentó inicialmente un mapa que incluye los conceptos principales, pero con poco desarrollo constructivo y casi ninguna corrección conceptual en las proposiciones. Al finalizar, arribaron a un mapa muy completo conceptualmente (si bien mostraba algunas redundancias y algún pequeño error) y también respondiendo a los requerimientos constructivos, con una buena presentación visual, conceptos adecuadamente presentados y frases de enlace correctas.

En el progreso de su trabajo al mapa final, se aprecia que logran considerar los conceptos principales y los presentan adecuadamente organizados mostrando una alta diferenciación progresiva, aunque aparecen algunos errores en las proposiciones, así como redundancias. Si bien lograron un mapa de buen impacto visual, con conceptos adecuadamente presentados y frases de enlace correctas, casi no existen relaciones cruzadas, así como tampoco ejemplos, similitudes y diferencias entre conceptos, dejando ver que la reconciliación integradora no ocurrió en un alto grado.

Grupo 6:

El grupo 6, al inicio presentó un mapa muy simple en su desarrollo, con oraciones en lugar de conceptos y errores de expresión en la construcción de proposiciones. El grupo finalizó presentando un mapa mucho más completo. Este último tiene algunas proposiciones que pueden desarrollarse evitando las oraciones en lugar de los conceptos, ya que en algunos casos se confunde el sentido al interpretarlo sin la explicación del sentido que el grupo quiso darle. La organización del mapa es buena, aunque también puede reestructurarse para dar mayor visibilidad a los conceptos principales y aparecen algunos enlaces cruzados y características de los conceptos que muestran cierto grado de reconciliación integradora.

Consideraciones generales:

Además, debe señalarse que, es claro que la elaboración de mapas conceptuales es un recurso que tiene un enorme potencial y debiera trabajarse en todos los espacios curriculares de modo que se convierta en una capacidad adquirida en nuestros estudiantes.

En adición a los anteriores comentarios, se pensó en contar con un instrumento adicional que permitiera valorar los distintos aspectos involucrados en la elaboración de los mapas conceptuales. Es así que, a partir del DG sobre Mapas Conceptuales para Alumnos (anexo 2), se elaboró la siguiente tabla de cotejo de indicadores, para evaluar y comparar los mapas construidos grupalmente, al inicio y final de la secuencia didáctica propuesta, de modo que se pueda establecer el progreso. Siguiendo entonces, las indicaciones de este DG, se elaboraron 11 indicadores y se optó por elegir una escala numérica con 5 niveles de logro, que incluyen los valores de 0 hasta 4, los cuales corresponden a:

- 0 No logrado.
- 1 Escasamente logrado.
- 2 Aceptable.

- 3 Logrado satisfactoriamente.
- 4 Completamente logrado.

En el anexo 6, se encuentran más detalles acerca de los criterios seguidos en cada indicador. De este modo, el puntaje de los mapas tendría valores entre 0 y 44, en los extremos de logro conseguidos por los grupos. No obstante, debe aclararse aquí que, esta lista no es definitiva y, a medida que se la use podrá ser analizada y modificada, en pos de producir mejoras o adecuaciones.

Se muestran a continuación las tablas de cotejo diseñadas y las puntuaciones asignadas a los mapas iniciales y finales de cada grupo.

Lista de cotejo para evaluar mapas conceptuales.		
Cada indicador se valorará de acuerdo a los siguientes parámetros: 0-No logrado. 1-Escasamente logrado. 2- Aceptable. 3- Logrado satisfactoriamente. 4-Completamente logrado.	GRUPO N° 1	
INDICADOR	Puntuación	
	INICIAL	FINAL
1-El mapa tiene los conceptos principales que corresponden a la guía de preguntas.	3	4
2-Los conceptos se hallan encerrados en óvalos o rectángulos.	4	4
3-El mapa posee todas las palabras/frases de enlace y son adecuadas.	0	4
4-El mapa permite reconstruir las proposiciones entregadas como respuestas/trabajadas en la puesta en común.	1	3
5-Las proposiciones del mapa son correctas, conceptualmente.	1	3
6-El mapa es visualmente impactante.	0	3
7-El mapa tiene una jerarquía adecuada.	3	3
8-El mapa tiene las flechas necesarias para establecer jerarquía.	4	4
9-En el mapa no se repiten conceptos.	4	4
10-El mapa posee relaciones transversales.	0	0
11-El mapa no posee oraciones.	4	4
Total	24	36

Tabla 2: Lista de cotejo: mapas conceptuales elaborados por el grupo 1.

Lista de cotejo para evaluar mapas conceptuales.		
Cada indicador se valorará de acuerdo a los siguientes parámetros: 0-No logrado. 1-Escasamente logrado. 2- Aceptable. 3- Logrado satisfactoriamente. 4-Completamente logrado.	GRUPO N° 2	
INDICADOR	Puntuación	
	INICIAL	FINAL
1-El mapa tiene los conceptos principales que corresponden a la guía de preguntas.	3	4
2-Los conceptos se hallan encerrados en óvalos o rectángulos.	4	4
3-El mapa posee todas las palabras/frases de enlace y son adecuadas.	4	4
4-El mapa permite reconstruir las proposiciones entregadas como respuestas/trabajadas en la puesta en común.	2	4
5-Las proposiciones del mapa son correctas, conceptualmente.	2	4
6-El mapa es visualmente impactante.	3	3
7-El mapa tiene una jerarquía adecuada.	2	4
8-El mapa tiene las flechas necesarias para establecer jerarquía.	4	4
9-En el mapa no se repiten conceptos.	4	4
10-El mapa posee relaciones transversales.	1	1
11-El mapa no posee oraciones.	4	3
Total	33	39

Tabla 3: Lista de cotejo: mapas conceptuales elaborados por el grupo 2.

Lista de cotejo para evaluar mapas conceptuales.		
Cada indicador se valorará de acuerdo a los siguientes parámetros: 0-No logrado. 1-Escasamente logrado. 2- Aceptable. 3- Logrado satisfactoriamente. 4-Completamente logrado.	GRUPO N° 3	
INDICADOR	Puntuación	
	INICIAL	FINAL
1-El mapa tiene los conceptos principales que corresponden a la guía de preguntas.	4	4
2-Los conceptos se hallan encerrados en óvalos o rectángulos.	4	4
3-El mapa posee todas las palabras/frases de enlace y son adecuadas.	3	4
4-El mapa permite reconstruir las proposiciones entregadas como respuestas/trabajadas en la puesta en común.	3	3
5-Las proposiciones del mapa son correctas, conceptualmente.	2	4
6-El mapa es visualmente impactante.	3	4
7-El mapa tiene una jerarquía adecuada.	3	3
8-El mapa tiene las flechas necesarias para establecer jerarquía.	4	4
9-En el mapa no se repiten conceptos.	4	4
10-El mapa posee relaciones transversales.	0	2
11-El mapa no posee oraciones.	4	4
Total	34	40

Tabla 4: Lista de cotejo: mapas conceptuales elaborados por el grupo 3.

Lista de cotejo para evaluar mapas conceptuales.		
Cada indicador se valorará de acuerdo a los siguientes parámetros: 0-No logrado. 1-Escasamente logrado. 2- Aceptable. 3- Logrado satisfactoriamente. 4-Completamente logrado.	GRUPO N° 4	
INDICADOR	Puntuación	
	INICIAL	FINAL
1-El mapa tiene los conceptos principales que corresponden a la guía de preguntas.	4	4
2-Los conceptos se hallan encerrados en óvalos o rectángulos.	4	4
3-El mapa posee todas las palabras/frases de enlace y son adecuadas.	2	4
4-El mapa permite reconstruir las proposiciones entregadas como respuestas/trabajadas en la puesta en común.	3	3
5-Las proposiciones del mapa son correctas, conceptualmente.	2	3
6-El mapa es visualmente impactante.	2	4
7-El mapa tiene una jerarquía adecuada.	3	3
8-El mapa tiene las flechas necesarias para establecer jerarquía.	4	3
9-En el mapa no se repiten conceptos.	3	4
10-El mapa posee relaciones transversales.	1	2
11-El mapa no posee oraciones.	2	4
Total	30	38

Tabla 5: Lista de cotejo: mapas conceptuales elaborados por el grupo 4.

Lista de cotejo para evaluar mapas conceptuales.		
Cada indicador se valorará de acuerdo a los siguientes parámetros: 0-No logrado. 1-Escasamente logrado. 2- Aceptable. 3- Logrado satisfactoriamente. 4-Completamente logrado.	GRUPO N° 5	
INDICADOR	Puntuación	
	INICIAL	FINAL
1-El mapa tiene los conceptos principales que corresponden a la guía de preguntas.	3	4
2-Los conceptos se hallan encerrados en óvalos o rectángulos.	4	4
3-El mapa posee todas las palabras/frases de enlace y son adecuadas.	3	4
4-El mapa permite reconstruir las proposiciones entregadas como respuestas/trabajadas en la puesta en común.	2	3
5-Las proposiciones del mapa son correctas, conceptualmente.	1	3
6-El mapa es visualmente impactante.	1	4
7-El mapa tiene una jerarquía adecuada.	2	4
8-El mapa tiene las flechas necesarias para establecer jerarquía.	0	4
9-En el mapa no se repiten conceptos.	4	4
10-El mapa posee relaciones transversales.	1	0
11-El mapa no posee oraciones.	4	3
Total	25	37

Tabla 6: Lista de cotejo: mapas conceptuales elaborados por el grupo 5.

Lista de cotejo para evaluar mapas conceptuales.		
Cada indicador se valorará de acuerdo a los siguientes parámetros: 0-No logrado. 1-Escasamente logrado. 2- Aceptable. 3- Logrado satisfactoriamente. 4-Completamente logrado.	GRUPO N° 6	
INDICADOR	Puntuación	
	INICIAL	FINAL
1-El mapa tiene los conceptos principales que corresponden a la guía de preguntas.	4	3
2-Los conceptos se hallan encerrados en óvalos o rectángulos.	4	4
3-El mapa posee todas las palabras/frases de enlace y son adecuadas.	3	3
4-El mapa permite reconstruir las proposiciones entregadas como respuestas/trabajadas en la puesta en común.	1	3
5-Las proposiciones del mapa son correctas, conceptualmente.	2	3
6-El mapa es visualmente impactante.	1	4
7-El mapa tiene una jerarquía adecuada.	3	3
8-El mapa tiene las flechas necesarias para establecer jerarquía.	4	4
9-En el mapa no se repiten conceptos.	4	4
10-El mapa posee relaciones transversales.	0	2
11-El mapa no posee oraciones.	2	2
Total	28	35

Tabla 7: Lista de cotejo: mapas conceptuales elaborados por el grupo 6.

En relación a los resultados obtenidos con este nuevo instrumento de cotejo, puede apreciarse una clara evolución de los mapas conceptuales elaborados por los grupos, entre la fase inicial y la final. Este progreso, es más notable en algunos grupos que otros, como así lo muestran los indicadores. Esto en general, puede atribuirse al hecho de que algunos grupos, cumplieron mejor las consignas de construcción de mapas conceptuales, desde el inicio, y los mapas se ajustaron bastante a lo solicitado en ese aspecto y luego, podría parecer que no se produjo un progreso sustancial. Donde sí fue apreciable el cambio y resulta de mayor interés para esta I-A, es en el indicador número 5, referido a la corrección conceptual de las afirmaciones. No obstante, también hubiese sido deseable el apreciar mayores cambios en el indicador número 10, que refleja un mejor dominio conceptual del tema.

Debe señalarse que, lo sustancial en la valoración de los mapas conceptuales es la valoración cualitativa de los cuatro indicadores principales que

recomiendan Novak & Cañas (2006) y esta lista de cotejo puede, en todo caso ayudar a sistematizar y visualizar la información.

3.8.6 Diseño experimental realizado por los alumnos, realización de las PL y discusión de resultados.

La planificación y el desarrollo de las PL se desarrolló a partir de promediar la unidad y continuó en paralelo al trabajo con la guía de problemas; y a fin de mantener la continuidad expositiva se analizará aquí. Al promediar la unidad, entonces, se les informó a que en ese momento debían realizar un trabajo experimental, que comprobara los factores intervinientes en la ecuación de calorimetría trabajada en clases. A tal fin, se les solicitó nuevamente que conformaran los grupos con los que venían trabajando para explicarles los alcances de la propuesta y lo que se esperaba de ellos, en cuanto a que debían realizar su propio diseño experimental, para luego ponerlo a prueba.

Nuevamente, se recurrió a la modalidad de poner a disposición de cada grupo un documento guía para orientarlos y hacerlos reflexionar sobre los aspectos involucrados. El documento guía preparado a tal fin, fue el documento Guía para Laboratorio Experimental.

Una vez que se conformaron los grupos, se pidió a los estudiantes que leyeran detenidamente el Guion de Pautas Indicativas (GPI) contenido en el documento guía, antes de ponerse a trabajar en el diseño. También se discutieron algunos aspectos generales respecto de la forma en que luego cada grupo iba a poner a prueba su diseño experimental, así como también algunas cuestiones operativas generales, propias de la institución. Aclaradas estas cuestiones, los grupos dispusieron de un tiempo estipulado para trabajar en ello (usualmente los 40 minutos finales del módulo de 120 minutos correspondientes a la asignatura, ubicados en un mismo día). En general, se los observó entusiasmados y en seguida

comenzaron a proponer formas de realizar los experimentos. A medida que iban surgiendo interrogantes, el profesor se acercaba a los grupos y efectuaba algunas observaciones o preguntas que los guiara. Esta orientación trató siempre de no ser direccionada durante los sucesivos momentos en que los alumnos trabajaron en sus diseños y acudieron a realizar consultas pues para esta metodología resulta importante que el docente solamente se limite a realizar sugerencias menores sin imponer su punto de vista para que sean los alumnos quienes pongan en marcha sus mecanismos de pensamiento y análisis. Esta particularidad no fue especialmente valorada por todos los grupos dado que en general están acostumbrados a trabajar con “prácticos receta” y esta modalidad les generaba un poco de ansiedad.

A continuación, se presentan los trabajos realizados por los alumnos en respuesta a la parte de la secuencia didáctica que requería que diseñaran una PL destinada a verificar la relación entre las variables de la ecuación básica de la calorimetría. Si bien existen pautas en común, el progreso del trabajo en los diferentes grupos y la forma de presentar la información fue diversificándose por lo que se optó por respetar estas presentaciones, tratando de no desvirtuarlas e introduciendo solamente algunas aclaraciones menores a los fines de establecer un hilo conductor. También se realizó en cada caso un breve análisis del progreso del grupo.

Grupo 1:

Propuesta del 24/05/2019: Este grupo elaboró su primera propuesta en esta fecha, proponiendo usar sal de cobalto y sus respuestas al GPI fueron:

- 1- a) Si el calor puede hacer reaccionar a la sal de cobalto. b) ¿Cómo actúa el calor en este material?

2- a) Nosotros pensamos que las sales tendrán distintas reacciones según sus estados, el tiempo y su cantidad de materia. b) Si, podemos adelantar que tendrá una reacción química.

3- a) Si, se puede facilitar. b) Si, ya que es lo que vamos a experimentar.

4- a) Por ahora nada. b) La variable independiente es el tiempo (Calor).

5- a) Cambios de color. b) Las sales. Son dependientes del calor. c) ¿?

6- Además de analizar la fórmula, buscamos en internet si dependerá de algún aspecto específico, que en su caso sería la temperatura.

7- Mechero, cápsula, trípode, rejilla, termómetro, calorímetro y pinza.

Análisis:

En esta primera aproximación, a pesar de estar trabajando en contexto del tema Calor y temperatura y de haber buscado la ecuación de la calorimetría, el grupo 1 no parece tener claro que es lo que deben investigar y piensan un experimento que, si bien involucra el calor, no tiene nada que ver con las variables que debe involucrar. Luego de alguna intervención del profesor, indagan acerca de las sales de cobalto y encuentran que revisten ciertos riesgos de manipulación por lo cual las descartan.

Propuesta del 31/05/2019: Para este momento, el grupo 1 seguía teniendo una idea similar en cuanto a materiales, pero ya habían cambiado la sustancia de trabajo por agua. Su procedimiento proponía medir 450 ml de agua, tomar su temperatura, verterlos en un vaso de precipitados y agregar luego el agua al calorímetro. Después, agregar 50 ml de agua en un vaso de precipitados, preparar un baño de hielo y colocar el vaso con agua dentro de él hasta que el agua alcance 5°C. Agregar estos 50 ml de agua al calorímetro y tomar la temperatura de equilibrio. Un dato adicional es que realizan la aclaración de que la fórmula del

calorímetro es $m_a \cdot C_a \cdot (T_e - T_a)$ y que consideran que pasaron de algo muy complejo a algo más simple.

Análisis:

El experimento que el grupo ha pensado ha mejorado en cuanto a la sustancia de trabajo pues han comprendido que debe ser de fácil disposición y no revestir peligros, pero no va a conducirlos de ningún modo a obtener conclusiones acerca del tema que deben investigar. A pesar de algunas observaciones del profesor, de que debían revisar las pautas e identificar las variables, continúan con esta postura y piensan sostenerla para la implementación en el laboratorio. Siguen sosteniendo el uso del calorímetro como si debieran verificar la ecuación calorimétrica de mezclas de sustancias llegando al equilibrio térmico.

Puesta en práctica y comentarios grupales del 7/06/2019: comentan que, el experimento falló rotundamente debido a que no estaba la encargada de laboratorio y no pudieron disponer del calorímetro. Lo solucionaron tratando de improvisar uno casero, aunque un integrante lo arruinó al hacer mal la perforación.

Análisis:

Además de que el diseño pensado aún no tiene forma de cumplir las pautas, el grupo no cumplió con otra de las indicaciones que era el asegurarse previamente de que todos los elementos y materiales requeridos estuvieran disponibles.

Propuesta del 7/06/2019: en este punto, el grupo parece volver al principio, en cuanto a que plantean objetivos a verificar en su borrador (¿Cómo depende Q de m?; ¿Cómo depende Q de Δt° ?) y también hipótesis ($Q \propto m$ y $Q \propto \Delta t^\circ$) identifican los factores a modificar (m es decir la cantidad de agua y Δt° o tiempo, según ellos), también identifican las variables independientes m y Δt° así como la dependiente (Q) y realizan una gráfica tentativa. En sus

palabras, fue en este momento cuando con una intervención del profesor y una explicación teórica, comprendieron que no debían medir el calor específico de una sustancia y, por lo tanto, no necesitaban un calorímetro. Proponen entonces, el siguiente dispositivo:

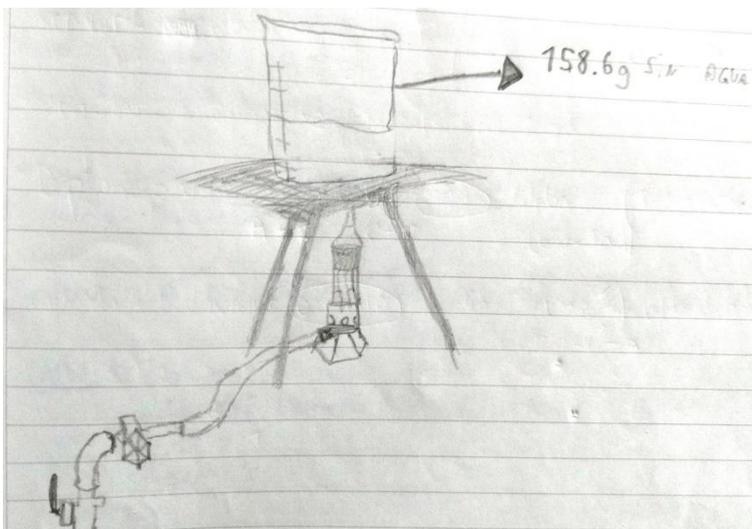


Figura 22: dispositivo experimental propuesto inicialmente por el grupo 1.

Análisis:

Recién en este punto, y luego de una intervención del profesor para que reflexionaran acerca de los objetivos del experimento los alumnos reorientan totalmente su diseño. Esto muestra que, a pesar de las explicaciones orientativas iniciales y de los DG proporcionados, existe la tendencia a comenzar a trabajar sin leer las indicaciones y sin tener una cabal comprensión de lo que se está persiguiendo.

Puesta en práctica y comentarios grupales del 2/08/2019: proponen disponer de dos vasos de precipitados con 100 ml y 200 ml de agua (comprenden que miden masa, pero pueden directamente medir volúmenes pues la densidad es la misma), respectivamente. Su hipótesis es que con el doble de masa se duplica la cantidad de calor y entonces, debe tardar el doble de tiempo, para la misma variación de temperatura (en este caso de 16°C a 40°C). Sus registros de ese día son:

$\Delta t = 40^{\circ}\text{C} - 16^{\circ}\text{C}$	Masa	Tiempo
Vaso 1	100 g	89 s
Vaso 2	200 g	180 s
Vaso 3	400 g	300 s

Tabla 8: Registros del Grupo 1, primera implementación práctica

La gráfica realizada por el grupo 1, para verificar la proporcionalidad entre calor (mediante el tiempo) y masa es:

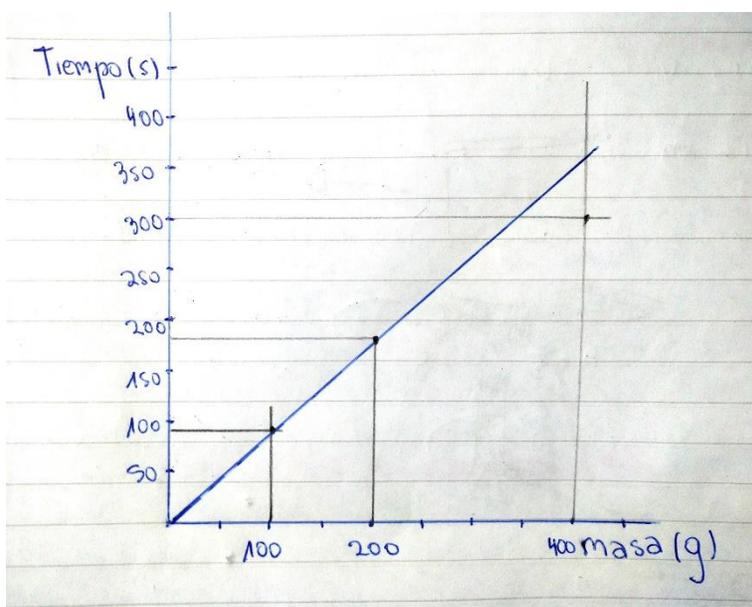


Figura 23: gráfica relativa a la dependencia entre masa y tiempo (calor) elaborada por el grupo 1.

El grupo escribe en sus conclusiones que la proporcionalidad se cumple en la primera parte, al duplicar la masa pero que no es algo “certero”, debido a la pérdida de calor. El profesor les pregunta si habiendo pérdidas de calor, debía esperarse que tardara un tiempo menor como ocurrió o si debía ser mayor. Razonan que, al haber pérdidas, el calor se desaprovecha y debería tardar más. Luego de pensar acerca de esta contradicción, uno de los alumnos se da cuenta de que debían enfriar los materiales para que el segundo vaso tenga iguales condiciones iniciales. Finalmente, repiten la experiencia consiguiendo los datos de la

tabla 2, mostrada más abajo, bastante similares a los anteriores. Por falta de tiempo, no pudieron realizar la medición para 400 g. Tampoco trabajaron acerca de la dependencia de la cantidad de calor con la variación de temperatura.

$\Delta t^\circ = 50^\circ\text{C} - 17^\circ\text{C}$	Masa	Tiempo
Vaso 1	100 g	130 s
Vaso 2	200 g	258 s
Vaso 3	400 g	No realizado

Tabla 9: Registros del Grupo 1, primera implementación práctica. Repetición.

Análisis:

Si bien los resultados obtenidos fueron buenos al duplicar la masa, al realizar la experiencia con el tercer vaso, no tuvieron en cuenta el aspecto de la entrada en régimen y al comenzar a trabajar con la tela de amianto caliente, obtuvieron un tiempo notablemente menor al esperado. No obstante, luego de algunas discusiones pudieron comprenderlo, pero no llegaron a realizarlo por falta de tiempo. En las conclusiones finales del grupo destacan el hecho de haber llevado registros de lo realizado en cada ocasión para poder revisar y rediseñar. Reconocen que, la poca ayuda recibida hasta terminar de experimentar les permitió debatir y poder poner a prueba sus propias ideas.

Grupo 2:

Propuesta del 24/05/2019: En su primera propuesta, este grupo propone utilizar agua como sustancia y sus respuestas al GPI fueron:

1- a) El problema que se investiga es que hay que comprobar, que la cantidad de calor es directamente proporcional a la masa y a la variación de temperatura. b) Si, por ejemplo ¿Es cierto que la cantidad de calor es inversamente proporcional a la variación de temperatura? ¿Es cierto que la cantidad de calor es directamente proporcional a la masa?

2- a) Si, se puede formular una hipótesis porque según lo que dice la fórmula, si va a ser directamente proporcional a la masa y a la variación de temperatura. b) No, no se puede avanzar a alguna respuesta para el problema hasta realizar la experiencia.

3- a) Si, la hipótesis te puede hacer una deducción para facilitar el diseño del experimento, ya que la hipótesis será sobre dicho experimento, esta misma te puede ayudar a saber cómo realizar el experimento o de que tratará el mismo.

4- a) Los factores que se modifican a lo largo del experimento serían la cantidad de calor, la masa y la cantidad de temperatura. b) La variable independiente es la masa o la variación de temperatura.

5- a) Los resultados que prevemos observar es la variación del calor. b) La variable dependiente es la cantidad de calor (masa y variación de temperatura). c) Lo observamos a través del termómetro.

6- Haciendo de nuevo el experimento, para verificarlo.

7- Los instrumentos que utilizaremos son: vaso de precipitados, agua, caja de Petri, mechero, cápsula, trípode, rejilla, termómetro, probeta, cronómetro, papel film, papel aluminio y bandas elásticas.

Para su diseño experimental destinado a verificar la dependencia de la cantidad de calor respecto de la masa (mostrado más abajo), proponen el siguiente procedimiento:

1. Colocar en un vaso de precipitado 100cc de agua y en otro colocar el doble (200cc).
2. Prender dos mecheros y confirmar que los dos proporcionen la misma cantidad de fuego.
3. Colocar el trípode y las rejillas en su lugar.
4. Tapar los vasos de precipitado con papel film para evitar la pérdida de calor y masa.
5. Colocar los vasos de precipitado ya tapados sobre los trípodes.
6. Dejar calentar los vasos durante 5 minutos.
7. Pasado los 5 minutos, apagar los mecheros y cuidadosamente con los termómetros, medir la temperatura de cada uno.
8. Limpiar los recipientes una vez terminado el experimento. Guardar todos los elementos utilizados.

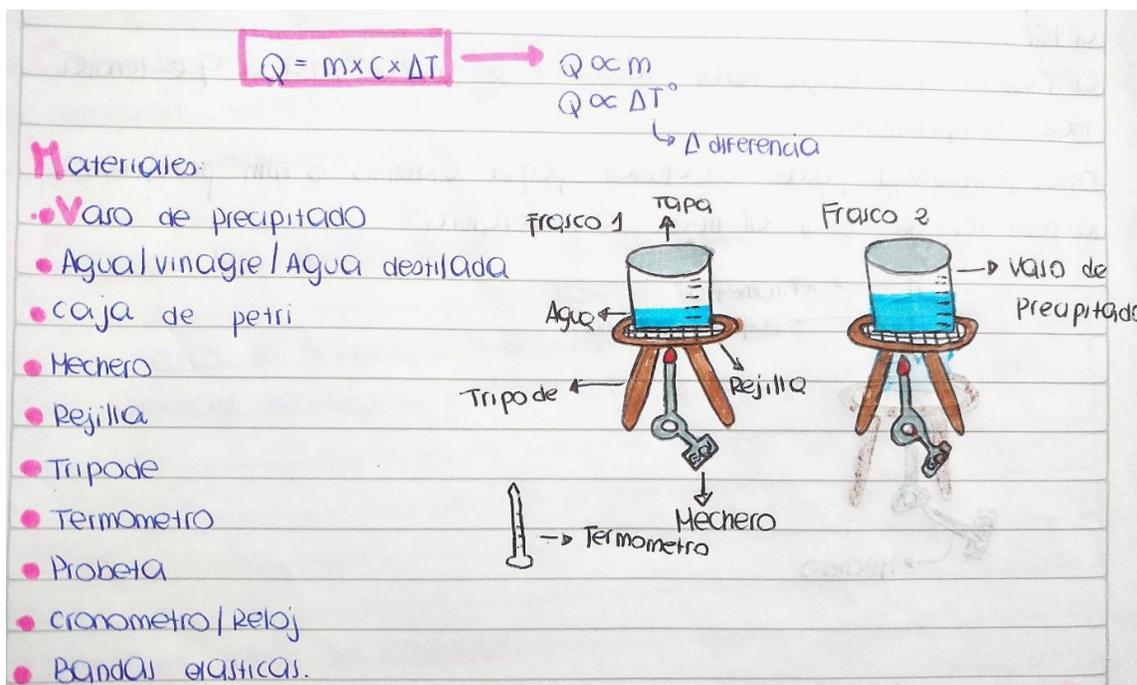


Figura 24: dispositivo experimental propuesto inicialmente por el grupo 2.

Análisis:

El grupo 2, realizó una buena elección de la sustancia al elegir agua. Tienen claro lo que quieren verificar y plantean correctamente la hipótesis y las variables intervinientes, aunque luego escriben que observaran “la variación del calor con el termómetro”. Es probable que solo se trate de un error de expresión, pues en las discusiones áulicas cuando se realizó la puesta en común de conceptos el tema pareció estar perfectamente claro. También podemos reflexionar acerca de que, con alumnos de esta edad, es necesario volver una y otra vez corrigiendo pues difícilmente puede darse un aprendizaje por definitivo tratándolo en una sola oportunidad. En el punto 6 del GPI, la respuesta correcta debía ser haciendo variar una variable a la vez y, evidentemente, no se interpretó en forma correcta lo que es un aspecto que se presentó reiteradamente en otros grupos.

Al igual que el grupo anterior, ponen las cantidades en cm^3 en lugar de g. Se refieren a la “cantidad de fuego” de los mecheros en lugar de potencia o intensidad de la llama, algo muy difícil de establecer visualmente y que debieran haber solucionado utilizando un solo mechero y una vez regulado no tocarlo más. También su procedimiento hace alusión a las medidas de seguridad en otro apartado (Precauciones).

Puesta en práctica y comentarios grupales del 7/06/2019:

Se reproducen a continuación los comentarios grupales, los datos obtenidos e imágenes de la primera implementación práctica del grupo 2: “En el primer vaso que contenía 100 cc de agua, a los 5 minutos no llegó a su punto de ebullición, es decir a los 100°C , ya que al medir su temperatura final con el termómetro indicaba 62°C - 64°C . En el segundo vaso que contenía el doble de masa que el primero, llegó a los 55°C en el mismo tiempo indicado y este tampoco llegó a su punto de ebullición. Por lo tanto, dedujimos que al primer vaso al no doblar su temperatura hubo una falla en el experimento.”

	Vaso N° 1.	Vaso N°2.
Temperatura inicial.	22°c.	22°c.
Temperatura final.	62°-64°c. (63° c)	58°c.
Variación de temperatura.	41°c.	36°c.
Masa.	100 cc.	200 cc.

Tabla 10: Registros del Grupo 2, primera implementación práctica

Luego de haber obtenido estos valores, el grupo realizó los siguientes comentarios: “La hipótesis no pudo ser comprobada debido a una falla que tuvimos en el experimento. El error o falla fue que el fuego proporcionado por las llamas del mechero era distinto en cada uno lo que provocó que entre los dos frascos no se logrará la temperatura necesaria para comprobar la hipótesis, ya que el primer frasco recibió menos cantidad de calor por lo que no alcanzó la temperatura esperada.”



Figuras 25 y 26: fotos implementación de dispositivo experimental del grupo 2.

Luego, plantean la hipótesis “Nosotras creemos que el vaso que tiene menor temperatura inicial necesitará más cantidad de calor para llegar a la temperatura final indicada en el experimento, comprobando así que la cantidad de calor es proporcional a la variación de temperatura” y proponen un segundo procedimiento para verificar la dependencia entre la cantidad de calor y la variación de temperatura:

1. Colocar en un vaso de precipitado 100cc de agua natural, y en otro 100cc de agua de la heladera.
2. Prender los mecheros y controlar que la llaman estén relativamente iguales.
3. Colocar el trípode y la rejilla en sus correspondientes lugares.
4. Tapar el vaso de precipitado con papel aluminio para evitar la pérdida de calor.
5. Colocar una gomita sobre el papel para que quede bien sujeto.
6. Poner los vasos de precipitados a calentar los dos al mismo tiempo, uno en cada mechero.
7. Dejar calentar los vasos hasta que lleguen al punto de ebullición.
8. Controlar el tiempo en el que tarda cada uno con el cronómetro.
9. A medida que el agua de los vasos de precipitado llegue a 100°C ir retirando los del fuego con cuidado.
10. Registrar datos.
11. Una vez terminado el experimento, lavar y guardar cada material utilizado en su lugar correspondiente.

Obtuvieron los siguientes registros en esta fase:

	Vaso N°1.	Vaso N°2.
Temperatura inicial.	23°C.	14°C.
Temperatura final.	100°C.	100°C.
Variación de temperatura.	77°C.	86°C.
Masa.	200cc.	200cc.
Tiempo.	15 min. 20 s	22 min.

Tabla 11: Registros del Grupo 2, primera implementación práctica. Segundo procedimiento

Con estos datos, realizan la siguiente gráfica:

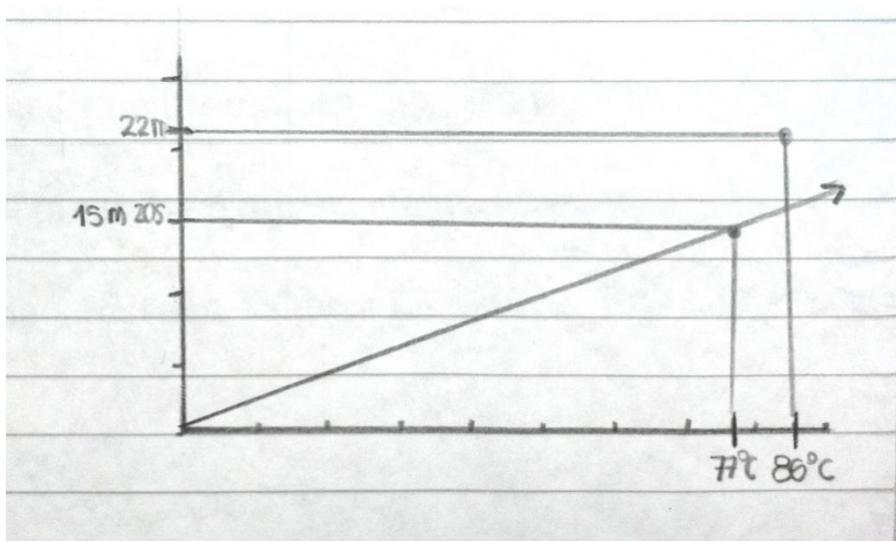


Figura 27: gráfica elaborada por el grupo 2 mostrando la dependencia del tiempo (calor) respecto de la variación de temperatura.

Los comentarios del grupo, frente a estos datos fueron:

“En este experimento tuvimos dos errores por lo que tampoco pudimos comprobar la hipótesis:

-En primer lugar, descuidamos, como en el experimento anterior, el fuego proporcionado por cada mechero (usamos uno para cada vaso), por lo que cada vaso recibió distinta cantidad de calor.

-En segundo lugar, el error que tuvimos fue dejar que cada vaso llegará al punto de ebullición (100°C) ya que perdíamos masa provocando modificaciones en el experimento.”

Análisis:

En el análisis de las respuestas al GPI, el grupo 2 no respondía correctamente al punto 6 y, justamente, el error más grande que cometen en la primera parte es que modifican ambas variables al mismo tiempo y luego atribuyen la totalidad del fracaso a no haber cuidado que

los mecheros estuvieran bien regulados. Del modo en que trabajaron en la primera parte, se hizo muy difícil que ellos por sí mismos comprendieran la forma en que debían procesar los datos para verificar la ecuación de calorimetría. Así como lo plantearon, modificando ambas variables, la única posibilidad que tenían era asignar una cantidad de unidades de energía a los 5 minutos de funcionamiento del mechero (por ejemplo 300 J), luego dividir esta cantidad por el producto de la masa por la variación de temperatura obtenidas en cada vaso y ese resultado debiera aproximarse a una constante (no el calor específico verdadero pues la cantidad de calor se asignó arbitrariamente). Verificando esto, se obtienen entonces los siguientes valores:

$$C_1 = \frac{300 J}{100 g \cdot 41^\circ C} = 0,073 \frac{J}{g \cdot ^\circ C}$$

$$C_2 = \frac{300 J}{200 g \cdot 36^\circ C} = 0,041 \frac{J}{g \cdot ^\circ C}$$

Lo que claramente muestra que los errores cometidos incidieron sustancialmente ya que los valores difieren en demasía.

En la segunda parte, corrigen el aspecto de modificar ambas variables, dejando constante la masa, pero trabajan nuevamente a ebullición, lo que implica cambio de fase y no dejan claro en sus observaciones en que momento detuvieron el cronómetro (al llegar a 100°C o bien al observar la ebullición), sin mencionar que el punto de ebullición puede ser engañoso para determinar su inicio. Por otra parte, en su procedimiento indican que, primero los retiran del fuego y luego leen la temperatura, con lo cual el punto final queda aún más indefinido. En la primera parte no pudieron realizar una gráfica o procesar de algún modo

sus registros. En la segunda, si bien elaboran una gráfica, no la mencionan para justificar su afirmación de que no pudieron verificar la hipótesis.

Puesta en práctica y comentarios grupales del 2/08/2019:

El grupo 2, propone ahora un procedimiento similar al primero para analizar la dependencia de la cantidad de calor respecto de la masa, pero cambiando solamente el tiempo a 3 minutos, en lugar de los 5 anteriores.

	Vaso N° 1.	Vaso N° 2.
Temperatura inicial.	20°C.	20°C.
Temperatura final.	100°C.	50°C.
Variación de temperatura.	80°C.	30°C.
Masa.	100g.	200g.

Tabla 12: Registros del Grupo 2, segunda implementación práctica.

En sus observaciones, el grupo registra lo siguiente: “Modificamos dos variables a la vez, masa y temperatura. Al arreglar el problema que tuvimos en la primera vez que hicimos el experimento, fuimos colocando un vaso a la vez en el mismo mechero sin tocar la llave de gas para no modificar la llama, pudimos comprobar la hipótesis ya que el vaso que tenía 100g de agua logró llegar al doble de temperatura del vaso 2. Por lo tanto, la cantidad de calor adquirida por un cuerpo es proporcional a la masa.”

Proponen también algo similar para verificar como depende la cantidad de calor respecto de la variación de temperatura, dejando constante la masa en 100 g en cada vaso y calentando ambos hasta 50°C, pero partiendo de temperaturas distintas (uno en la heladera). Los datos obtenidos se muestran en la siguiente tabla:

	Vaso N°1.	Vaso N°2.
Temperatura inicial.	20°C.	7°C.
Temperatura final.	50°C.	50°C.
Δt°	30°C.	43°C.
Masa.	200g.	200g.
Tiempo.	3 min. 20 s	7 min. 20 s

Tabla 13: Registros del Grupo 2, segunda implementación práctica. Opción b.

En este caso, realizaron una gráfica para estos registros:

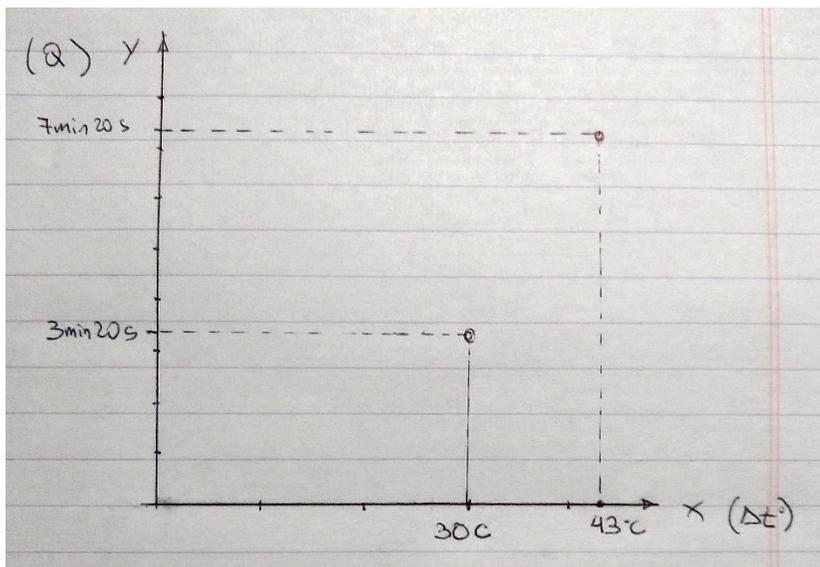


Figura 28: segunda gráfica presentada por el grupo 2 mostrando la dependencia del tiempo (calor) respecto de la variación de temperatura.

En sus observaciones indican: “Ninguno de los vasos llegó a la ebullición. Esta vez modificamos la temperatura final de 100°C a 50°C lo que evitó la pérdida de masa y usamos el mismo mechero para los vasos, lo que permitió que los dos recibieran la misma cantidad de calor. Pudimos comprobar la hipótesis ya que sin estos factores que pudieran modificar el

experimento, el vaso N°2 necesitó estar más tiempo calentándose para llegar a la temperatura predispuesta.”

También, ellos mismos hicieron una revisión final, después de algunas reflexiones del docente en el aula, y en este caso, sus anotaciones fueron:

“Correcciones:

- ❖ Pregunta número 5: La variable dependiente es la cantidad de calor, ya que depende de la masa y la variación de temperatura siendo estas dos últimas las variables independientes.
- ❖ Los resultados que se prevén observar es la variación del calor, que se mide a través del tiempo.
- ❖ Lo que pusimos es erróneo, ya que el vaso que tenga más cantidad de masa será el que absorberá más cantidad de calor, y el que tenga menos cantidad de masa, absorberá menos cantidad de calor.
- ❖ La unidad en la que se mide el agua en este caso es en gramos, no en centímetros cúbicos, ya que estamos midiendo masa no volumen.

Anotaciones y datos obtenidos del experimento 1:

- ❖ El primer vaso no doblo la variación de temperatura, por eso hubo una falla en el experimento.

Es variación de temperatura, porque no es lo mismo variación que temperatura.

- ❖ La unidad de medida del tiempo tiene que estar dada en segundos, entonces el tiempo que tardó cada vaso es:

Vaso 1: 920 segundos.

Vaso 2: 1.320 segundos.

- ❖ La unidad de medida del tiempo tiene que estar dada en segundos, entonces el tiempo que tardó cada vaso es:

Vaso 1: 200 segundos.

Vaso 2: 440 segundos.

- ❖ En las observaciones que pusimos, nos dimos cuenta que no exactamente a los 3 minutos empezó a llegar al punto de ebullición, sino que antes se notó que el agua empezó a tener presencia de burbujas.
- ❖ No debimos retirar el vaso porque ocasiona pérdida de calor.

En conclusión:

El primer experimento tiene errores en el diseño ya que debíamos variar solamente la masa y dejar una variación de temperatura fija para ambos vasos. El segundo experimento también tiene errores en el diseño ya que solamente debíamos variar la variación de temperatura y colocar un tiempo y masa fijos para ambos vasos.”

Análisis:

Muchos de los errores cometidos por el grupo ya fueron revisados por ellos mismos en sus correcciones y conclusiones por lo que aquí no se detallarán nuevamente. Quizás podría agregarse una observación respecto a que, a pesar de todo lo trabajado, finalmente siguen insistiendo en trabajar con un tiempo fijo, siendo que esa debía ser la variable a medir y ellos mismos así lo reconocen. Es posible hacer deducciones de otras formas, pero no son tan fácilmente visibles las relaciones.

Grupo 3:

Propuesta del 26/04/2019: En su primera propuesta, este grupo se pone a trabajar en el diseño sin responder primero al GPI y producen lo siguiente:

- Un primer diseño tentativo del grupo, propone: “Medir la transferencia de un material conductor al aire. Esto se hará colocando un metal conductor frente a un pequeño ventilador y, al calentar la placa de metal y encender el ventilador, medir la transferencia de calor que ocurra en el aire”.

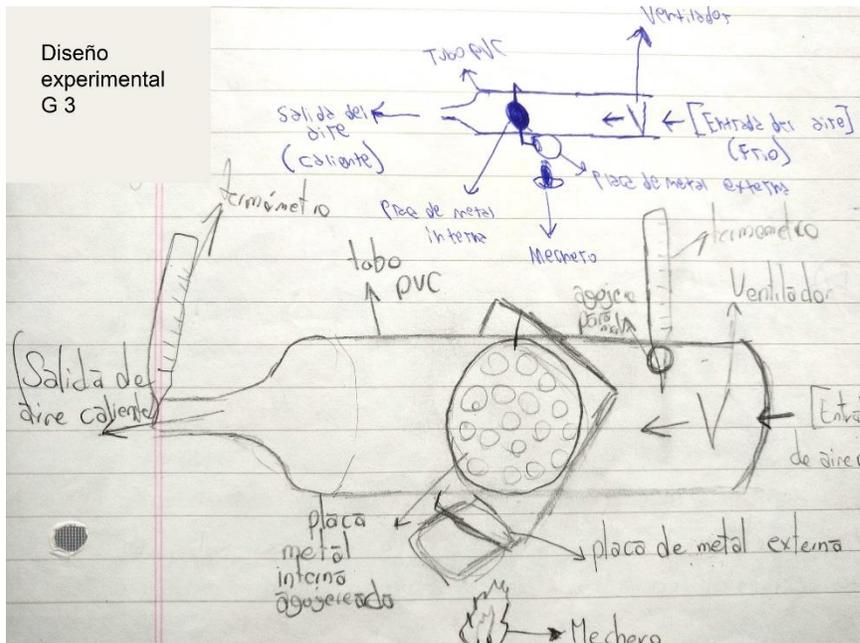


Figura 29: esquema del primer diseño experimental presentado por el grupo 3.

-La segunda propuesta grupal es: “colocar una olla sobre un trípode y debajo de este un mechero en la olla (de un material muy buen conductor como el aluminio), colocar una medida de agua, medir la temperatura de la sustancia a temperatura ambiente y después de calentada, repetir el proceso con otra cantidad de sustancia.”

El grupo también registra las complicaciones que pueden presentarse: “agua con minerales (usar agua destilada), viento (zona con menor viento posible), luz solar (bajo techo).

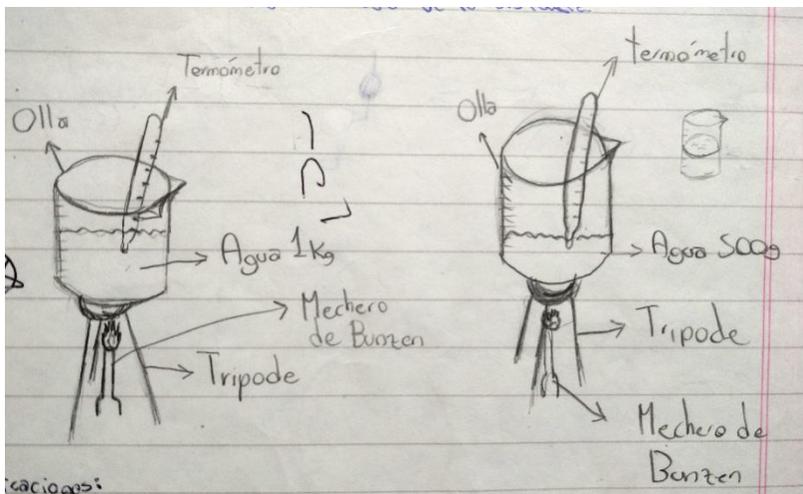


Figura 30: esquema del segundo diseño experimental inicial presentado por el grupo 3.

Análisis:

Si bien se solicitó a los alumnos que registren todas las ideas que se presentaran es evidente que el primer diseño, no responde al problema investigado tal como está planteado. Se puede acotar como observación que, existe cierta tendencia en los alumnos a producir diseños complicados y aparatosos, quizás en la preconcepción de que esto es más valorado por sobre los diseños simples. Luego en la propuesta alternativa, sin embargo, proponen un diseño con muchas más posibilidades de obtener resultados positivos.

Propuesta del 31/05/2019: en este desarrollo, si bien el grupo no responde puntualmente a los ítems del GPI, hace un análisis previo que responde en parte a estos y les ayuda a orientar su trabajo. En esta oportunidad, el grupo 3 registró lo siguiente:

“En base a los conceptos profundamente desarrollados en clase tales como el calor, la temperatura, entre muchos otros conceptos derivados hicimos (y en este informe explicamos) un proyecto para investigar, con el fin de comprobar a través de nuestra propia experiencia, las leyes y efectos que se encuentran envueltos en este tema con el fin de mejorar nuestro aprendizaje y deducción lógica a la hora de hacer experimentos y adquirir los conceptos de

una manera más profunda a través de la práctica. Si bien en la teoría es fácil de entender el hecho de cómo funciona el calor y la temperatura como propiedad de la materia era necesario poder experimentar con esa teoría y comprobarla, por eso mismo se escogieron 2 problemas a investigar los cuales fueron la relación del calor con respecto a las variaciones de la masa de un sistema idéntico y de la variación de la diferencia de temperatura (ΔT) de otro sistema idéntico. Dicho esto, los problemas se resuelven a las siguientes preguntas:

- ¿Cuál es la relación entre el calor y la masa de un sistema?
- ¿Cuál es la relación entre el calor y la diferencia de temperatura (ΔT) de un sistema?

Una vez ya formuladas las preguntas claves aclaramos ciertos puntos para el desarrollo del experimento, para comenzar sabemos que, dependiendo en cada caso la variable independiente del sistema va a ser la masa o la diferencia de temperatura. Por otro lado, la variable dependiente de los sistemas va a ser siempre el calor ya que depende de la variable independiente, por su parte el calor será medido a través del tiempo, es decir, mientras mayor sea el tiempo al que a un sistema se le entregue calor significa por simple lógica que el calor entregado será mayor esto implica que utilizaremos el tiempo como medida indirecta del calor.”

Proponen en este caso dos hipótesis para trabajar:

“La Relación entre el Calor y la Masa: Si en 2 sistemas idénticos, utilizando el mismo material y por lo tanto el mismo calor específico representado como c y la misma diferencia de temperatura representada como ΔT , se les varía la masa (m) en proporciones iguales (el doble) y descontando las pérdidas y/o ganancias de calor debería de haber una diferencia del doble entre las ecuaciones del calor en cada sistema, es decir:

Calor del Sistema A = El doble del Sistema B, siendo el Sistema B el de menor calor entregado. Esto se puede traducir a:

Tiempo que tardó el Sistema A = El doble del tiempo que tardó el Sistema B, siendo el Sistema B el de menor tiempo.

La Relación entre el Calor y Diferencia de Temperatura: Si en 2 sistemas idénticos, utilizando el mismo material y por lo tanto el mismo calor específico representado como c y la misma masa representada como m se les varía la diferencia de temperatura (ΔT) en proporciones iguales (el doble) y descontando las pérdidas y/o ganancias de calor debería de haber una diferencia del doble entre las ecuaciones del calor en cada sistema, es decir:

Calor del Sistema A = El doble del Sistema B, siendo el Sistema B el de menor calor entregado. Esto se puede traducir a:

Tiempo que tardó el Sistema A = El doble del tiempo que tardó el Sistema B, siendo el Sistema B el de menor tiempo.”

Plantean a su vez dos procedimientos coherentes con sus hipótesis siendo estos:

“Procedimiento 1 (Relación entre Calor y Masa):

- 1- Colocaremos en un vaso de precipitado 100 gramos de agua destilada a temperatura ambiente, anotar dicha temperatura (Temperatura inicial del agua).
- 2- Colocaremos el trípode y la rejilla de amianto fuera del mechero, el cual encenderemos.
- 3- Al mismo tiempo, colocaremos el vaso de precipitado sobre la rejilla, el mechero debajo de la misma y comenzaremos a cronometrar el tiempo.
- 4- Colocaremos el termómetro dentro del agua destilada del vaso de precipitado, cuando la temperatura de la misma llegue a 80°C frenar el cronómetro y anotar el tiempo transcurrido.

5- Repetir el procedimiento, anotando nuevamente los resultados, pero con los siguientes cambios: Duplicar la cantidad de agua en el vaso de precipitado, que la temperatura inicial coincida con la anotada al comienzo y que todos los elementos que pueden llegar a ser reutilizados están a la misma temperatura que al inicio del experimento.

6- Consideraciones: Durante ambos experimentos el mechero no debe ser apagado ni debe ser cambiado de potencia. No deben ocurrir bruscos cambios en el ambiente en cuanto a la temperatura ni el sistema debe ser influenciado por nada externo.”

“Procedimiento 2 (Relación entre Calor y Delta T):

1- Colocaremos en un vaso de precipitado 100 gramos de agua destilada a temperatura ambiente, anotar dicha temperatura (Temperatura inicial del agua).

2- Determinaremos la Temperatura Final siendo esta igual a la Temperatura Inicial + 30°C.

3- Colocaremos el trípode y la rejilla de amianto fuera del mechero, el cual encenderemos.

4- Al mismo tiempo, colocaremos el vaso de precipitado sobre la rejilla, el mechero debajo de la misma y comenzaremos a cronometrar el tiempo.

5- Colocaremos el termómetro dentro del agua destilada del vaso de precipitado, cuando la temperatura de la misma llegue a la Temperatura Final determinada frenar el cronómetro y anotar el tiempo transcurrido.

6- Repetir el procedimiento, anotando nuevamente los resultados, pero con los siguientes cambios: Aumentar nuevamente la Temperatura Final (Temperatura Inicial + 60°C), que la temperatura inicial coincida con la anotada al comienzo y

que todos los elementos que pueden llegar a ser reutilizados están a la misma temperatura que al inicio del experimento.

7- Consideraciones: iguales a las anteriores.

Puesta en práctica y comentarios grupales del 7/06/2019:

Los valores que obtuvieron en estos dos procedimientos son:

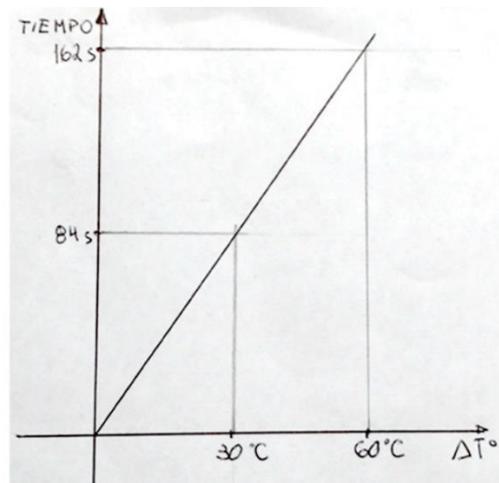
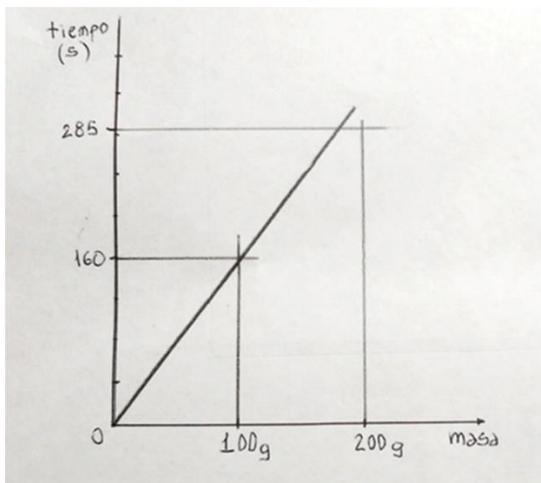
Procedimiento 1	T Inicial	T final	Masa	Tiempo
A	21°C	80°C	100 g	160 s
B	21°C	80°C	200 g	285 s

Tabla 14: Registros del Grupo 3, primera implementación práctica. Opción a.

Procedimiento 2	T Inicial	T final	ΔT	Tiempo
A	22°C	52°C	30°C	84 s
B	22°C	82°C	60°C	162 s

Tabla 15: Registros del Grupo 3, primera implementación práctica. Opción b.

Para visualizar si los datos correspondían a una proporcionalidad de tipo directo, el grupo elaboró las siguientes gráficas:



Figuras 31 y 32: gráficas del grupo 3 correspondientes a la dependencia del tiempo (calor), respecto de la masa y la variación de temperatura, respectivamente.

Las valoraciones acerca de estos resultados que el grupo realizó, fueron:

“Como se podrá observar, en los resultados del procedimiento 1 el tiempo no es proporcional, (más específicamente, no es el doble), sino que es menos que el doble entre sí, esto significa que el sistema en algún momento ganó más calor del que debía. Esto se puede deber a diversos factores. Repetiremos el experimento, pero tratando, en este segundo intento, de aislar los errores que cometimos (de utilizar la rejilla y trípode sin enfriar) y alejar aún más la temperatura final del punto de ebullición.”

Vuelven a detallar un procedimiento similar a los anteriores, pero agregan las siguientes observaciones y cuidados adicionales: “Mantener alejado la temperatura del punto de ebullición del agua (100°C) y dejar enfriar rejilla y trípode si no fue el caso.”

Con estas precauciones, repiten el experimento, obteniendo estos registros:

Procedimiento 1 (2° intento)	T Inicial	T final	Masa	Tiempo
A	18°C	70°C	100 g	81 s
B	18°C	70°C	200 g	169 s

Tabla 16: Registros del Grupo 3, primera implementación práctica. Repetición.

Y también la correspondiente gráfica:

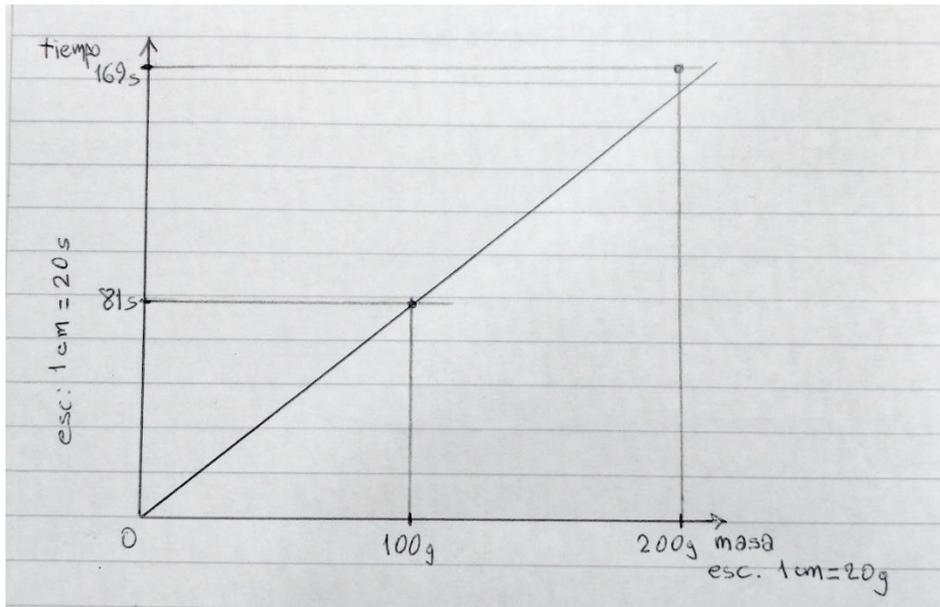


Figura 33: segunda gráfica del grupo 3 correspondientes a la dependencia del tiempo (calor), respecto de la masa.

Y, finalmente, elaboran sus conclusiones finales:

“Si bien a lo largo del desarrollo del trabajo tuvimos algunos percances tales como en un inicio, una hipótesis no resultó ser cierta como decíamos como se ve en el procedimiento 1 (y que finalmente la comprobamos en el procedimiento 2) logramos aun así poder comprobar las 2 preguntas claves y ejes del trabajo práctico, llegamos a la conclusión de que, así como todos los libros de Física lo dicen, el Calor que necesita un sistema es proporcional a, entre otras cosas, la masa y la diferencia de la temperatura pero, aun así eso ya lo sabíamos en base a la teoría. Lo más importante a rescatar de esta investigación fue la situación en donde se requería ponerse a pensar, planificar y deducir el cómo comprobar lógicamente esta relación, para algunos les fue sencillo y para otros no, pero a la muy gran mayoría les resultó una investigación de la cual pudieron obtener mucha experiencia en este tipo de situaciones e actividades experimentales.”

Análisis:

Es interesante el proceso en que el grupo evolucionó demostrando que, estaba clara para ellos la finalidad del trabajo y cuidando los detalles que podían afectar los resultados experimentales. Fueron capaces, además, de darse cuenta que el problema que podía hacerles obtener un tiempo menor al previsto radicaba en la puesta en régimen del sistema (lo que ellos identificaron como “materiales calientes” después de experimentar) y lo solucionaron dejando enfriar los materiales entre un experimento y otro. No hicieron ninguna alusión al tema de las pérdidas de calor y como eso podía afectar los resultados y tampoco realizaron una relación entre las gráficas que realizaron y el cumplimiento o no de las hipótesis de trabajo.

Grupo 4:

Propuesta del 24/05/2019: Este grupo también elaboró su primera propuesta en esta fecha, donde señalan que su trabajo irá progresando de lo más simple a lo más complejo, para facilitar el desarrollo y diseño de los experimentos. Proponen la utilización de agua como sustancia de trabajo, y sus respuestas al GPI fueron:

1- a) Intentar comprobar la relación entre el calor y la masa y el calor y la diferencia de temperatura. b) ¿Cuál es la relación?

2- a) El calor es directamente proporcional a la masa y a la variación de temperatura. El vaso con menor proporción de agua se calentará antes, por lo que el globo colocado en su extremo se inflará antes. La vara que posea mayor peso bajará luego que la de menor, debido a que una tardaría menos en calentarse. El vaso con mayor proporción se calentará más en calentarse a diferencia del otro que tardará menos. b) Si, pensamos que se va a cumplir.

3- a) Si, es posible. b) Si.

4- a) La cantidad de sustancia y la diferencia de temperatura. b) La variable independiente es la masa en un experimento y el ΔT en otro.

5- a) Cambios de temperatura. b) La variable dependiente es la cantidad de calor Q. c) El tiempo será el que indique la cantidad de calor (indirectamente) en cada caso.

6- Midiendo cuidadosamente.

7- Mechero, globos, agua, termómetro, cronómetro.

8- Luego de discutir ideas, surgieron varias alternativas. El primer modelo fue el más sencillo: colocar agua en diferentes proporciones en dos vasos iguales implementando el mismo mechero al mismo tiempo (1 minuto). Luego de este lapso comprobar sus temperaturas a través de un termómetro. El segundo, se basó en utilizar dos bolitas de plomo las cuales serían calentadas y colocadas sobre un pedazo de telgopor. El tercero, se basó en incrustar dos varas de metal (de diferentes tamaños) en esferas de telgopor y calentarlas, luego de un tiempo (1 minuto) comprobar e comparar los resultados y observar cuál era la que más "abajo" había quedado. La cuarta idea era igual que la tercera simplemente que en lugar de utilizar telgopor este fue cambiado por cera de vela. El quinto: la idea era utilizar dos vasos con proporciones diferentes de agua, calentarlos la misma cantidad de tiempo y colocar en los extremos de los vasos globos. Se supone que se inflaría el que se calentará más rápido.

Análisis:

En términos generales, el grupo 4 parece comprender los objetivos de la PL que deben diseñar, así como las variables involucradas y la forma de medirlas.

Puesta en práctica y comentarios grupales del 7/06/2019: en esta primera implementación, realizan dos experimentos, de acuerdo a sus diseños previos:

1° Experimento: en este caso comentan que, el experimento se realizó colocando, respectivamente, 100 ml de agua y 200 ml de agua en sendos erlenmeyers a los que se les colocarán globos sobre su boca, se cronometrarán dos minutos y se observará el primero que infle el globo (será el que primero hierva, para ellos). Registraron que hirvió primero el de 100 ml, adjuntaron el siguiente esquema y tabla de valores obtenidos:

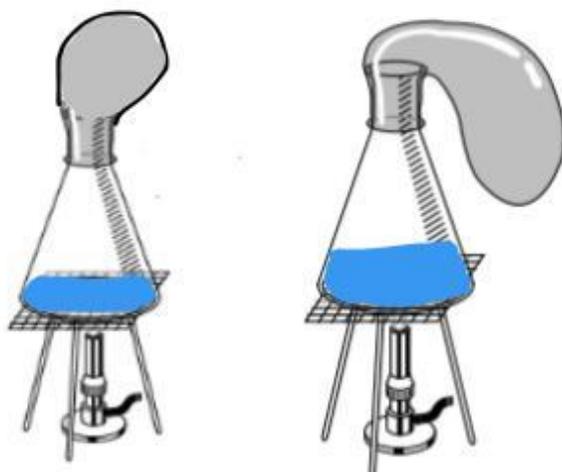


Figura 34: esquema del diseño experimental propuesto por el grupo 4.

	Masa	Tiempo	T inicial	Tfinal
Vaso 1	200 g	150 s	21°C	45°C
Vaso 2	100 g	113 s	21°C	45°C

Tabla 17: Registros del Grupo 4, primera implementación práctica. Opción a.

En sus observaciones, el grupo registró que el globo necesitaba ayuda (levantarlo), para inflarse y que comenzó a transpirar al minuto. También indicaron que el vaso que poseía mayor cantidad de agua demoró más en inflar el globo. Anotaron como fallas una mínima pérdida de calor y masa. Presentaron también la siguiente gráfica:

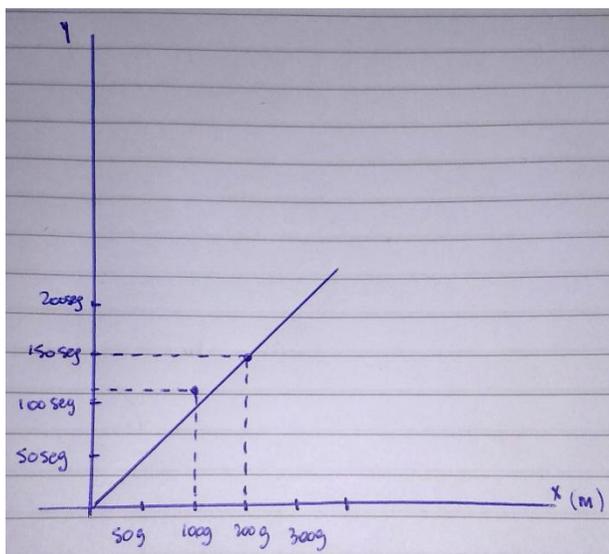


Figura 35: gráfica mostrando la dependencia del tiempo (calor) respecto de la masa, presentada por el grupo 4.

2° Experimento: en este experimento, su procedimiento y observaciones indicaron: “Comenzamos este experimento derritiendo las velas con el vaso precipitado, luego las colocamos en un molde de plástico y lo llevamos a enfriar a la heladera, pusimos en cada vela derretida ya seca un pedazo de cobre. Pesamos las velas y el cobre. Prendimos el mechero (para tener la misma temperatura para derretir las velas) donde colocamos las varas, allí en pudimos observar que nuestra hipótesis no fue correcta porque el cobre que poseía más masa empezó derretirse antes de lo esperado.”

Agregaron un esquema, una imagen del día en que implementaron la PL y una tabla con registros, mostradas a continuación:

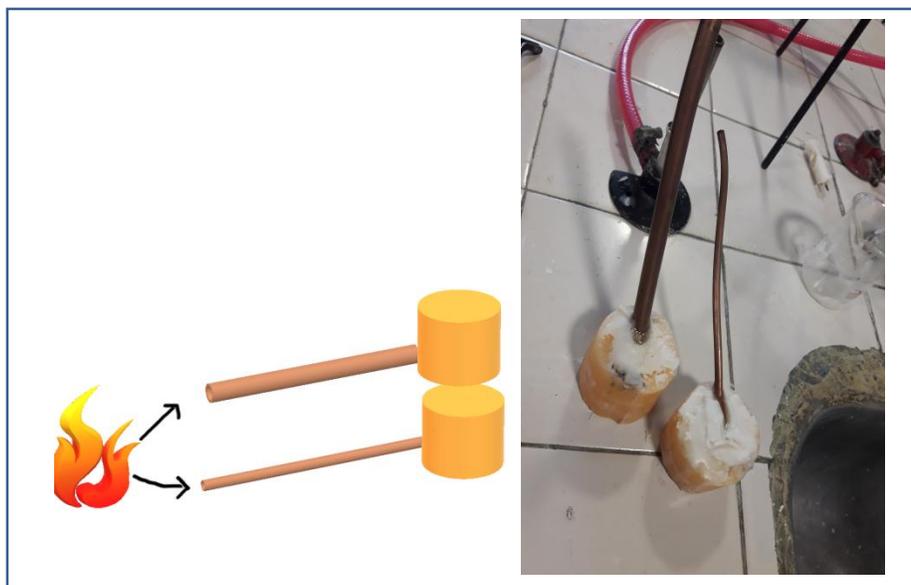


Figura 36: diseño del segundo dispositivo experimental y foto de su concreción para el grupo 4.

	Masa	Tiempo en el que se empezó a derretir la vela	Tiempo total en el cual se sometieron al fuego las varas	Resultado final
Vara 1	15,11 g	80 s	120 s	Quedó muy cerca de la base de la vela
Vara 2	30,25 g	92 s	120 s	Quedó en la base de la vela

Tabla 18: Registros del Grupo 4, primera implementación práctica. Opción b.

Las observaciones registradas por el grupo fueron: “La vara de cobre más grande comenzó a baja antes, suponemos que se debe por su peso (Primera falla). Transpiración de las varas, al mismo tiempo la vela comenzó a derretirse. La zona de la vela más cercana de la vara comenzó a derretirse.”

Como fallas de su experimento, anotaron: “Colocamos la cera de vela derretida en un vaso de telgopor (para darle la forma adecuada), este comenzó a derretirse debido a que el plástico no resiste altas temperaturas. Luego decidimos implementar plastilina e intentamos hacer un molde para colocar la cera derretida, al hacerlo la plastilina empezó a derretirse.

Nuestra hipótesis: "A más masa más tiempo y a menos masa menos tiempo" no fue comprobada con nuestro experimento. Lo que verificamos fue transmisión de calor por medio de la conducción."

Puesta en práctica y comentarios grupales del 2/08/2019: el grupo implementa un tercer diseño experimental en esta ocasión, el cual es:

3° Experimento: "Colocar en un vaso de precipitados 50 ml y en otro 100 ml de vinagre con la misma temperatura inicial (20°C). Luego, prender el mechero y colocar uno de esos vasos al fuego y con el cronómetro esperamos que llegue a 40°C para determinar el tiempo que tardó en llegar a esa temperatura. Hacer exactamente lo mismo con el segundo vaso, cambiando de trípode y tela de amianto."

Agregaron, en este caso, una figura, la tabla de registros y la gráfica mostrada a continuación:

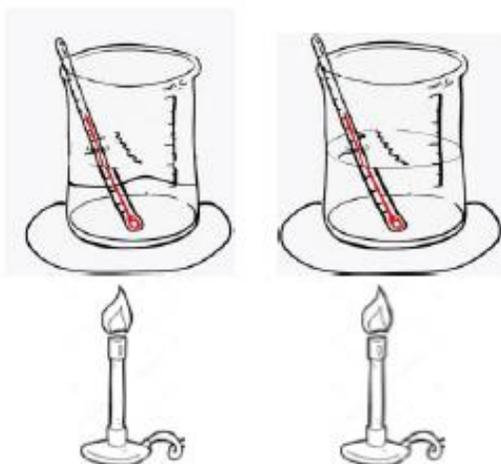


Figura 37: esquema del tercer diseño experimental, presentado por el grupo 4.

Recipiente	Tiempo	Masa	T inicial	T final
Vaso 1	96 s	50g	20°C	40°C
Vaso 2	162 s	100g	20°C	40°C

Tabla 19: Registros del Grupo 4, segunda implementación práctica. Opción c.

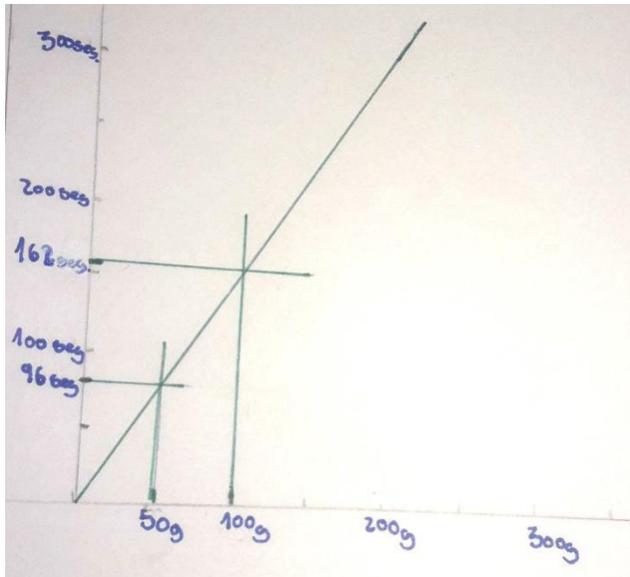


Figura 38: gráfica mostrando la dependencia del tiempo (calor) respecto de la masa, en el tercer diseño experimental, presentada por el grupo 4.

Como fallas de su experimento 3, anotaron: “Los tiempos no fueron proporcionales. En el segundo vaso la temperatura se elevó a menor tiempo debido a que este estaba apoyado en la base por lo que tenía una exposición más directa al mechero.

Análisis:

El grupo 4 trabaja bien inicialmente, al responder al GPI pero luego, se concentran en implementar los distintos diseños enfocados en la primera hipótesis (proporcionalidad entre calor y masa) dejando de lado por completo, el trabajar sobre la segunda hipótesis. Si bien realizan las gráficas, no las analizan para justificar el cumplimiento o no de la proporcionalidad prevista. Además, las gráficas no tienen la prolijidad requerida y, en el caso

de la primera, tiene también un problema de escala en el eje de las x. Cabe destacar que, tanto el primer diseño del grupo como el segundo tienen serios problemas operativos y el segundo, adicionalmente, no es un experimento útil para verificar la dependencia entre la cantidad de calor intercambiada por una sustancia y su masa. El grupo no cumplió tampoco con la premisa de analizar un experimento luego de realizarlo para rediseñarlo y mejorarlo, sino que se limitó a poner en práctica los diseños pensados en su primera propuesta, uno tras otro, y respondiendo a una sola de las hipótesis.

Grupo 5:

Propuesta del 24/05/2019: En su primera y única propuesta, este grupo eligió vinagre como sustancia de trabajo. Respondieron al GPI del siguiente modo:

1- a) Lo que se investiga es si el calor es proporcional a la masa. b) SIN RESPUESTA.

2- a) Al agregar más masa lleva más tiempo en calentarse, por ende, el calor es proporcional a la masa (el calor se mide indirectamente con el tiempo). b) SIN RESPUESTA.

3- a) y b) La hipótesis se puede relacionar con el experimento ya que el experimento se va a basar en calentar una sustancia, combinando las cantidades de masa y calor.

4- a) A lo largo del experimento se podrían cambiar distintos factores como cantidades (de calor o de sustancia), recipientes de distintos materiales, etc. Todo depende de cómo se vayan dando las circunstancias. b) La variable independiente va a ser la masa.

5- a) Prevemos un resultado que coincida con nuestra hipótesis y nos ayude Cambios de temperatura. b) La variable dependiente es la cantidad de calor Q. c) Lo observaremos al aumentar la masa.

6- El resultado va a variar según las modificaciones que se hagan en el experimento. Por ende, sea cual sea la modificación, el resultado va a depender de ella.

7- Mechero, olla, sustancia para calentar, termómetro

El procedimiento propuesto por el grupo, supone 4 etapas de trabajo:

Etapa 1: medir con el termómetro la temperatura inicial de la sustancia a utilizar (vinagre). Fijar un calor específico. Calentar con el mechero en una olla. Medir la temperatura final de la sustancia.

Etapa 2: aumentar la cantidad de sustancia. Repetir el procedimiento de la etapa 1.

Etapa 3: aumentar las cantidades de calor. Colocar la sustancia dentro de un recipiente sobre el mechero y cronometrar el tiempo fijado. Medir la temperatura final de la sustancia con el termómetro.

Etapa 4: aumentar el calor una vez más, calentar la sustancia y repetir el procedimiento de la etapa 3.

Análisis:

En las respuestas al GPI, el grupo 5 dejó algunos aspectos sin contestar, además solamente identifican a la masa como variable independiente y no mencionan a la diferencia de temperatura. Aunque asocian al tiempo con la cantidad de calor, no detallan al cronómetro entre los elementos necesarios. Su procedimiento no es claro en cuanto a las finalidades que

se persiguen, pues hablan de “fijar un calor específico”, lo cual ya está determinado al elegir la sustancia y además, en ningún momento mencionan el registro del tiempo al llegar a la temperatura final. También mencionan “aumentar las cantidades de calor” y “cronometrar el tiempo fijado”. En ningún momento, presentan esquemas de armado ni tampoco mencionan los cuidados a tener o posibles interferencias en los resultados.

Puesta en práctica y comentarios grupales del 7/06/2019: en esta ocasión el grupo presenta los registros obtenidos, mostrados a continuación, para las etapas 1 y 2.

Sust. Vinagre	Tiempo	Cantidad	T inicial	T final
Vaso 1	112 s	100 ml	20°C	80°C
Vaso 2	221 s	200 ml	20°C	80°C

Tabla 20: Registros del Grupo 5, primera implementación práctica. Opción a.

Además, realizan los siguientes cálculos, que presentan anexados a la tabla:

$$112 \text{ s} = 100 \text{ ml} \times 1 \times (80 \text{ °C} - 20 \text{ °C}) = 6000 \text{ J}$$

$$221 \text{ s} = 200 \text{ ml} \times 1 \times (80 \text{ °C} - 20 \text{ °C}) = 12.000 \text{ J}$$

Para las etapas 3 y 4, presentan estos registros:

Sust. Vinagre	Tiempo	Cantidad	T inicial	T final
Vaso 1	300 s	100 ml	20°C	95°C
Vaso 2	600 s	100 ml	20°C	95°C

Tabla 21: Registros del Grupo 5, primera implementación práctica. Opción b.

En las observaciones finales, reconocen que en las etapas 2, el tiempo no dio exactamente el doble de la etapa 1, como esperaban. También agregan que en la etapa 4 olvidaron modificar la temperatura inicial y que, por lo tanto, no hubo diferencias en el experimento, sin poder comprobar la hipótesis.

Análisis:

En la primera parte de la experimentación, el grupo 5 obtuvo resultados notables pues los 221 s, están muy cerca de ser el doble de los 112 s obtenidos con la mitad de masa. No obstante, no capitalizaron esto tratando de interpretar el porqué de la pequeña diferencia y realizan en cambio una presentación de resultados en base a la ecuación que se quiere verificar. Es decir, usan la ecuación directamente, forzando datos en el segundo miembro, sin cuidar las unidades y sin prestar atención a los valores en el primer miembro, obtenidos en la experimentación. En la parte final, no variaron la diferencia de temperatura y no tenían claro si el segundo vaso había estado en ebullición por un tiempo no especificado (lo cual podría explicar los valores registrados). Tampoco presentaron gráficas como se les solicitó, lo que podía forzarlos a rever sus conclusiones. Este grupo tampoco propuso variaciones para la segunda implementación.

Grupo 6:

Propuesta del 24/05/2019: Respondieron al GPI del siguiente modo:

1- a) Se está investigando si el calor es proporcional a la masa. b) ¿La masa y el calor son proporcionales?

2- a) La masa y el calor, son proporcionales. El calor depende de la masa, mientras más masa se calienta, mayor es el calor que necesitamos. b) SIN RESPUESTA

3- a) Si, es posible hacer una deducción. Esto nos va a ayudar a decidir cuanta masa hay que colocar en cada frasco. b) La hipótesis se puede relacionar con el experimento ya que el experimento se va a basar en calentar una sustancia, combinando las cantidades de masa y calor.

4- a) El factor que vamos a modificar va a ser la masa. Y según nuestra hipótesis, al modificar la masa, también lo haría el calor. Al agregar más masa lleva más tiempo en calentarse, por ende, el calor es proporcional a la masa. b) La masa es la variable independiente.

5- a) Los resultados que prevemos observar va a ser la cantidad de calor que va a obtener la masa en un determinado tiempo. b) La variable dependiente es el calor. c) El calor se mide indirectamente con el tiempo.

6- a) Nos aseguramos intentando perder la menor cantidad de calor posible, teniendo todas las variables posibles del experimento y realizando la fórmula para ver si llegamos al resultado correcto. A lo largo del experimento se podrían cambiar distintos factores como cantidades (de calor o de sustancia), recipientes de distintos materiales, etc. Todo depende de cómo se vayan dando las circunstancias. b) La variable independiente va a ser la masa.

7- Dos hervidores, 2 recipientes de vidrio (igual tamaño), una bola de aluminio de 25 gramos, y otra de 50 gramos, cronómetro, papel aluminio, balanza, termómetro, mechero, trípode, agua.

8- Procedimiento N°1: Se mide y se registra la temperatura de una bola de 25 gramos (bola n°1). La misma se coloca dentro de un recipiente de vidrio, y este en un hervidor con 100ml de agua. Se registra la temperatura de todo el sistema. Se tapa con papel aluminio y se calienta a fuego regulado por 5 minutos. Pasado este tiempo, se mide la temperatura a la que llegó la bola y el agua, y se anota. Luego se procede de igual manera, pero con la bola n°2 cuya masa es de 50g. Esta vez, se calienta la bola, hasta que llegue a la temperatura de la bola n°1 y se toma el tiempo. Posteriormente se comparan los datos obtenidos. En esta

experiencia la variable independiente es la masa y el tiempo, mientras que la dependiente el calor.

Procedimiento N°2: Se mide y se registra la temperatura de una bola de 25 gramos (bola n°1). La misma, se coloca dentro de un recipiente de vidrio, y este en un hervidor con 100ml de agua. Se registra la temperatura de todo el sistema. Se tapa con papel aluminio y se calienta durante 5 minutos. Se repite la misma operación, pero esta vez se calienta por 10 minutos. Se registra la temperatura final. En este caso, la variable independiente es el tiempo y la dependiente el calor.

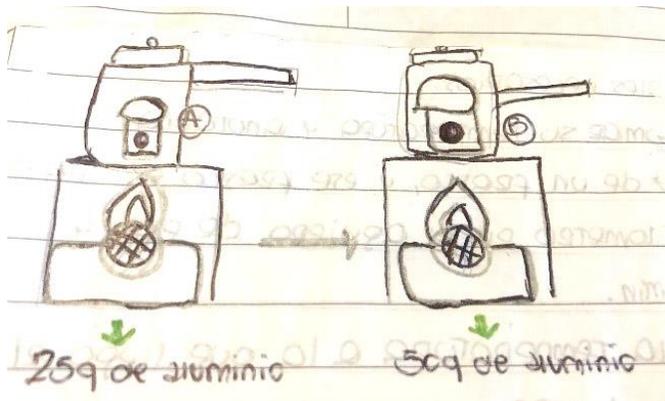


Figura 39: esquema del diseño experimental, presentada por el grupo 6.

Análisis:

Si bien este grupo responde bien, en términos generales a los requerimientos del GPI, se centraron en un solo aspecto (la dependencia de la cantidad de calor respecto de la masa) y olvidaron por completo la segunda variable independiente que es la diferencia de temperatura y no lo retomaron tampoco en su primer diseño, en ningún momento. Dejando de lado los defectos que su diseño experimental pudiera tener, lo notable es como, a pesar de haber contestado al GPI y de haber realizado discusiones en clases teóricas, confunden por

completo las variables al escribir en sus procedimientos: “En esta experiencia la variable independiente es la masa y el tiempo, mientras que la dependiente el calor.” y “En este caso, la variable independiente es el tiempo y la dependiente el calor.” Es claro que, si los estudiantes no comprenden claramente, cuáles son las variables que modifican y cuál es la variable afectada por estas modificaciones en esta investigación, difícilmente produzcan un diseño experimental adecuado que les permita llegar a conclusiones válidas. No obstante, esta investigación no pretende que se logre el éxito al primer intento, sino más bien que los alumnos puedan reflexionar acerca de sus errores.

También es preciso aclarar que, el diseño experimental del grupo presupone un calentamiento de agua que a su vez actúa como fuente calefactora del aluminio.

Puesta en práctica y comentarios grupales del 7/06/2019: al implementar la PL el grupo obtuvo la siguiente tabla de valores para su primer experimento:

	Tiempo 5 minutos.			Tiempo 6 minutos.	
Masa	T inicial	T final	Masa	T inicial	T final
100ml de agua (calentada con la bola n°1)	19°C	54°C	100ml de agua (calentada con la bola n°2)	19°C	57°C
Bola 11,5 gramos	21°C	32°C	Bola 22,5 gramos.	22°C	33°C

Tabla 22: Registros del Grupo 6, primera implementación práctica. Opción a.

Además, en sus observaciones, el grupo comentó: “El procedimiento previsto, se modificó porque existieron las siguientes complicaciones: El papel aluminio no fue suficiente, por lo que se redujo las cantidades a una bola de 11,5 gramos y otra de 22,10

gramos. No se supo la cantidad exacta de calor que se le suministro, por lo que se mantuvo siempre el mechero prendido sin modificarlo. Luego de analizar los resultados anteriores, se puede decir que el primer procedimiento es incorrecto porque se tomaron dos variables independientes a la vez, las cuales eran masa y tiempo.”

Al tomar conciencia de esto, el grupo repite el experimento y obtiene una nueva tabla de valores:

	Tiempo 5 minutos.			Tiempo 6 minutos.	
Masa	T inicial	T final	Masa	T inicial	T final
100ml de agua (calentada con la bola n°1)	19°C	80°C	100ml de agua (calentada con la bola n°2)	19°C	80°C
Bola 11,5 gramos	21°C	40°C	Bola 22,5 gramos.	21°C	60°C

Tabla 23: Registros del Grupo 6, primera implementación práctica. Opción a. Repetición.

Luego de este segundo intento, realizan las siguientes apreciaciones: “Teniendo en cuenta los datos registrados en la tabla, se calcula el calor para cada bola de aluminio utilizando la ecuación de la calorimetría:

$$Q_1 = 11,5g \cdot 0,214 \frac{cal}{g \cdot ^\circ C} \cdot 19^\circ C = 46,8 cal$$

$$Q_2 = 22,50g \cdot \frac{0,214cal}{g \cdot ^\circ C} \cdot 39^\circ C = 187,8 cal$$

Luego de analizar los resultados obtenidos tras la experiencia n°2 (proporcionalidad de Q y m) se encontró que los siguientes factores pudieron influir: al momento de sacar la bola n°1 del fuego, el mechero quedo encendido junto con el trípode y la rejilla, que siguieron calentándose. Entonces al calentar la bola n°2 estos pudieron transmitirle mayor cantidad de

calor. Que la composición del aluminio utilizado, no haya estado al 100%. Como resultado del proceso de elaboración, el papel suele presentar una de sus caras más brillantes que la otra, siendo esta última de un aspecto más mate. Esta diferencia hace que conduzca el calor en una determinada dirección, de forma que la cara mate empuje el calor hacia la cara más brillante. De acuerdo con esta propiedad, se descubrió que la bola más grande tenía la cara más brillante por dentro, mientras que la pequeña la tenía del lado de afuera. Entonces al estar el termómetro en contacto con la cara brillante, el calor se amplificó y registro una temperatura más elevada.”

Análisis:

Puede destacarse el hecho de que el grupo logró comprender rápidamente el hecho de haber modificado dos variables al mismo tiempo y corregirlo, repitiendo el experimento. No obstante, los resultados que obtuvieron en la primera implementación no fueron inusuales para el agua, pues para un tiempo de calentamiento de 6 minutos, la temperatura debiera alcanzar 30 °C y llegó a 28 °C, lo que podría ser compatible con el efecto de las pérdidas. En el caso del aluminio, el análisis es más complejo pues al incrementar la masa al doble, con un tiempo de calentamiento 20% mayor se calentó en igual medida. En la repetición que hicieron, al verificar la cantidad de calor con la ecuación, asignando un calor específico al aluminio, verifican que duplicando la masa el calor se cuadruplica, casi exactamente, consecuencia de que la diferencia de temperatura lograda en la bola de aluminio más grande debía ser la mitad y no el doble como obtuvieron. Podría pensarse que, confundieron las anotaciones, pero esto no fue así ya que se confirmó con las anotaciones del grupo y además luego los resultados se repiten en el mismo sentido en otros experimentos. Dilucidar las causas, entonces, podría llevar a una investigación posterior.

Puesta en práctica y comentarios grupales del 2/08/2019: en esta ocasión, el grupo repitió el experimento (no especificó el tiempo de calentamiento, pero debería ser de 5 minutos en cada caso) eliminando el agua y obtuvieron una tercera tabla de datos:

	T inicial	T final	ΔT
Bola n°1 (11.5g)	21°C	52°C	31°C
Bola n°2 (22,10g)	21°C	83°C	62°C

Tabla 24: Registros del Grupo 6, segunda implementación práctica. Opción a

Nuevamente, calculan las cantidades de calor involucradas y obtienen:

$$Q1 = 11,5g \cdot 0,214 \frac{cal}{g \cdot ^\circ C} \cdot 31^\circ C = 76,3 cal$$

$$Q2 = 22,10g \cdot \frac{0,214cal}{g \cdot ^\circ C} \cdot 62^\circ C = 293,2 cal$$

Luego ponen en práctica su procedimiento N° 2, solamente que cambiaron la bola de aluminio prevista por la de 11,5 g que venían utilizando, obteniendo los siguientes valores.

	Tiempo: 5 minutos.			Tiempo: 10 minutos.		
Masa	T inicial	T final	ΔT	T inicial	T final	ΔT
100 ml de agua (calentada con la bola n°1)	19°C	80°C	61	19°C	100°C	81°C
Bola 11,5 g	21°C	40°C	19°C	21°C	60°C	39°C

Tabla 25: Registros del Grupo 6, segunda implementación práctica. Opción b.

Calcularon para estos datos las cantidades de calor y obtuvieron 46,7 cal y 184,4 cal, respectivamente. También repitieron la experiencia con la bola de 11,5 g, sin agua, variando los tiempos.

Tiempo	Temperatura inicial	Temperatura final	ΔT
5 minutos	21°C	52°C	31°C
10 minutos	21°C	85°C	62°C

Tabla 26: Registros del Grupo 6, segunda implementación práctica. Opción b. Repetición.

Las cantidades de calor que calcularon para estos datos, fueron: 76,3 cal y 152,6 cal, respectivamente. Sus observaciones y conclusiones fueron: “Se puede decir que el agua no modificó, a grandes rasgos, la relación calor-masa y calor-temperatura. Si se puede observar, que la bola calentada en el recipiente con agua alcanza una temperatura menor, que cuando se la calienta sola, por lo tanto, se da una transferencia de calor menor. En conclusión, el último diseño, es correcto para demostrar la proporcionalidad calor-masa y calor-temperatura.”

Análisis:

Evidentemente, el diseño elegido para verificar la dependencia de la cantidad de calor respecto de la masa, no permitió validar la ecuación de la calorimetría ya que, por alguna causa (probablemente la mayor superficie sumada a un diseño que le transmite calor desde el exterior), la bola de aluminio de mayor tamaño absorbió mayor cantidad de calor que la pequeña y esto hizo que los resultados obtenidos fuesen contrarios a los esperados. No obstante, cuando se elimina este problema y se trabaja con una sola esfera, el diseño permitió obtener excelentes resultados en cuanto a la dependencia de la cantidad de calor respecto de la diferencia de temperatura. A pesar de esto, el grupo no discriminó y su conclusión fue que era igualmente válido en ambas situaciones.

3.9 Encuestas de opinión finales a los alumnos de 5° año de la especialidad

Ciencias Naturales:

Al finalizar el trabajo con los alumnos utilizando la nueva propuesta didáctica, se les solicitó nuevamente completar una encuesta (con las mismas indicaciones de la encuesta inicial) y en esta oportunidad, estuvieron presentes los 29 alumnos del curso. Los resultados que estas encuestas arrojaron, se muestran a continuación, en los gráficos que comprenden las figuras 40 hasta la figura 45 inclusive.

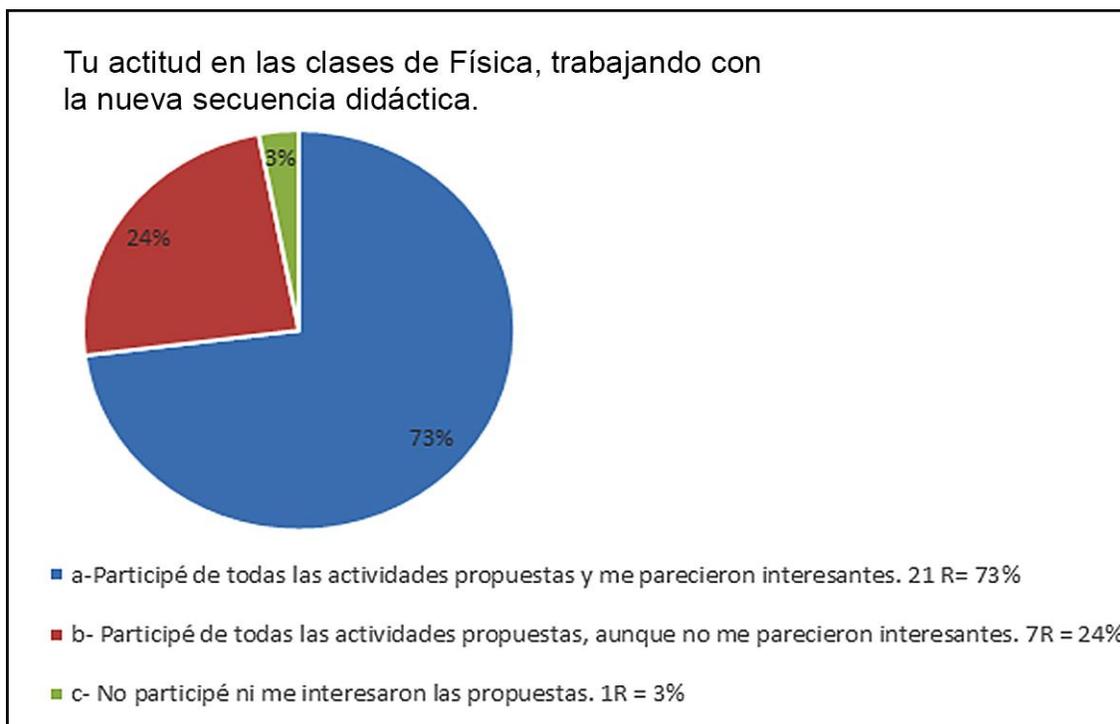


Figura 40: opinión de los alumnos respecto de su actitud en las clases de Física, trabajando con la nueva secuencia didáctica.

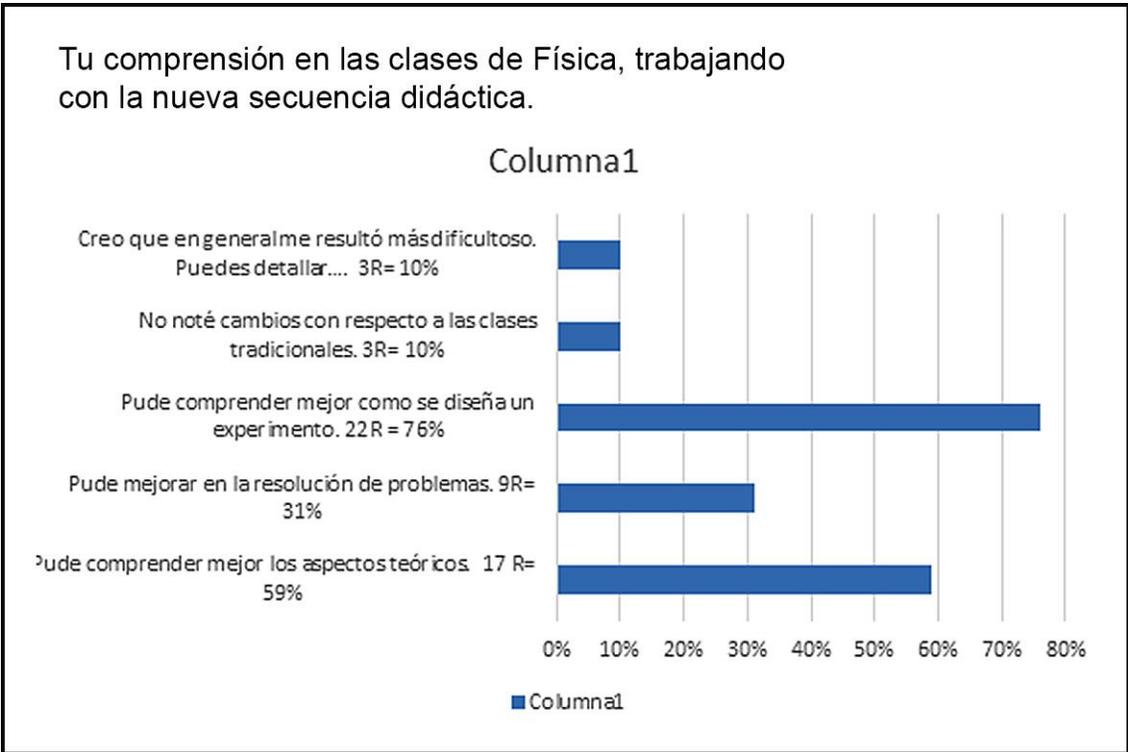


Figura 41: opinión de los alumnos respecto de su comprensión de las clases de Física, trabajando con la nueva secuencia didáctica.

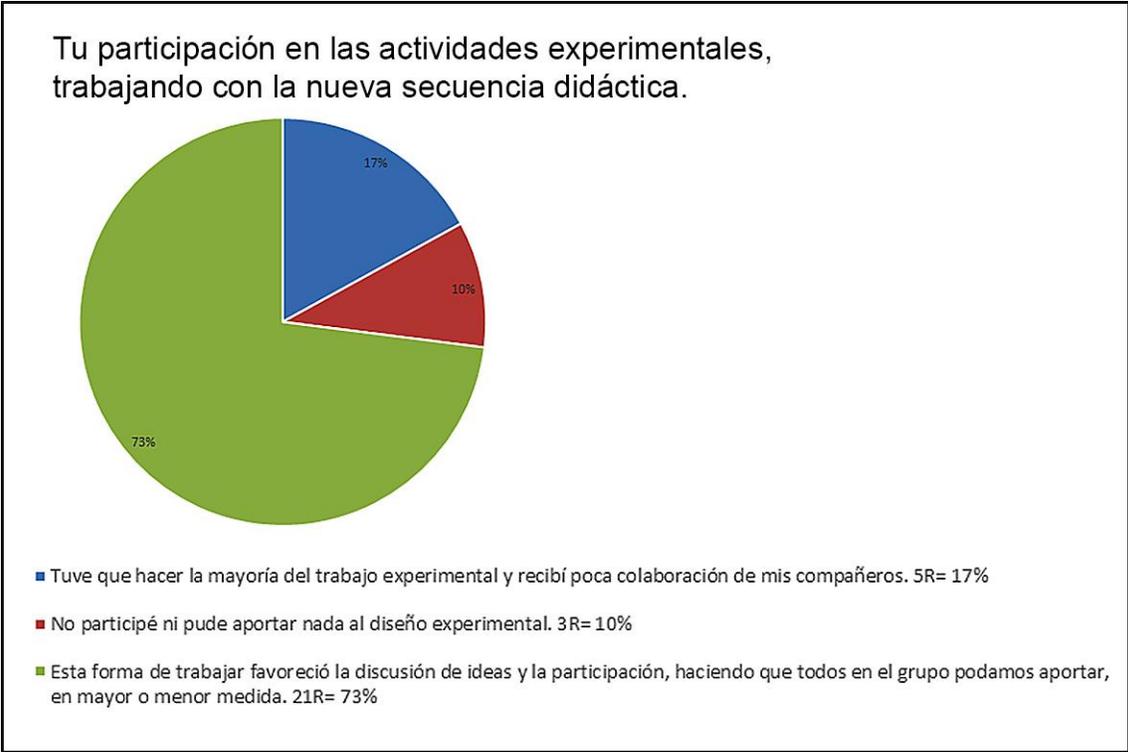


Figura 42: opinión de los alumnos respecto de su participación en las actividades experimentales, trabajando con la nueva secuencia didáctica.

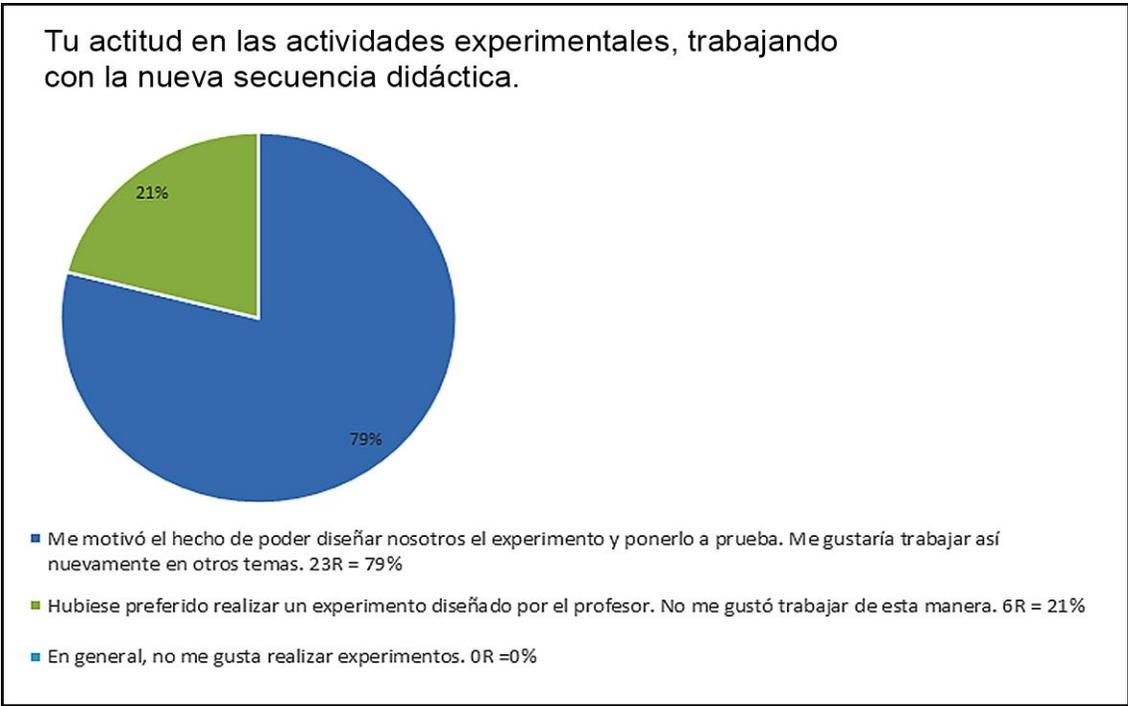


Figura 43: opinión de los alumnos respecto de su actitud en las actividades experimentales, trabajando con la nueva secuencia didáctica.

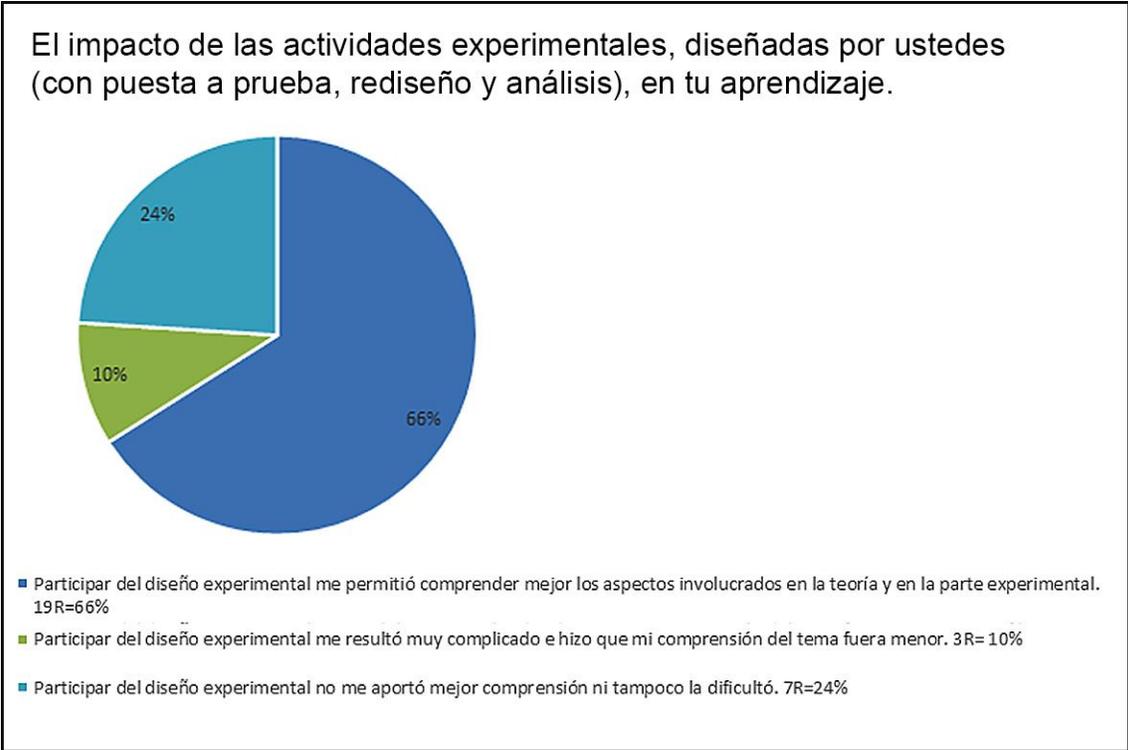


Figura 44: opinión de los alumnos respecto de aprendizaje, a partir del trabajo diseñando el experimento, poniéndolo a prueba, rediseñándolo y analizándolo.

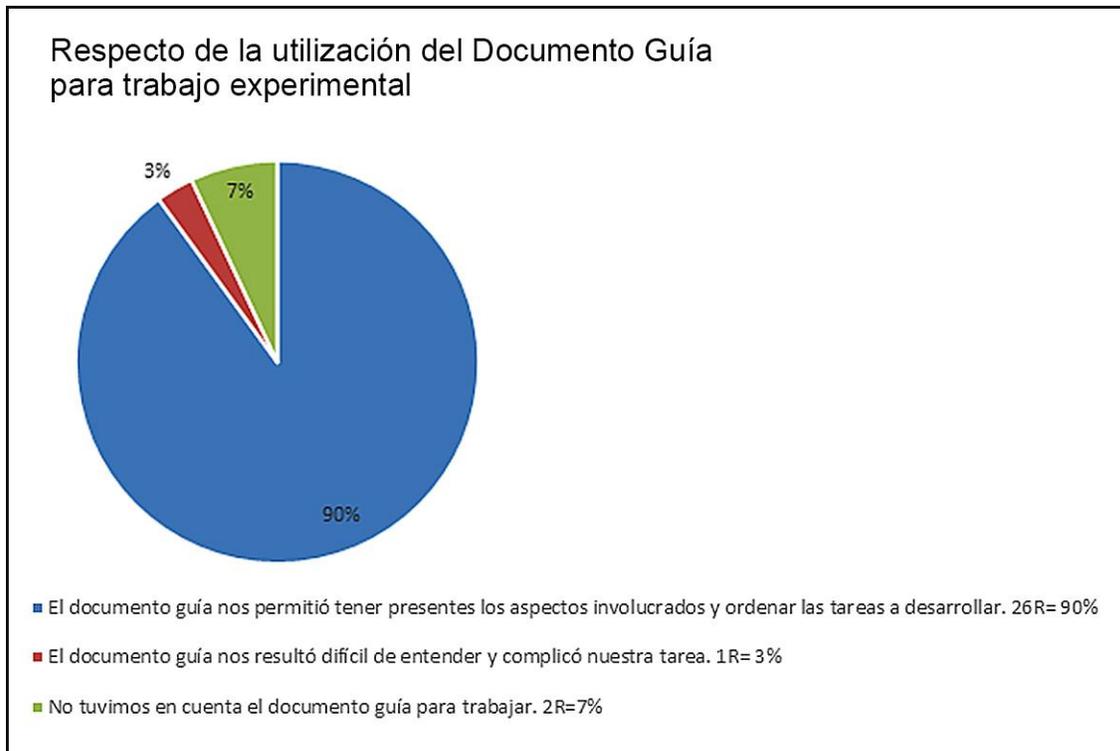


Figura 45: opinión de los alumnos respecto de la utilización del documento guía para trabajo experimental.

En cuanto a la opinión de los alumnos sobre la incidencia que tuvo la elaboración de los mapas conceptuales en su aprendizaje se observa que 17 alumnos (59%), de los 29 que respondieron la encuesta final opinaron que los ayudó a comprender mejor los temas y establecer relaciones entre los conceptos mientras que los 12 restantes (41%), no encontraron que aportaran cambios en su comprensión. A su vez, 22 alumnos (76%) encontraron accesible y útil al Documento Guía para elaborar Mapas Conceptuales y 7 de ellos (23%) no lo consideraron de utilidad.

En el caso de la asistencia a biblioteca, es notable destacar que, a pesar de lo poco frecuente que es para los alumnos utilizar este recurso, 24 de los alumnos (83%) encontraron positivo el haber realizado la actividad de búsqueda bibliográfica. También 5 alumnos (17%) se expresaron opinando que prefieren que el profesor les proporcione la información sin tener que buscarla.

También en esta segunda encuesta, existía al final un cuadro que daba la posibilidad de agregar algún breve comentario sobre aquello que no estaba contemplado en la encuesta. A continuación, se enumeran estos comentarios (un ítem por alumno).

- “Me gustó primero hacer el experimento ya que en mi grupo se pudo pensar y debatir sobre el tema y el experimento a hacer. Me gusta mucho como el profe explica todo y su forma de dar clase, como le da sentido a todo”.

- “Abarcando lo dicho en la encuesta, me parece que la asistencia a la biblioteca es buena, pero a veces innecesaria. La mayoría de los libros no proporcionan la información solicitada. A comparación de otros años, este fue mucho mejor desarrollado en cuanto a los otros, ya que no abarcaban teorías y eran simplemente problemas sin explicación una y otra vez, cosa que este año modificó esa modalidad. Eso me gustó muchísimo y espero que se aplique para otros años”.

- “Me gustaría poder hacer más trabajos fuera del aula. Me suelen ser más interesantes y de comprensión que estar sentada en el aula varias horas, escuchando charlar. O frente a una pantalla con videos que muestren y comprendan mejor el tema”.

- “Si bien la actividad propuesta me pareció correcta, hubiera preferido no dedicarle tantas horas de clases, y que solo quedara como un proyecto del primer trimestre. Además, sentí que el profesor, a la hora de darnos una devolución, no lo había analizado previamente”.

- “De por sí, la nueva forma de trabajar en el aula es muy innovadora y creativa. El único dato que tengo para aportar y dar para tener en cuenta es que el tiempo curricular que se necesitó para desarrollar el tema fue muy extenso por lo que habría que utilizar menos tiempo, sin perder la calidad del aprendizaje y así poder dar más temas a lo largo del año”.

- “Me gustaría que el año que viene, nos concentremos más en hacer experimentos. Creo que es la manera más útil (para mí) de comprender la parte teórica y práctica de la materia”.

- “Me gustaría tener en cuenta la técnica de diseñar nosotros los experimentos para ayudar mucho más a la comprensión de los próximos temas”.

- “Con respecto a la última sección, me gustó que busquemos conceptos en bibliografía, pero también, posteriormente recibir la del profesor y elaborarla entre todos”.

- “Me gustó hacer todo lo que hicimos respecto a los experimentos, pero también me hubiera gustado que hagamos más experimentos con el profesor”.

- “Estaría bueno utilizar esta técnica con otros trabajos, antes de que termine el año escolar. Me gustaría realizar experimentos realizados por el profesor”.

- “Al tener la didáctica de diseñar nosotros solos, resolver problemas solos, etc, hubo cosas que no quedaron claras o, por lo menos a mí, por falta de explicación del profe. Quizás lo daba por entendido, pero creo que a algunos se nos dificulta la comprensión por sí solos”.

- “Estaría bueno utilizar esta técnica con los temas siguientes, antes de que termine el año”.

- “En mi caso, respecto a las clases del profesor a la hora de realizar problemas, me gusta que nos deje deducir, intentar y probar solos, ya que habitualmente los profesores te dan las respuestas, la mayor parte de la fórmula y no te dan tiempo para intentar resolver el problema por tu cuenta”.

- “Si bien se apunta a la investigación y experimentación de los alumnos hay ciertos datos que, si no se desarrollan, llegado a un punto el grupo de trabajo se ancla en un problema y no puede avanzar. En estos casos, el profesor podría aclarar las dudas puntuales”.

CAPÍTULO IV

REFLEXION, DISCUSIÓN, PROPUESTA DE MEJORAS Y CONCLUSIONES

4.1 Análisis y reflexión sobre lo actuado en este primer ciclo de la I-A.

Al afrontar esta I-A, existía mucha incertidumbre dado que, si bien podía confiarse en la experticia docente, existían todavía muchas variables que debían atenderse al mismo tiempo, en medio del habitual trabajo docente. Romper con el “habitus” y abandonar la comodidad de hacer lo que ya se domina, constituyó el principal desafío. También resultaba claro que, emprender este trabajo, permitía resignificar la tarea docente cotidiana y ser protagonista en un grado mucho más relevante, respecto de lo actuado hasta el inicio de esta I-A. Con todo este bagaje de inquietudes y con mucha expectativa, finalmente, se puso en marcha la investigación y, poco a poco, fueron concretándose las etapas, siempre contando con el apoyo institucional y la atenta mirada de colegas y directivos.

4.2 Fortalezas y debilidades de la I-A

Siendo deseable que esta I-A tenga continuidad en el tiempo y persiguiendo como objetivo lograr instaurar esta práctica, como una cuestión de importancia institucional, con posibilidades de que se extienda a otras áreas e involucre a más docentes, es conveniente determinar claramente cuáles son los factores tanto externos como internos que pueden contribuir o entorpecer la concreción de estos logros. Es así que podemos agrupar estos factores, cómo habitualmente se lo hace, clasificándolos en fortalezas y debilidades.

4.2.1 Fortalezas de la I-A

✓ La apertura institucional a realizar este tipo de investigaciones, enmarcada en una larga tradición de búsqueda de innovaciones pedagógicas que sirvan de vehículo para concretar el logro de una educación de calidad accesible a todos, en pos de formar ciudadanos críticos y responsables.

✓ La buena predisposición de la mayoría de los docentes siempre dispuestos a sumarse a trabajar en proyectos colaborativos.

✓ La predisposición de los alumnos a trabajar en actividades experimentales.

✓ La disposición de laboratorios de ciencias con equipamiento adecuado.

✓ La biblioteca institucional, recientemente remodelada y amplia disposición horaria y de infraestructura.

4.2.2 Debilidades de la I-A

✓ El alto grado de ocupación personal de los docentes y la inexistencia de dedicaciones pagas para este tipo de proyectos que dificulta una dedicación más intensiva al análisis de resultados, a la atención de los alumnos fuera de los espacios curriculares y la asistencia a reuniones de área.

✓ Los tiempos dentro de los cuales debe encuadrarse la I-A, en función de cumplir los requerimientos ministeriales de contenidos.

✓ La coordinación para la disponibilidad de laboratorios, dado que se carece de aulas-taller, donde los recursos estén disponibles en todo momento.

✓ La forma en que se configura el nivel medio educativo, con horarios asignados a cada espacio curricular y donde los alumnos se encuentran con los docentes a cargo, una o dos veces por semana en módulos de duración variable (habitualmente van de 40 minutos

hasta 120 minutos). Este hecho, sumado a la imposibilidad de los alumnos del nivel secundario de moverse con más libertad, dentro del horario escolar, genera algunas dificultades y, más aún, cuando se trata de proyectos que requieren de consultas casi permanentes. Por otra parte, sería impensable que, los alumnos pudieran estar involucrados al cien por ciento del tiempo en un espacio en desmedro de lo que los otros requieren.

✓ La falta de experticia docente en este tipo de investigaciones, en especial en el manejo de los tiempos, cuestión que podrá ir ajustándose en sucesivas experiencias.

4.3 Conclusiones

En el trabajo desarrollado en esta I-A pudo verse, como nunca antes en las P-L un espacio vivo, bullente de actividad donde todos los integrantes, del primero al último de cada grupo trabajaban y se mostraban ansiosos por ver como resultaba aquello que ellos mismos habían diseñado y construido. Un contraste muy grande con las P-L del tipo receta donde se los ve trabajar solamente a algunos integrantes del grupo y motivados quizás por la obligación de “cumplir el requisito”.

Dada la importancia social que la tarea docente tiene, sería deseable que todos los profesionales de esta actividad se sientan motivados a mejorar sus prácticas encontrando de ese modo que también ellos pueden aportar algo sustantivo al proceso en el cual están inmersos diariamente. De esta manera, seguramente, además de encontrarle mayor sentido a su tarea descubrirán que esta es valorada por sus alumnos, los cuales mostrarán mayor predisposición al aprendizaje.

Se exponen a continuación cada uno de los objetivos particulares que se plantearon en esta I-A, a fin de efectuar un balance de su cumplimiento. Al final se valora y se reflexiona sobre el cumplimiento del objetivo general planteado.

❖ *Situar a las prácticas de laboratorio de Física en el centro del proceso de enseñanza aprendizaje para el tema “Calor y temperatura”.*

- Este primer objetivo puede darse por cumplido dado que la secuencia didáctica trabajada puso claramente en escena a las PL y los alumnos se sintieron motivados a trabajar con ellas comprendiendo claramente las dificultades que conlleva el hecho de establecer una ecuación que relacione las variables involucradas y que, además sea capaz de reproducir lo observado experimentalmente. Si bien afrontaron inconvenientes de distinto tipo y no todos arribaron a resultados satisfactorios, fueron capaces de transitar un camino de exploración dónde se movilizaron distintas capacidades y, sobre todo, la forma de abordar la realización de las PL sacó tanto a los estudiantes como al profesor de su “zona de confort” provocando que continuamente se reflexione acerca de aspectos no tenidos en cuenta.

❖ *Indagar los conceptos previos y las relaciones conceptuales sobre el tema “Calor y temperatura”, mediante el uso de mapas conceptuales en los alumnos de 5° año de la especialidad Ciencias Naturales del I.S.B.R.*

- Se considera que este objetivo fue plenamente cumplido, pues el trabajo con mapas conceptuales permitió conocer las preconcepciones de los alumnos acerca del tema Calor y Temperatura para fijar un punto de partida desde el cual avanzar. Asimismo, la elaboración de mapas conceptuales, permitió a los alumnos tener una comprensión más profunda de los conceptos estudiados (lo que también fue apoyado por investigación bibliográfica y discusiones áulicas) permitiendo reestructurar sus concepciones alternas previas y llegando a establecer bases bastante sólidas en las definiciones básicas. No obstante, es evidente que el trabajo con mapas conceptuales tiene aún mucho potencial y debe fortalecerse para que realmente provoque los impactos esperados.

❖ *Fomentar la creatividad y la capacidad de trabajo cooperativo a través del diseño de experiencias propias y la elaboración de mapas conceptuales sobre el tema “Calor y temperatura” en los alumnos de 5° año de la especialidad Ciencias Naturales del I.S.B.R.*

- Sin lugar a dudas, fue este el objetivo que mejor se alcanzó ya que fue notable como a través del desarrollo de la nueva propuesta didáctica, todos los alumnos pudieron participar y aportar sus ideas al diseño experimental realizado por sus grupos. Es muy prometedor y tiene aún mucho potencial, el trabajo a futuro con secuencias similares, donde el alumno sea protagonista activo de sus aprendizajes.

❖ *Desarrollar habilidades en los estudiantes, para la construcción, el uso y la interpretación de las representaciones que describan procesos o fenómenos físicos (mapas conceptuales, gráficas y tablas).*

- Este objetivo particular también puede considerarse cumplido teniendo en cuenta las habilidades que la secuencia didáctica exigió poner en escena a los estudiantes. No obstante, como se comenta en el análisis del objetivo general, algunos aspectos deberán trabajarse con mayor profundidad y de manera interdisciplinaria.

❖ *Fomentar el desarrollo del pensamiento crítico en los alumnos de 5° año de la especialidad Ciencias Naturales del I.S.B.R mediante procesos de reflexión y debate en grupos siguiendo la nueva secuencia didáctica.*

- Si bien esta I-A no está centrada en el desarrollo de habilidades y disposiciones de pensamiento crítico, una de las pretensiones de este trabajo era también fortalecer ambos aspectos. Atendiendo a López Aymes (2013) cuando sostiene que no se trata en sí de generar ideas sino de poder revisarlas y evaluarlas para comprender que es lo que se entiende y que

no para llegar a ser capaz de pensar por sí mismo, puede aceptarse que este objetivo fue logrado en forma sustancial.

❖ *Extraer conclusiones que permitan rediseñar las prácticas docentes en Física, en futuros ciclos lectivos.*

- Es claro que, el análisis de todo lo actuado aquí, ha permitido extraer conclusiones que posibilitan rediseñar las prácticas docentes tanto en lo relativo a la indagación de ideas previas, como a la elaboración de mapas conceptuales y el trabajo en las PL.

❖ *Implementar en las clases de Física del tema “Calor y temperatura”, una nueva secuencia didáctica basada en el diseño de prácticas de laboratorio y el uso de mapas conceptuales y analizar su incidencia en el proceso de enseñanza y aprendizaje, en alumnos del 5° año, de la especialidad Ciencias Naturales, del Instituto Secundario Bernardino Rivadavia de la ciudad de Villa María, Córdoba, Argentina.*

- La secuencia diseñada pudo implementarse sin dificultades y, aun cuando a la luz de esta primera experiencia deban hacerse modificaciones y ajustes, su implementación se considera perfectamente factible. También, se pudo analizar la incidencia en el proceso de enseñanza y aprendizaje, de la realización de las PL en el formato utilizado, así como la elaboración de mapas conceptuales.

Analizando lo respondido por los alumnos, en las encuestas finales, en cuanto a la actitud mostrada, puede observarse que, un mayor porcentaje de alumnos (73%, en lugar del 30% inicial) encontró interesante la nueva metodología de trabajo. Debe aclararse aquí que, las opciones en este ítem no fueron exactamente iguales pues la primera encuesta los interpelaba un poco más acerca de su predisposición personal y la final les requería contestar

acerca de lo que sintieron al trabajar con la nueva secuencia. También debe señalarse, el hecho de que, un poco menos de un tercio de los alumnos no se sintieron satisfechos con la nueva modalidad y esto es, un aspecto a considerar a futuro. Al respecto debieran atenderse las cuestiones por ellos señaladas en sus observaciones finales, como por ejemplo el tiempo que la I-A insumió, excediendo lo previsto, o bien el requerimiento de algunos de ellos que manifestaron su deseo de una mayor contención y asesoramiento por parte del profesor.

Resultó muy alentador que los estudiantes manifestaran que la nueva secuencia didáctica les permitió mejorar la comprensión de uno o más aspectos. La mayoría indicó que la nueva metodología les permitió comprender mejor como se diseña un experimento y mejoró también su comprensión de los aspectos teóricos, lo cual es promisorio al tratarse de los ejes que fundamentan la propuesta de trabajo de esta I-A.

En cuanto a la participación en las actividades experimentales, los alumnos expresaron que esta forma de trabajar favoreció la participación, aunque si se atiende a lo que expresaron previamente no parece haber una mejora en los porcentajes. Es posible también que la forma en que se plantearon las preguntas en una y otra no permita afirmar concluyentemente si hubo o no una mejora.

La actitud mostrada por los estudiantes respecto de las PL muestra también una sustancial mejora, sin dejar de considerar el hecho de que algunos estudiantes opinaron que hubiesen preferido realizar experimentos diseñados por el profesor. Esto último resulta comprensible, si se tienen en cuenta que, para algunos de ellos, el no lograr rápidamente arribar a un diseño exitoso generó una situación de ansiedad y frustración (manifiesto en el apartado final de la encuesta).

La mayoría de los alumnos (66%) también opinaron que el trabajo realizado en las PL con diseño experimental y posterior puesta a prueba les ayudó a mejorar la comprensión,

aunque, nuevamente, deben atenderse a futuro las causas que hicieron que algunos de ellos percibieran que esta forma de trabajo les dificultó la comprensión.

Respecto de la utilidad del documento guía, un 90% de los alumnos opinaron que les resultó útil, aunque algunos alumnos manifestaron no utilizarlo o bien que les complicaba la tarea. A futuro es importante entonces, un análisis más exhaustivo del documento guía, previo al trabajo, a los efectos de que comprendan la importancia de utilizarlo pero que además comprendan cabalmente los aspectos allí tratados para que luego el documento guía cumpla el objetivo para el que fue diseñado.

Los alumnos expresaron, también mayoritariamente (59%) que los mapas conceptuales permitieron mejorar su comprensión de los aspectos teóricos, aunque es uno de los aspectos que a futuro debe trabajarse en forma sistemática para que su uso se generalice a otros espacios y tanto docentes como alumnos estén familiarizados con la técnica. El documento guía que se les facilitó, pareció adecuado en términos generales, si bien puede revisarse para producir mejoras o ampliaciones del mismo.

Por último, la mayoría de los alumnos (83%) se manifestó a favor de la asistencia a biblioteca para buscar información, algo que debe constituirse en una práctica más frecuente para que los alumnos se familiaricen con el manejo de la bibliografía. Por otra parte, la I-A se desarrolló con adolescentes y no sería conveniente excluir de las propuestas didácticas el uso de las tecnologías que ellos habitualmente disponen y dominan, como por ejemplo el uso de celulares como un medio de acceder a la información. Sería conveniente, en este caso, orientarlos a fuentes de información confiables, como por ejemplo Google scholar o Wikipedia y trabajar con ellos en desarrollar criterios de selección y verificación de información.

Cómo ya se comentó, al realizar el análisis de las encuestas iniciales, los alumnos son conscientes de sus dificultades para comprender aspectos conceptuales de la Física. También manifiestan sus dificultades para abordar la resolución de problemas y, de acuerdo a lo observado en el trabajo áulico, estas dificultades se relacionan generalmente con cuestiones matemáticas (como no saber convertir unidades o despejar variables de una ecuación), si bien también se observa repetidamente que los estudiantes no logran comprender los enunciados o asociar los datos proporcionados a las variables asignadas. Esta situación fue abordada en una reunión del área de Ciencias Naturales, donde estuvieron presentes tanto profesores de Física como de Matemáticas. En esa ocasión, las posturas respecto de cómo abordar el tema estuvieron divididas. Por una parte, los profesores de Física solicitaron que se trabajen en las horas de Matemáticas, los temas relacionados a las dificultades observadas. Por otra parte, los profesores de Matemáticas argumentaron que los temas requeridos ya habían sido explicados y trabajados en años anteriores y no creían conveniente retomarlos en sus espacios. Finalmente, la modalidad adoptada para superar estos inconvenientes, consensuada por los docentes del área, fue la de trabajar sobre las dificultades, en el momento en que estas surgen, es decir, en las horas de Física, aunque se trate de aspectos formales de las Matemáticas. Entonces, algunos aspectos propios de Matemáticas (tales como el despeje de ecuaciones, la conversión de unidades, el uso de la calculadora, etc.) fueron trabajados con los alumnos haciendo un paréntesis en el desarrollo de contenidos, explicando algunos fundamentos y resolviendo algunos ejemplos típicos para cada uno de ellos.

Un aspecto que fue muy difícil de cumplir, en base a lo que se había proyectado fue el cronograma, no en cuanto a la consecución de las etapas sino en cuanto a los tiempos planificados. El curso con el que se desarrolló la I-A tuvo asignadas las 3 horas cátedras, correspondientes al plan de estudios, en este caso ubicadas los días viernes de 10:40 a 12:00

horas y de 12:10 a 12:50 horas. Una cuestión que dificultó la continuidad del trabajo fue que, al no dictarse clases un viernes (por algún feriado, viaje de proyecto del curso, etc.), transcurrían 15 días entre una clase y la siguiente, lo que generaba un poco de desconexión por parte de los alumnos, obligando al docente a retomar el tema y repasando lo actuado hasta el momento. No obstante, el retraso que sufrieron las actividades no puede atribuirse enteramente a la pérdida de días de clases, sino que también estuvo determinada por el propio ritmo al que las clases pudieron avanzar, dadas las dificultades que se iban presentando en la comprensión de los alumnos. Puede citarse al respecto, el trabajo de Etxabe Urbieto (2001) en el cual se analizan las ventajas y desventajas comparativas entre la realización de PL como receta o como investigaciones. Este autor encontró que muchos docentes eligen los primeros, apoyados en razones pragmáticas, dado que son más simples e insumen menos tiempo. Como se pudo observar, al analizar los resultados de esta I-A, el manejo del tiempo fue un inconveniente, pero, si bien es un factor que debe trabajarse a futuro, de ningún modo es un motivo a considerar para no realizar PL en formatos de investigación ya que se considera que los logros obtenidos compensan ampliamente cualquier factor negativo.

Un requerimiento de los alumnos, en función de las dificultades que no les permitían avanzar con el diseño experimental, fue que el profesor les mostrara como hubiese hecho él mismo el experimento las consideraciones que tendría a la hora de diseñarlo. En la implementación de este ciclo no se realizó porque obviamente iría en contra de permitir que los alumnos pudieran expresar su creatividad, analizando y discutiendo grupalmente las dificultades encontradas, a los fines de proponer y ensayar un camino de superación de las mismas. Cabe destacarse que, lo que sí se atendió en todo momento, fueron los aspectos relativos a medidas de seguridad y bioseguridad realizándose observaciones de modo que los

alumnos no implementaran experimentos que pudieran generar riesgos para ellos o los demás, así como producir roturas de materiales.

A pesar de los aspectos positivos que esta I-A permitió concretar, una cuestión que no arrojó los resultados esperados fue la interpretación final que los grupos hicieron de acuerdo a sus registros experimentales y, sobretodo, la forma en comunicaron estos en sus conclusiones. Por ejemplo, en algunos casos, no volcaron los datos obtenidos a una gráfica, en otros realizaron gráficas inadecuadas o bien realizaron las gráficas, pero no las utilizaron luego para justificar las conclusiones en forma más estricta. Zimmerman (2000, citado en Crujeiras Pérez & Jiménez Aleixandre, 2015) al caracterizar lo observado en la indagación de las P-L, refiere que los alumnos tienden a presentar diseños experimentales con poca información y son poco sistemáticos en la toma de datos, aspectos concordantes con lo observado en esta I-A. También Kanari & Millar (2004, citado en Crujeiras Pérez & Jiménez Aleixandre, 2015) aportan en el mismo sentido al expresar que los alumnos suelen registrar datos inadecuados o incompletos y, además, luego no los consideran para elaborar sus conclusiones al igual que lo observado con algunos de los grupos con se trabajó en esta I-A.

Respecto de la elaboración de mapas conceptuales, aún luego de trabajarlos previamente en una clase y dar todas las recomendaciones para construirlos analizando el documento guía, los mapas presentados por los alumnos no seguían, en todos los casos, los requerimientos de palabras de enlace y entonces no permitían obtener de ellos las proposiciones correctamente. Si bien contrastando los mapas, elaborados al final de la unidad con los iniciales, se pudo encontrar progresos, es evidente que, estos aún podrían evolucionar mostrando más conexiones cruzadas y un mejor ordenamiento en cuanto a la jerarquización de conceptos.

Entre las metodologías utilizadas en esta unidad temática, se agregaron problemas de tipo abierto a las guías (anexo 4), a los fines de fortalecer el desarrollo de las habilidades de pensamiento crítico. Los mismos, también fueron trabajados en forma grupal y permitieron consolidar lo trabajado en la I-A. Aunque esta temática no fue incluida como uno de los ejes de la propuesta, resultó evidente que, la resolución de problemas del tipo tradicional (donde el trabajo de los alumnos se limita solamente a una ejercitación de ciertas habilidades y conocimientos, principalmente matemáticos, sin involucrar decisiones ni revisión de lo actuado) no estaba en concordancia con la forma en que se desarrollaron las PL y el aprendizaje de conceptos por lo que pareció coherente reformular las guías de problemas incluyendo al menos uno de estos por guía.

Una constante que se desprende del análisis del trabajo de los grupos es la falta de comprensión de lo que leen, en forma generalizada y atravesando a todas las asignaturas. El problema se reconoce también a nivel oficial ya que en años anteriores el Ministerio de Educación de la provincia de Córdoba lo incluyó como eje de trabajo transversal para todos los niveles de educación y todos los espacios curriculares.

Es también un problema generalizado en los estudiantes de este nivel la tendencia que muestran a entregar los trabajos anticipadamente, en una especie de “urgencia por cumplir el requisito”, sin preocuparse de profundizar en los aspectos involucrados o en obtener un aprendizaje más perdurable. Esto es especialmente marcado en la interpretación que hacen de los experimentos, donde se aprecian muchas dificultades cuando deben establecer relaciones entre lo que pretendían realizar, lo que observaron y lo que podía esperarse.

Nuevamente aquí, debemos hacer referencia a lo importante que es continuar el trabajo en la exploración de metodologías que permitan instalar en los estudiantes aspectos relativos

a la motivación intrínseca de modo que, cada vez con menor frecuencia, se movilicen impulsados extrínsecamente.

Un aspecto relevante que surge del análisis de los procedimientos propuestos es que los estudiantes de este curso expresaron en forma bastante ambigua sus ideas y eso luego impactó directamente en la organización del esquema de trabajo para el día en que se concretó la implementación de la PL. Por ello es importante que, paralelamente, se trabajen también con los estudiantes, aspectos relativos a la comunicación e interpretación de ideas, así como a lograr que dominen la precisión de lenguaje que las ciencias requieren, como se analiza en el trabajo de Sanmartí, Izquierdo & García (1999). Puede considerarse al respecto, el trabajo de Sanmartí (2008), donde se sostiene la idea de que la competencia comunicativa, no se da espontáneamente ni tampoco como resultado del trabajo en las clases de lengua, sino que el lenguaje de ciencia se desarrolla de forma indisociable del aprendizaje de las ideas de la ciencia. Crujeiras Perez & Jiménez Aleixandre (2012), a su vez, afirman que existe consenso en el papel del discurso (leer, escribir, discutir ideas y explicaciones), además del papel de la experimentación en la producción de la ciencia.

Como bien se menciona en Alonso Tapia (2005), los alumnos afrontan un trabajo en vistas a lograr ciertos aprendizajes con cierta motivación y, esta depende de lo que ellos presienten que va a insumirles en términos de tiempo y esfuerzo, aun cuando sepan que van a ser capaces de superarla. Esto posiblemente tuvo su influencia, en especial si se atiende a la inmediatez a que están acostumbrados al presentar un trabajo o estudiar para una evaluación escrita. Un trabajo de plazos más largos como el planteado en esta I-A, los situó en una posición con la que no están familiarizados y les generó cierta “ansiedad” por conocer cómo se valoraría su trabajo, a pesar de que las intervenciones del profesor continuamente hacían alusión a la importancia del recorrido que hicieran en su aprendizaje trabajando esta

propuesta. Lograr el equilibrio entre una adecuada pero no excesiva motivación extrínseca que los movilice inicialmente hasta que, poco a poco, esta no sea necesaria y los alumnos se vean movilizados intrínsecamente al ir descubriendo el atractivo que la consecución de las actividades tiene y, lo que estos logros a posteriori les permitan avanzar, debiera ser una constante búsqueda en la actividad docente. Es bien sabido por los docentes que, la amenaza en ciernes sobre los alumnos, respecto de no obtener buenas calificaciones, los presiona y hace que se preocupen de entregar rápidamente un trabajo o que estudien “para aprobar”, en forma mecánica memorística inhibiendo en ellos las actividades de preguntar, participar, etcétera (Alonso Tapia, 2005). En este sentido, es de destacarse que, en el trabajo a lo largo de la secuencia didáctica propuesta en esta IA, se trabajó continuamente poniendo el énfasis en lo importante de la participación de cada uno y la paciencia que debían tenerse ellos mismos al no arribar a los resultados esperados en forma inmediata.

Un aspecto muy valorable en cuanto al impacto en la actitud de los estudiantes, de esta propuesta didáctica, es el hecho de que los alumnos hayan propuesto e implementado sus propios diseños experimentales pues, si bien estaban condicionados por el tema en estudio, el cual se enmarca en un programa ministerial, tuvieron amplia libertad en su trabajo y el hecho de trabajar en torno a proyectos de desarrollo personal, siguiendo a De Charms (1976, citado en Alonso Tapia, 2005) es altamente positivo y facilita la autorregulación de los aprendizajes evitando a su vez que desaparezca el interés.

Del Carmen (1995) señala que, el trabajo en PL con enfoques investigativos, resultan efectivos para poder analizar las diversas posibilidades que pueden permitir al alumnado, con capacidades e intereses diferentes, evolucionar desde sus concepciones “espontáneas” y poco elaboradas, hacia otras que les permitan comprender la naturaleza de las explicaciones científicas, las características de los procedimientos utilizados y sus limitaciones e

implicaciones sociales; todo ello con la intención de desarrollar actitudes positivas y críticas hacia el conocimiento científico

Atendiendo a la teoría de las múltiples inteligencias de Gardner (1995, citado por Macías, 2002) de amplia aceptación en el sector educativo y con vistas al tipo de sociedad humana que se pretende construir (donde cada ser humano sea valorado por su individualidad, siendo capaz de aportar y a su vez de concretar sus sueños) debe reconocerse que, no necesariamente todos los alumnos pudieron sentirse motivados en igual grado por la propuesta planteada. En este sentido, lo deseable hubiese sido que cada uno de los estudiantes pudiese haber planteado su propio diseño y que lo hubiese podido poner a prueba ya que, siguiendo a Gardner, cada inteligencia expresa una capacidad que opera de acuerdo con sus propios procedimientos, sistemas y reglas, y tiene sus propias bases biológicas. Entre este extremo de trabajo, con planteos individuales frente a la propuesta y el de realizar una propuesta general para todo el curso hay un espacio donde el docente puede trabajar constituyendo comisiones, como en este caso. Claro está que sería también deseable que estos grupos de trabajo fueran del menor número de integrantes posibles y, en general, suele recomendarse que estos estén en torno a 3 o 4 alumnos de modo de lograr una mayor participación y mejor seguimiento. En nuestro caso, la disponibilidad de recursos del laboratorio y el hecho de no poder desdoblar los grupos, hicieron de que el número de integrantes por grupo no fuese el más adecuado.

Sin dudas, que debe agregarse como una crítica y también como una propuesta de mejora, el poder trabajar atendiendo mejor a las individualidades, de modo que cada uno de los estudiantes pueda desarrollar plenamente su creatividad al poner a interactuar su propio perfil, el ámbito circundante y el campo disciplinar.

También Alonso Tapia (2005) refiere a que es crucial en el logro de los aprendizajes, una adecuada retroalimentación por parte de profesor, identificando primero dónde están las dificultades de los alumnos y proporcionando una adecuada guía para superarlas. En esta I-A se examinó minuciosamente el trabajo de cada grupo y, además de servir para orientar progresivamente el trabajo de los alumnos en este ciclo, ha servido para replantear algunos aspectos de la I-A para ciclos posteriores.

Alonso Tapia (1997) reflexiona acerca de que el hecho frecuente de sostener la idea de que nuestros alumnos sólo tienen interés en aprobar con el menor esfuerzo posible es pensar de antemano que será imposible obtener buenos resultados de aprendizaje y no valorizar la propia tarea, con la consiguiente falta de autoestima que eso provocará en los docentes. Es también una forma de deslindar la responsabilidad en causas ajenas al desempeño docente. No puede negarse, sin embargo, que ciertos factores actuales como el contexto sociocultural tienen un fuerte impacto, pero es por ello que, frente a estos desafíos, es cuando la tarea docente resulta más interesante y adquiere pleno significado. La I-A aquí emprendida, lejos está de constituirse en un modelo acabado, pues claramente iría contra los principios de este tipo de investigación. Es más bien un punto de partida, donde profesores de un mismo ámbito puedan encontrarse, en el inicio de un camino de cooperación que permita ir avanzando hacia estrategias más efectivas para poder arribar a mejores resultados de aprendizaje en nuestros alumnos, en términos reales y no solamente de calificaciones de libreta.

Finalmente, podemos concluir que los recursos didácticos implementados en la secuencia didáctica, se mostraron con mucho potencial a futuro y, realizando algunos ajustes y reevaluándolos continuamente, podrán implementarse y desarrollarse con mejores resultados. Por todo lo antes expuesto, puede considerarse que el objetivo general también fue alcanzado satisfactoriamente.

4.4 Propuestas de nuevas mejoras para un segundo ciclo de la I-A.

Cuestiones operativas determinaron que esta I-A se haya limitado al trabajo en el primer ciclo de la misma. Dado que el grupo de alumnos con que se trabajó el tema Calor y Temperatura, debió continuar avanzando con otros contenidos del programa, se dará continuidad a esta I-A con los ciclos sucesivos en los años lectivos siguientes y otros grupos. Se proponen entonces, las siguientes mejoras para el segundo ciclo de la I-A:

- Difundir la modalidad de trabajo bajo el formato I-A al resto de la comunidad educativa de modo que puedan implementarse otros proyectos similares en la institución.
- Revisar cuidadosamente los recursos necesarios que estarán involucrados en el segundo ciclo de la I-A. A partir de esa revisión sería conveniente disponer de grupos de trabajo con menos integrantes, en la medida de las posibilidades de la institución.
- Incrementar la vinculación horizontal y vertical con los profesores de otras áreas.
- Revisar y replantear la planificación de tiempos del cronograma.
- Planificar una secuencia modelo de investigación para que los alumnos puedan tomarla de ejemplo.
- Extender la propuesta de trabajo con mapas conceptuales a otras áreas, comenzando con cursos inferiores.
- Incorporar formalmente el trabajo con problemas abiertos en las guías de Física.
- Formalizar el control de avances de los trabajos grupales en una planificación más detallada.
- Rediseñar el GPI e instrumentar los modos de que los grupos los utilicen como adecuada guía para su trabajo.

- Trabajar previamente con los alumnos sobre cuestiones inherentes al trabajo experimental (mediciones, tablas de registros y representaciones).
- Continuar utilizando el recurso de biblioteca y formalizar la utilización de citas bibliográficas bajo normas APA.
- Incentivar a la autorreflexión sobre las prácticas docentes a los colegas del área Ciencias Naturales, del I.S.B.R., a través de la socialización y debate de los resultados de esta I-A.

Dada la aceptación que esta I-A ha tenido en el equipo directivo de la institución y en función del interés que ha despertado en otros docentes es de esperarse que esta experiencia pueda trasladarse a otros espacios y a partir de los mismos puedan compartirse los logros enriqueciendo la formación docente.

Si bien no existieron inconvenientes que afectaran considerablemente el desarrollo de esta I-A, es importante que se detallen y revisen previamente los recursos que futuros ciclos demandarán, tanto en aspectos materiales como humanos y coordinar en función de estos que esté asegurada la disponibilidad.

Trabajar en estrecho contacto con los profesores de Matemáticas, de modo que exista un intercambio de información permanente que posibilite que se atiendan las dificultades matemáticas que los alumnos muestran en su trabajo en las horas de Física. Una posibilidad es la de que existan proyectos de fortalecimiento del área que permitan visibilizar estas cuestiones y formalicen este trabajo, evitando que se produzca en forma esporádica y sin registro. Otra posibilidad, es continuar del modo en que se vienen trabajando estas cuestiones, siendo el profesor de Física el que atiende las dificultades matemáticas, en el momento que

surgen. Lo importante es que sea sometido a debate con los actores involucrados y se tome una decisión conjunta acerca del modo de afrontar esta situación.

Dado que el cumplimiento de los tiempos prefijados inicialmente en el cronograma no fue posible, se sugiere revisar minuciosamente el calendario y planificar cuidadosamente las actividades, antes de emprender una investigación similar. También es recomendable mantener permanente comunicación con el resto de la comunidad educativa a los fines de coordinar las actividades extras que pudieran afectar el normal desenvolvimiento de la I-A.

Si bien en sucesivos ciclos de esta I-A, se desea mantener la premisa de que los alumnos trabajen en forma autónoma, tratando de no influenciar sus diseños experimentales, no puede dejar de considerarse la opinión vertida por los mismos, respecto de su deseo de haber contado con un mayor acompañamiento del profesor. Una forma de considerar esto, sin perder de vista lo que en esta I-A se persigue, sería el realizar primero una pequeña investigación sobre otro tema, cuidadosamente planificada y analizada siguiendo los mismos pasos de este primer ciclo, para que los alumnos la tomen de modelo y puedan visualizar concretamente la forma de afrontar luego la propia con las consideraciones previas que deben hacerse y la interpretación adecuada del registro de datos obtenidos. Esto también aportaría a la mejora de la interpretación de datos y comunicación de resultados ya que, a pesar de que algunos temas son tratados en la asignatura Matemáticas, a los alumnos les resulta difícil aplicar estos conocimientos luego en algo concreto. Nuevamente, resulta inevitable destacar la necesidad de fortalecer el trabajo interdisciplinario. Aún mejor sería, lograr que esta propuesta, comience a implementarse en cursos inferiores e incluso en el nivel primario, de modo de comenzar con PL con el formato aquí utilizado, pero con un mayor acompañamiento docente a los alumnos, el que gradualmente podría ir retirándose hasta llegar a un trabajo completamente autónomo de los mismos, con una guía mínima. Este acompañamiento o

“andamiaje” que se aporta, estaría justificado desde la perspectiva socio-constructivista de Vygotsky (1979) donde la persona con más conocimiento puede guiar a otra.

Respecto de la elaboración de mapas conceptuales, y en función de lo observado en este trabajo, la propuesta sería generalizar la metodología de incorporar esta herramienta y bajar también la propuesta a cursos inferiores (probablemente al primer año) de modo que los alumnos vayan familiarizándose antes con la utilización de este recurso y tengan pleno dominio del mismo en los cursos superiores de la orientación. También sería posible en este caso, una vez dominada e incorporada la técnica de elaboración de mapas conceptuales, comenzar a trabajar con las V de Gowin profundizando así los procesos de metacognición.

Para sucesivos ciclos de la I-A, en futuros ciclos lectivos será importante formalizar la inclusión y el trabajo en la resolución de problemas abiertos, cuidadosamente elegidos de modo que provoquen la movilización de los procesos de pensamiento y reflexión deseados en nuestros estudiantes. También será una cuestión a determinar el modo de evaluar los impactos que esto provoque en el proceso de enseñanza aprendizaje para lo cual se sugiere revisar el documento de López Aymes (2013) como punto de partida.

Una recomendación a tener en cuenta para otros ciclos de la IA es que se debe trabajar desde el primer día en lograr que los alumnos sean más concisos en sus ideas, para lo cual las revisiones de los avances deben hacerse más sistemáticamente, solicitando que además detallen que es lo que se persigue con cada acción y que registro debe obtenerse.

A partir del análisis de los trabajos de los alumnos, es evidente que debe trabajarse más profundamente en el guion de pautas, en forma previa. Sería importante modificar este guion de pautas e ir agregándole nuevas preguntas que orienten a los alumnos a la reflexión permanente acerca de los aspectos que una PL involucra. Por ejemplo, en el punto 2, podría

preguntarse: ¿Qué resultados esperan observar? (ejemplificar). ¿De qué modo procesarán los resultados y que debiera observarse en ellos, de cumplirse la hipótesis?

En función de lo observado en este primer ciclo de la I-A, debe también profundizarse el trabajo con los alumnos utilizando el valioso recurso de la biblioteca. Para ello, sería factible implementar talleres de trabajo en otras asignaturas que los vayan familiarizando gradualmente a trabajar con bibliografía, como fuente confiable de información.

4.5 Reflexiones finales

Este trabajo abarcó un primer ciclo de la I-A, dadas las características del nivel donde se implementó y los tiempos impuestos por el cronograma. Resta aún mucho por mejorar, en sucesivos ciclos, pero un camino se recorre un paso a la vez y lo importante es comenzar.

Se considera que uno de los principales logros de esta I-A ha sido lograr movilizar a los estudiantes en edad adolescente, con todo lo que ello implica en los tiempos que vivimos. Haber podido trabajar en biblioteca con libros en formato físico y ponerlos en situación de búsqueda y síntesis de información, frente al habitual uso de la web que les ofrece todo elaborado sin invitarlos a reflexionar, es muy destacable y como recurso, seguramente, puede aún ofrecer mucho más. El acceso a las nuevas tecnologías como la de teléfonos celulares no puede considerarse de ningún modo como algo negativo, sin embargo, en personas en etapa de formación como los adolescentes que esta I-A involucró, genera cierta “cultura de la inmediatez” donde todo se resuelve accediendo a la web y buscando en el acto la información deseada. Son conocidos también, los impactos sociales que esto va teniendo pues es muy difícil ejercer un autocontrol y llegar a un uso equilibrado y racional de estas tecnologías. Los docentes, a su vez, no podemos tampoco estar en contra de las actuales tendencias y lograr un punto de equilibrio es sin lugar a dudas, una cuestión de profundo debate.

Es en relación a los anteriores aspectos que también puede considerarse meritorio lo logrado con esta nueva secuencia. Poder pasar de atender las inquietudes y frustraciones iniciales de los alumnos a tener discusiones más profundas acerca de los temas estudiados, poder regular el ritmo de trabajo de los alumnos y conseguir que comprendan que esto no implicaba una recompensa en el corto plazo, sino una valoración del proceso que cada grupo atravesaría, permitió comprender que es posible encontrar modos efectivos de concretar aprendizajes no solo de contenidos sino también de actitudes, tan necesarias en estos tiempos.

Un aspecto sobre el que se trabajó constantemente con los alumnos fue el de hacerles comprender que, no se esperaba que produjeran un diseño experimental adecuado y exitoso al primer intento, sino que, lo importante era el proceso de evolución de su trabajo. Claro está que, difícilmente se pretenda algo distinto para esta I-A, habida cuenta de lo complejo del escenario y de la cantidad de variables que influyen en el contexto en que se desarrolla.

Tampoco puede pensarse que no importan los resultados, pues estos afectan directamente a los sujetos de esta investigación, y ellos no pueden pagar las consecuencias de nuestros errores. Entre un extremo y otro, es posible encontrar un margen en la tarea educativa, para lograr introducir innovaciones, cuidadosamente pensadas y discutidas, para poder evaluarlas. Es en este margen donde la I-A aparece, como ya se mencionó, como una herramienta muy acorde al docente que quiera incursionar en el proceso de examinar sus propias prácticas.

Debe reconocerse que, también los docentes atravesamos este proceso y fuimos pasando de la incerteza y la ansiedad iniciales, al entusiasmo y la motivación generados a medida que las partes iban encajando en el todo. Un efectivo remedio para recuperar la autoestima del docente y lograr la valoración de su tarea.

Como se mencionó anteriormente, existen trabajos que cuestionan la efectividad de las PL para complementar el proceso de transmisión de conocimientos. Seguramente, en un formato típico de “prácticos receta” mucho de eso debe ser cierto, pero puede considerarse, a partir de esta experiencia, que también existe otra realidad en los laboratorios, una realidad donde todos los alumnos participan sin necesidad de “empujarlos a la acción”, una realidad donde no se da por sentado un resultado sino que se trabaja y se exploran alternativas, una realidad donde los alumnos se acercan al profesor en los recreos para contarle que tuvieron una idea o pudieron resolver una situación. Debe aclararse aquí que, si bien el formato propuesto no les dejaba a los alumnos proponer un tema de investigación libre, ya que se trabaja dentro de un marco de contenidos prescriptos para el nivel, el hecho de que ellos hayan podido proponer el procedimiento experimental hizo que se apropiaran del mismo y eso generó muchas más expectativas y se cristalizó en una mayor participación, como ya se dijo.

Finalmente, esta I-A no ha pasado desapercibida y tanto directivos, como docentes y personal del Departamento Educación de la institución han apoyado este trabajo y esperan que, a partir de estas conclusiones, sea posible trasladar la experiencia e implementarla en otras asignaturas, como pequeños proyectos de mejora, con posterior discusión y revisión.

Jorge Víctor Restovich

Junio de 2021

ANEXOS

Anexo 1:

Encuesta a docentes del departamento de Física

1- ¿Considera importante realizar actividades de laboratorio en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física? Marque una opción.

- Es indispensable.
- Es importante.
- No tiene incidencia.
- Es contraproducente.
- No sabría decirlo.

2- Si Ud. realiza actividades de laboratorio responda seleccionando un ítem:

a) Número de ocasiones:

- En cada tema desarrollado.
- En algunos temas. Especifique un número aproximado de veces: ()

b) Tipo de trabajos prácticos:

- Siguiendo una guía preestablecida.
- Diseñado por los alumnos.
- Informales en el aula.

c) Cantidad:

- Creo posible incrementar el número de trabajos de laboratorio.
- Desearía incrementar el número de trabajos pero es dificultoso porque:

3- Si Ud. no realiza habitualmente actividades de laboratorio, identifique algún motivo marcando una o más opciones:

- No las considero necesarias para el desarrollo de mis clases.
- Insumen demasiado tiempo.

- El laboratorio no está siempre disponible.
- Falta equipamiento específico para los temas que desarrollo.
- No se obtienen los resultados esperados.
- Los grupos son muy numerosos.
- Otros motivos. Especifique brevemente cuales:

- 4- ¿Utiliza habitualmente mapas conceptuales u otra herramienta epistemológica en su enseñanza?
- Utilizo mapas conceptuales.
 - Utilizo otra herramienta. Nombre cual es:
 - No utilizo ninguna.
- 5- Los problemas incluidos en las guías de ejercitación son del tipo:
- Clásico, de aplicación de fórmulas de un tema determinado, con respuesta definida.
 - Abiertos, implicando utilización de conocimientos de varias áreas, búsqueda de información, toma de decisiones en la selección de datos y respuesta no definida.
 - Ambos tipos de problemas.
- 6- ¿Ha oído acerca de la investigación acción como metodología encaminada a reflexionar sobre las propias prácticas y mejorarlas?
- Si.
 - No.

Anexo 2:
Documento guía sobre mapas conceptuales para alumnos

Como parte de las actividades previstas en la nueva secuencia didáctica a implementar en las clases de Física, voy a pedirles en algunas oportunidades que trabajen en la elaboración de mapas conceptuales. Aunque los detalles de las consignas se comunicarán oportunamente, es conveniente que nos familiaricemos con el significado y alcances de algunos términos.

Una descripción adecuada de lo que es un mapa conceptual, puede obtenerse interpretando la figura 1 extraída del libro titulado “Mapas Conceptuales. Una técnica para aprender”:

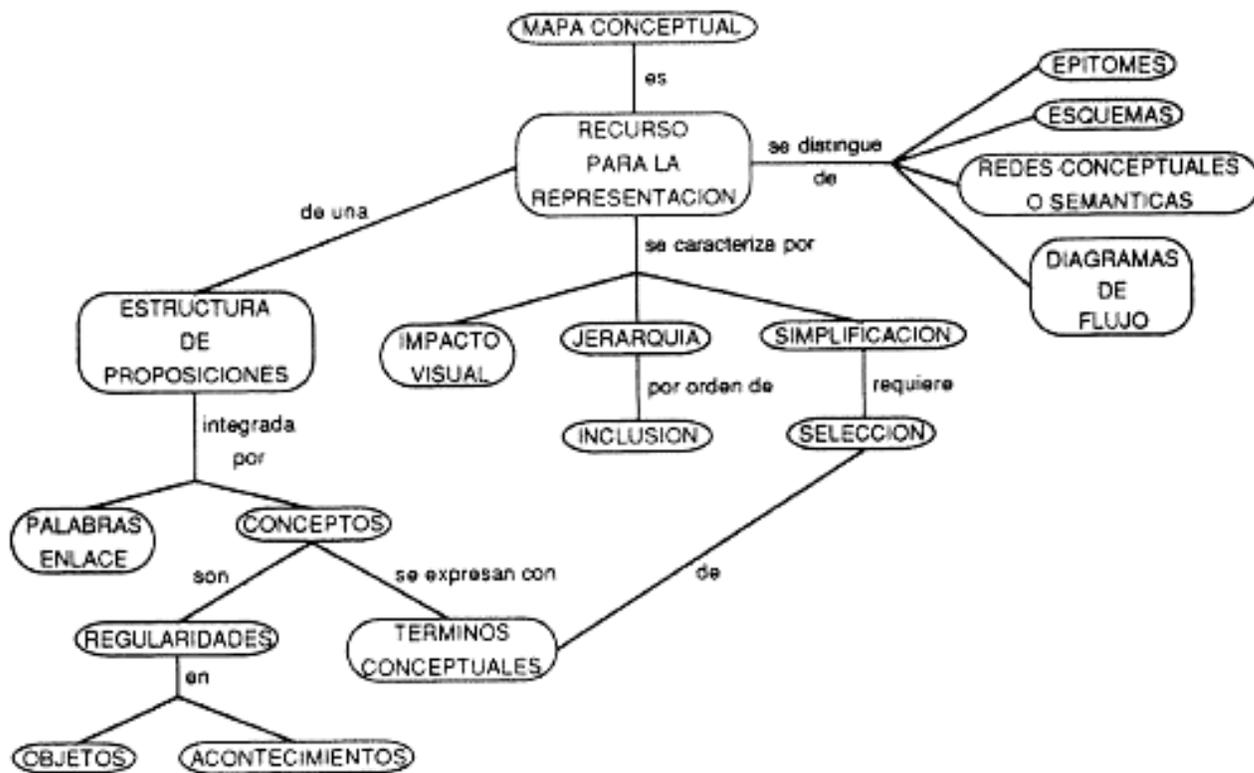


Figura 46. Modelo de mapa conceptual. Fuente: Ontoria Peña *et al.* (1992).

Un mapa conceptual es un recurso que nos permite representar de manera simplificada las relaciones entre conceptos que se hallan vinculados entre sí en una cierta estructura de proposiciones.

Los conceptos, al decir de Novak & Cañas (2006) son regularidades percibidas en eventos u objetos, o registros de eventos u objetos, designados por una etiqueta. La etiqueta para la mayoría de los conceptos es una palabra, sin embargo, algunas veces utilizamos símbolos tales como + o %, y algunas veces se usa más de una palabra. Los conceptos se hallan encerrados en óvalos o rectángulos, en los mapas conceptuales y los distintos conceptos se conectan entre sí mediante líneas de enlace, sobre las cuales se colocan palabras o frases de enlace que definen la relación entre dos conceptos.

Dos conceptos unidos por una palabra de enlace forman una proposición. Las proposiciones son afirmaciones sobre un objeto o evento en el universo, ya sea que ocurra naturalmente o sea construido. Las proposiciones contienen dos o más conceptos conectados mediante palabras o frases de enlace para formar una afirmación con significado (Novak & Cañas, 2006). A modo de ilustración de cómo estas afirmaciones se concretan en un mapa conceptual, se incluye la figura 2.

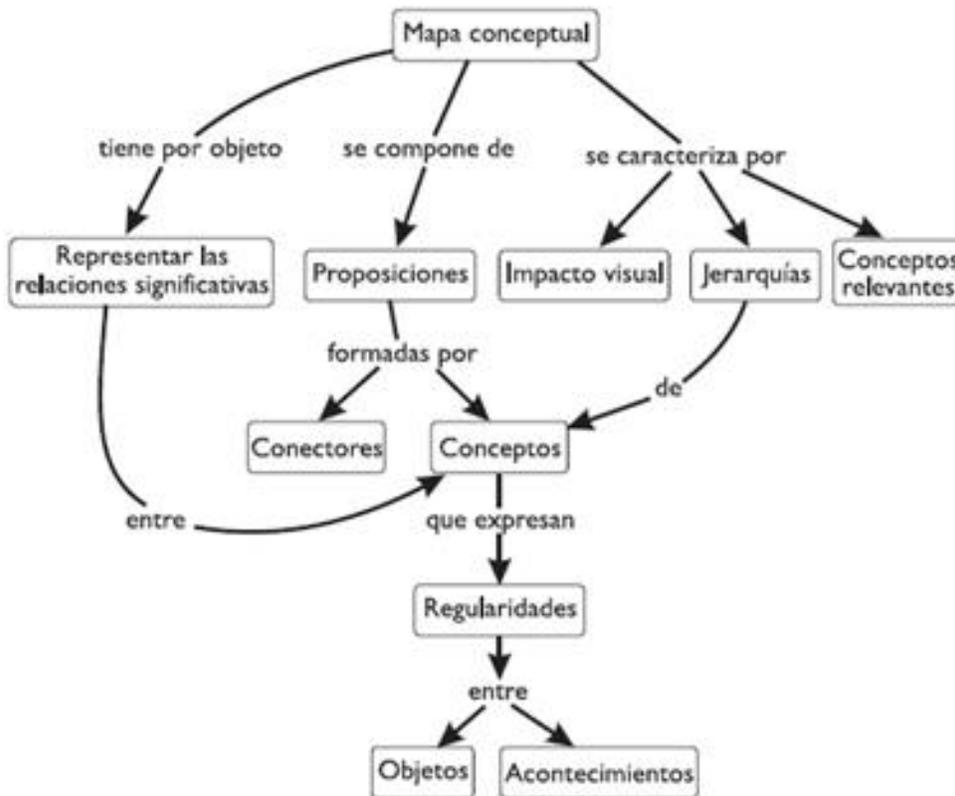


Figura 47. Mapa conceptual elaborado mediante el programa informático Cmap Tools. Extraído de Boggino (2002). Fuente: Aguilar Tamayo (2006).

Los mapas conceptuales deben poder interpretarse luego de elaborados, para lo cual se deben seguir los caminos trazados y reconstruir las proposiciones que el autor del mapa quiso enunciar.

Por ejemplo, del primer mapa podría construirse la siguiente proposición:

“Un mapa conceptual es un recurso para la representación de una estructura de proposiciones integrada por palabras de enlace y conceptos”.

Así como del segundo, podría obtenerse:

“El Mapa conceptual tiene por objeto representar las relaciones significativas entre conceptos que expresan regularidades entre acontecimientos u objetos.”

Actividad 1: En forma individual, elijan uno de los mapas anteriores y señalen en él los elementos componentes de un mapa conceptual.

Actividad 2: En forma individual, elaboren todas las proposiciones restante posibles de los dos mapas anteriores. El profesor les indicará el tiempo disponible, al final del cual se leerán las que obtuvieron para comprobar que estén correctas y atender las dificultades que se les hayan presentado.

De acuerdo con Ontoria *et al.* (1992) existen algunas reglas básicas que deben seguirse para elaborar mapas conceptuales:

- Deben tener fuerte impacto visual. Podríamos interpretar esto como que un mapa conceptual debe permitirnos recuperar rápidamente, al recorrerlo, los conocimientos más importantes acerca de un determinado tema.

- Deben ser simples, en la medida de lo posible, lo que nos obligará a seleccionar cuidadosamente los conceptos y palabras de enlace que utilizaremos.

- Existe cierta “jerarquía” que debe respetarse, colocando los conceptos más inclusivos o generales, en la parte superior y de allí hasta llegar a los ejemplos (sin enmarcar) en la parte inferior.

- Los conceptos sólo deben aparecer una vez en el mapa conceptual.

- A veces deben utilizarse flechas en las líneas de enlace para indicar el concepto derivado, si este y el principal están a la misma altura o se trata de una relación cruzada.

Ontoria *et al.* (1992) recomiendan no quedarse con el primer mapa realizado acerca de un tema, sino tomarlo como un primer borrador que nos permita ir reelaborándolo

sucesivamente, para mejorar lo que queremos comunicar, así como la presentación visual. También recomiendan escribir los conceptos en mayúsculas para destacarlos y encerrados por elipses.

Finalmente, el mapa debe ser revisado, los conceptos reacomodados de forma que aporten a una mayor claridad y mejor estructura global, y debe prepararse un mapa “final”. A los efectos de estas revisiones y reacomodamientos, Novak & Cañas (2006), recomiendan utilizar un software específico para construcción de mapas ya que permite regresar al mapa y realizar cambios (como el tamaño y estilo de la fuente, agregar colores, etc.) para mejorar su estética. Si bien existen otros softwares para la construcción de mapas conceptuales, uno que puede ser fácilmente utilizado y permite la descarga gratuita, se halla en la siguiente dirección en la web: <https://cmap.ihmc.us/>.

Es importante reconocer que un mapa conceptual nunca estará totalmente terminado. Luego de haber construido el mapa preliminar, siempre es necesario revisarlo tres o cuatro veces. Los buenos mapas nunca surgen del primer intento, siempre requieren tres o cuatro revisiones, siendo este el motivo que hace tan útil el uso de los programas especialmente desarrollados para construir mapas conceptuales. Luego del mapa preliminar, se deben buscar uniones transversales, que son enlaces entre diferentes dominios de conocimiento, que ayudan a ilustrar como se relacionan estos dominios entre sí. En cada casilla del mapa se deben colocar solamente conceptos tratando de evitar el uso de oraciones dentro de ellas. El uso de oraciones pone de manifiesto que con ellas se puede crear una subsección nueva en ese mapa (Chrobak, 2010).

Debe comprenderse también que un mapa conceptual representa el conocimiento que se tiene acerca de un tema, en un determinado momento, en una representación plana. Por eso es que debe hacerse hincapié en el hecho de que no habrá un único mapa

correcto para un tema, sino que al igual que el conocimiento que intenta reflejar, el mapa construido dependerá de los conocimientos previos, el contexto y la propia interpretación. Como es de esperarse, al progresar en el aprendizaje, este mapa debiera reformularse casi completamente (Chrobak, 2010).

Anexo 3:

Documento guía sobre ideas previas acerca del tema Calor y Temperatura.

Como parte de la nueva secuencia didáctica que se propone para las clases de Física, comenzaremos con una actividad para conocer lo que saben acerca del tema “**Calor y temperatura**”. Para realizar esta actividad, deberán trabajar en los grupos conformados anteriormente.

En primer lugar, deberán responder a las siguientes preguntas, **sin recurrir a la ayuda de libros o información disponible en internet:**

a- ¿Qué es el calor?

b- ¿Qué es la temperatura?

c- ¿Existe alguna relación entre estos dos conceptos?

d- ¿En qué unidades se mide cada uno de ellos?

e- ¿Qué son los termómetros?

f- ¿Con qué otros conceptos pueden relacionarse el calor y la temperatura? (les sugiero escribir el nombre y/o la definición de ese concepto si la conocen, además de palabras o frases de la vida cotidiana que piensen que se relacionan con estos).

Por último, utilizando las repuestas que han elaborado, **construyan un mapa conceptual** que incluya la información contenida en sus repuestas. Para ello, se recomienda realizar los siguientes pasos:

1°- Separar los conceptos presentes en las definiciones elaboradas además de los adicionales nombrados.

2°- Ordenar los conceptos de mayor a menor inclusividad o generalidad.

3°- Elegir las palabras de enlace adecuadas para formar proposiciones.

4°- Establecer relaciones cruzadas, si es posible encontrarlas.

Anexo 4:
Documento guía para Laboratorio Experimental

Tema: Estudio experimental de los factores que determinan la cantidad de calor necesaria para calentar una sustancia.

Con anterioridad, hemos discutido en esta asignatura el significado del calor y de la temperatura. También establecimos que es la diferencia de temperaturas la que impulsa la transferencia de calor y determina su sentido. Les propongo ahora, un estudio experimental de los factores que determinan la cantidad de calor requerida para incrementar la temperatura de un sistema determinado.

Para realizar dicho estudio, trabajarán siguiendo estas pautas:

- Conformar grupos de 4 o 5 integrantes.
- Recurrir a la bibliografía disponible en la biblioteca de la institución en busca de información que los oriente inicialmente. Se trata de encontrar, en libros de física o de termodinámica, alguna ecuación que describa la dependencia entre la cantidad de calor que un cuerpo intercambia (ganando o perdiendo) en un proceso y los factores o variables intervinientes. Citar el o los libros utilizados.
- Una vez establecida esta ecuación, deberán realizar un diseño experimental que les permita evaluar la incidencia de las distintas variables involucradas, así como el modo escogido para medir cada una. En este punto sugiero reflexionar y tener presentes los siguientes aspectos (ponerlos por escrito) tomados del diseño de guion de pautas indicativas de Grau (1994, basado en valoraciones de la línea de Rubin y Tamir -1988-ambos citados en García Sastre, Insausti, & Merino, 1999).

Aspectos a considerar

- 1- a) ¿Qué problema se investiga? b) ¿Puede formularse en forma de pregunta?
- 2- a) ¿Puede formularse alguna hipótesis? b) ¿Es posible avanzar alguna respuesta al problema?
- 3- a) ¿Es posible, a partir de la hipótesis, hacer una deducción que facilite el diseño del experimento? b) ¿Se puede relacionar la hipótesis con el experimento?
- 4- a) ¿Qué factor/es modificarás a lo largo del experimento? b) ¿Cuál es la variable independiente?
- 5- a) ¿Qué resultado prevés observar? b) ¿Cuál es la variable dependiente? c) ¿Cómo lo observarás?
- 6- ¿Cómo te aseguras de que los resultados dependen de las modificaciones que has introducido?
- 7- ¿Qué aparatos o instrumentos necesitarás?
- 8- Elabora por escrito una planificación de la investigación. Divide el proceso en varias etapas y explica qué harás y por qué.
- 9- Una vez elaborada la planificación, discútela con el profesor o profesora. Puede ser necesario introducir alguna modificación.

A este diseño del GPI se le agregaron algunas indicaciones adicionales en pos de ayudar a los estudiantes en la organización de sus proyectos de investigación.

- Se sugiere que este diseño detalle los materiales, elementos, aparatos, etc. que requiera y, en la medida de lo posible, prevea el modo de conseguirlos, si es que no están disponibles.

- Se sugiere también realizar esquemas o dibujos que ilustren los dispositivos experimentales que vayan a montarse con referencias a los elementos involucrados.

- Es importante pensar anticipadamente en los factores que interferirán las mediciones y, por lo tanto, los resultados, de modo de discutir en el grupo y proponer alternativas de superación de los mismos, en forma total o parcial.

- Mostrar los avances al profesor.

- Presentar un diseño tentativo para su aprobación y puesta a prueba. Revisar especialmente las medidas de seguridad necesarias.

- Acordar un día para su realización.

- Realizar los experimentos según lo previsto, realizando las mediciones necesarias. Anotar anomalías, cuestiones relativas a la seguridad o factores incidentes no previstos que puedan detectarse en esta fase.

- Procesar y presentar la información. Evaluar y discutir con él profesor las conclusiones obtenidas

- Si es necesario, rediseñar el experimento y acordar un nuevo momento para asistir al laboratorio.

- Nuevamente, procesar y presentar la información. Comparar las conclusiones obtenidas con las anteriores.

- Si además aparecieron otros factores no previstos, detallarlos y proponer formas de superar o minimizarlos.

- Producir un informe final que detalle las diferentes fases del trabajo grupal.

Anexo 5:

Ejemplos de problemas abiertos trabajados:

Problema abierto

1) Una persona calienta un tornillo al rojo vivo sobre una llama, lo retira y rápidamente lo arroja a una piscina. ¿Cuál será la temperatura de equilibrio?

Nota: *este problema se resuelve grupalmente y deberán entregar un informe al final, para lo cual deberán aportar la información faltante utilizando las fuentes disponibles. También deberán hacer algunas suposiciones y elecciones, por lo que, el resultado (que deberá comentarse) dependerá de ellas. El profesor les dará más indicaciones para trabajar.*

Problema abierto

1- Una persona decide correr desnudo en la Antártida. Calcular cuánto calor pierde en total, por convección y por radiación y si esto tiene consecuencias.

Nota: *este problema se resuelve grupalmente y deberán entregar un informe al final, para lo cual deberán aportar la información faltante utilizando las fuentes disponibles. También deberán hacer algunas suposiciones y elecciones, por lo que, el resultado (que deberá comentarse) dependerá de ellas. El profesor les dará más indicaciones para trabajar.*

Anexo 6: Lista de cotejo de para evaluar mapas conceptuales

La lista de cotejo utilizada para evaluar los mapas conceptuales, fue elaborada a partir de las indicaciones que contenía el Documento Guía para Mapas Conceptuales (anexo 2) por considerarse que los mapas elaborados por los alumnos debían evaluarse solamente con los parámetros que el documento señalaba. Se pensó que una escala con 4 gradaciones era adecuada para diferenciar los distintos niveles de logro conseguidos por los alumnos. La escala de puntajes se conformó con valores entre 0 y 4, en lugar de entre 1 y 4 para poder contemplar aquellas situaciones donde el ítem analizado no hubiese sido desarrollado en absoluto. Cada uno de los valores correspondía a una apreciación cualitativa, siendo estas:

0-no logrado

1-escasamente logrado

2-aceptable

3-logrado satisfactoriamente

4-completamente logrado

A continuación, se exponen los criterios seguidos en cada indicador, para asignar puntajes en los extremos de logro.

Indicador N°1: El mapa tiene los conceptos principales que corresponden a la guía de preguntas.

- Valoración 4: el mapa contiene la totalidad de los conceptos incluidos en la guía de preguntas.

- Valoración 0: el mapa no contiene ninguno de los conceptos incluidos en la guía de preguntas.

Indicador N°2: Los conceptos se hallan encerrados en óvalos o rectángulos.

- Valoración 4: todos los conceptos presentados en el mapa están encerrados en óvalos o rectángulos.

- Valoración 0: ninguno de los conceptos presentados en el mapa están encerrados en óvalos o rectángulos.

Indicador N°3: El mapa posee todas las palabras/frases de enlace y son adecuadas.

- Valoración 4: todos los conceptos están conectados por palabras o frases de enlace y estas son adecuadas, es decir permiten construir una proposición (afirmación con significado).

- Valoración 0: ninguno de los conceptos está conectado por palabras o frases de enlace. Todas las palabras o frases de enlace son inadecuadas.

Indicador N°4: El mapa permite reconstruir las proposiciones entregadas como respuestas/trabajadas en la puesta en común.

- Valoración 4: a partir del mapa conceptual pueden reconstruirse todas las respuestas del grupo, a la guía de preguntas inicial o bien todas las definiciones conceptuales elaboradas en la puesta en común en clases.

- Valoración 0: el mapa no permite reconstruir ninguna de las respuestas del grupo a la guía de preguntas inicial o bien ninguna de las definiciones conceptuales elaboradas en la puesta en común en clases.

Indicador N°5: Las proposiciones del mapa son correctas, conceptualmente

- Valoración 4: las proposiciones que el mapa permite construir son conceptualmente correctas.

- Valoración 0: las proposiciones que el mapa permite construir son conceptualmente incorrectas.

Indicador N°6: El mapa es visualmente impactante.

- Valoración 4: El mapa permite recuperar las proposiciones con facilidad. Tiene una diagramación simple.

- Valoración 0: Las proposiciones son difíciles de establecer. Su diagramación es complicada.

Indicador N°7: El mapa tiene una jerarquía adecuada.

- Valoración 4: El mapa posee los conceptos más inclusivos o generales en la parte superior hasta llegar a los ejemplos (sin enmarcar) en la parte inferior.

- Valoración 0: El mapa no posee los conceptos más inclusivos o generales en la parte superior. El mapa no incluye ejemplos.

Indicador N°8: El mapa tiene las flechas necesarias para establecer jerarquías.

- Valoración 4: El mapa posee las flechas necesarias para indicar conceptos secundarios cuando se hallan a igual altura.

- Valoración 0: El mapa no posee las flechas necesarias para indicar conceptos secundarios cuando se hallan a igual altura.

Indicador N°9: En el mapa no se repiten conceptos.

- Valoración 4: cada uno de los conceptos aparece solamente una vez en el mapa.

- Valoración 0: los conceptos aparecen más de una vez.

Indicador N°10: El mapa posee relaciones transversales.

- Valoración 4: el mapa posee enlaces entre los distintos dominios de conocimiento.

- Valoración 0: el mapa no posee ningún enlace entre los distintos dominios de conocimiento.

Indicador N°11: El mapa no posee oraciones.

- Valoración 4: en el mapa no existe ninguna oración.
- Valoración 0: el mapa posee excesiva cantidad de oraciones que pueden desdoblarse en sub-secciones.

Para asignar los puntajes intermedios, no existe una regla general, puesto que aquí entran en juego varios factores. Uno de ellos es la experticia en evaluar mapas del docente y puede haber ligeras variaciones de una persona a otra y es por ello recomendable que todos los mapas sean evaluados por la misma persona y con el mismo criterio. Por otra parte, se hace difícil establecer reglas fijas, apropiadas a todos los indicadores ya que no puede establecerse a priori, cuantas relaciones transversales pueden establecerse en un cierto campo conceptual, por ejemplo.

Anexo 7: Anotaciones en cuaderno de campo

Este apartado contiene anotaciones hechas en el trabajo en diseño experimental en las clases y durante la asistencia al laboratorio. Complementan a las descripciones colocadas en el punto 3.8.6, a partir de los trabajos entregados por los alumnos. Se incluyen también, en primer lugar, registros efectuado en el año 2018 al implementar la secuencia didáctica simplificada y, a continuación, los correspondientes al ciclo 2019 en que se desarrolló la secuencia didáctica completa.

Viernes 8/6/2018

-Grupo 1: luego de proponer utilizar un calorímetro para medir la cantidad de calor, el profesor hizo que reflexionaran acerca de un sistema cotidiano como el calentar agua en una pava. También les dijo que las variables no siempre se miden directamente. Por ejemplo, la temperatura se mide a través de propiedades termométricas y no con un velocímetro de partículas. Se les indicó que pensarán en que parámetro podría tener relación directa con la cantidad de calor entregada en ese sistema, una vez establecido el fuego de la hornalla en una posición. Luego de algunas discusiones, lograron inferir que el calor estaba en relación directa al tiempo, siempre que el flujo calórico por segundo se mantuviera constante.

-Grupo 2: pensaban utilizar como fuente calefactora un baño maría, manteniendo constante la temperatura del baño, por encima de la de la sustancia problema. Si persisten en ese diseño, van a tener dificultades porque la diferencia de temperatura entre el baño y la sustancia va a decrecer y con ello el flujo calórico. Se les preguntó si estaban seguros de que esa forma de calentar iba a proporcionarles una entrega de calor constante a su sistema. Se les indicó que indagaran acerca de los mecanismos de transmisión del calor y los factores intervinientes.

-Grupo 3: propusieron calentar un huevo. El profesor les preguntó dónde estaría ubicado y dónde colocarían el termómetro. Uno de los alumnos dijo que perforarían el huevo. El profesor en esta ocasión les pregunto si el termómetro estaría en la yema o en la clara y que ocurriría si el huevo comenzaba a cocinarse. Lograron darse cuenta que no era conveniente por no ser una sustancia homogénea y por los cambios químicos que podían ocurrir durante el calentamiento. Después de eso, propusieron utilizar un tornillo, pero se dieron cuenta de que era difícil perforarlo e insertar el termómetro. Finalmente, se decidieron por utilizar vasos con agua, pero pensaron en calentar tres trozos de plomo a 20°C, 30°C y 40°C, respectivamente y sumergirlos luego en vasos con agua. En este caso, el profesor les preguntó como medirían la temperatura en los trozos de plomo y se dieron cuenta que tenían el mismo inconveniente que con el hierro. Finalmente decidieron utilizar agua como sustancia a calentar y agua como medio calefactor. En su diseño, proponen 250 ml de agua calefactora, pero no indican la masa del agua problema. Luego modifican y piensan en 600 g de agua, que se irían cambiando por 200 g a 20°C y 400 g a 50°C. Se dan cuenta de que puede tener pérdidas y deciden que va a tener papel film cubriéndolo. El problema más serio es que varían masa y temperatura al mismo tiempo, además de que la diferencia de temperatura irá decreciendo.

- Grupo 4: proponen inicialmente utilizar el sol como medio calefactor. El profesor les señalo que reflexionaran acerca de las dificultades que podían tener a la hora de implementarlo. Luego de eso se dieron cuenta que podía estar nublado, haber viento o ser muy lerdo y desistieron. Después averiguaron calores de combustión de alcohol, gas, gasoil. A continuación, cambiaron de idea y diseñaron una caja de telgopor forrada en aluminio, dentro de la cual estarían los vasos con agua y por fuera los mecheros calentando el fondo, utilizando cronómetros para medir el tiempo que tardarían en llegar a ebullición. El profesor

les preguntó si no había nada raro en la situación de calentar el telgopor con los mecheros. Se dieron cuenta del problema y se pusieron a pensar como calentar. Después consultaron si el poner una placa de hierro sobre un mechero podía ser conveniente, ya que, según ellos, el hierro se estabilizaría en una temperatura constante.

Grupo 5: su primera propuesta fue usar mercurio. El profesor les pidió que buscaran una ficha técnica o de seguridad. Al encontrar información, lo desecharon por su toxicidad. Siguieron pensando en cosas complicadas y cambiaron por azufre. Propusieron distintas masas de azufre (100g, 200 g y 300 g) calentadas el mismo tiempo (10 minutos), iniciando todas a 0°C. Asignaron una cantidad arbitraria de 1000 cal en el tiempo de calefacción. Está bien que usen distintas masas, pero se les va a dificultar el análisis de datos, al no fijar la variación de temperatura, en lugar del tiempo.

-Grupo 6: propusieron utilizar jugo de naranja y un calentador eléctrico, utilizando 500 ml y calentando de 20°C hasta 90°C. Proponen medir el calor con un calorímetro. Parece que siguen sin identificar claramente las variables a comparar. Hicieron una prueba en el laboratorio y tuvieron problemas de separación de fases. Entonces cambiaron por aceite.

-En general, los grupos tienen inconvenientes con el método porque de una prueba a otra modifican masa y variación de temperatura el mismo tiempo. En relación a eso el profesor les hizo pensar en una analogía: cuando luego de comer distintas cosas, la comida nos sienta mal... ¿qué podemos hacer para saber que fue? ¿anotamos lo que comimos y volvemos a comer todas las mismas cosas a la vez? Al reflexionar sobre la situación, uno de los alumnos se dio cuenta de que debía tomarse nota de lo que se había comido y estar atento a si la próxima vez, alguna de esas comidas volvía a producir malestar. El profesor les indicó que con las variables ocurre algo similar: para ver el efecto que cada una tiene sobre la cantidad de calor, deben producirse variaciones en una sola de las variables en cada vez.

- En la primera implementación, un grupo calculó la cantidad de calor con la ecuación, utilizando el calor específico de la sustancia y la variación de temperaturas y masa medidas, en lugar de medir el tiempo de calentamiento. De ese modo, los valores siempre les daban correctos, en cuanto a la proporcionalidad.
- Casi todos los grupos tienden a pensar en dispositivos complejos, o proponen trabajar con mezclas de 2 o 3 sustancias, en lugar de proponer diseños simples y sustancias accesibles y seguras.
- Tienen serias dificultades para identificar las variables involucradas.
- Tienden a pensar en situaciones complejas, como por ejemplo trabajar con mezclas de dos o tres sustancias para evaluar la dependencia del calor respecto de la masa.
- Al principio no se comprendían cómo medir la cantidad de calor. Un grupo sugirió poner un calorímetro dentro del recipiente con agua que iba a ser evaluado. Otro grupo propuso trabajar con azufre y calentar hasta el punto de fusión. Otro grupo tuvo la idea de usar mercurio.

Ciclo lectivo 2019:

26/04/2019

Grupo 3: ¡No utilizaron el guion de pautas y parecen no tener ni la más mínima idea de que es lo que se investiga en su primer diseño! Discutieron y pudieron hacer una propuesta que puede encaminarlos mejor.

24/05/2019

Grupo 1: Proponen utilizar sal de cobalto. Se cuestionan cómo reaccionará al ser calentada. No parecen tener claro que lo que están investigando. En ningún punto mencionan el tratar de verificar el cumplimiento de la ecuación de la calorimetría. Confunden además cual es la variable independiente. Mencionan a la temperatura y no a su variación.

Grupo 2: Han decidido utilizar agua como sustancia. Tienen claro lo que se investiga, pero al formular la hipótesis se preguntan si el calor será inversamente proporcional a la variación de temperatura (claro que pueden refutarla, pero... ¿Para qué complicarse?). Identifican bien las variables independientes. ¡Ponen “cantidad de calor” y que la medirán con termómetro!

Grupo 4: Responden el guion de pautas y comprenden las variables involucradas pero el diseño que proponen es complicado y habían propuesto trabajar con agua pero después aparece una mezcla con vinagre... Han seguido discutiendo y han propuesto varios diseños.

Grupo 5: este grupo también eligió vinagre para trabajar. No han tenido en cuenta trabajar variando las diferencias de temperatura. No han hecho ningún dibujo.

Grupo 6: Tienen todo bastante claro, pero no mencionan nunca la variación de temperatura y trabajan sólo con la masa. El diseño va a complicarlos, para medir la temperatura en el aluminio. Han propuesto variar el tiempo, pero no saben cómo va a evolucionar el sistema. Al final ponen tiempo y calor como variables. Parecía que entendían...

31/05/2019

Grupo 1: Han cambiado la sustancia por agua, lo cual es bueno, pero siguen muy complicados con el procedimiento experimental.

Grupo 3: Siguen analizando el diseño y el repaso teórico les sirvió. Parecen tener claro cuáles son las variables y que deben medir. El procedimiento que proponen ahora es correcto.

7/06/2019

Grupo 1: Al no haber previsto el buscar antes el calorímetro, se encontraron con que estaba cerrada la sala de Física e improvisaron tratando de hacer uno, pero no funcionó. A pesar de haberles repetido más de una vez que debían asegurarse de conseguir todo antes del día de concreción del experimento no lo hicieron. Al no poder trabajar, se les indicó que

aprovecharan el tiempo y se pusieran a revisar el diseño experimental con el documento guía. Al final de la clase, parecen tener un diseño mejor orientado.

Grupo 2: Si bien tenían un diseño bastante simple y que podía funcionar bien, el procedimiento que eligieron y los datos que miden los va a complicar bastante para poder interpretarlos. Además, usaron distintos mecheros en cada paso y eso también va a influir (al menos se dieron cuenta solos). Propusieron otro procedimiento, pero las relaciones de valores que eligen no son las más simples para interpretar. En una parte modificaron dos variables al mismo tiempo. Les voy a plantear la analogía de las comidas...

Grupo 3: Trabajaron bien, fueron cuidadosos. Tienen el mismo problema que otro grupo: las condiciones iniciales. Les tarda menos tiempo en lugar de más tiempo como debiera ocurrir (pérdidas). Se dieron cuenta del problema y repitieron, con un ajuste bastante bueno.

Grupo 4: Es muy difícil que funcione lo de los globos en forma precisa. Fueron cuidadosos en el trabajo, pero siguen pensando en diseños complejos. No se les ocurrió usar un termómetro... En el segundo diseño con las velas, no parece ser idea de ellos. Van a tener problemas porque ese diseño está encaminado a experimentos de transmisión del calor y no de calorimetría.

Grupo 5: trabajaron bien en el primer intento y podrían haber hecho una buena justificación, pero los cálculos que mostraron no son correctos. En el segundo intento es incoherente lo que obtuvieron. Después en el aula hay que tratar de ver que pasó.

Grupo 6: no les alcanzó el papel aluminio para hacer lo que pensaban. Se las arreglaron bastante bien para medir la temperatura, pero cambiaron más de una variable entre mediciones. Repitieron el experimento, pero fueron muy descuidados en los detalles. Intentaron buscar las causas del fallo en los resultados.

2/08/2019:

Grupo 1: El diseño experimental es bastante adecuado. No han verificado exactamente la proporcionalidad. Se dieron cuenta de que hay que considerar las pérdidas pero que eso haría aumentar el tiempo, en lugar de que sea menor como ocurrió. Un integrante se dio cuenta de que había un problema con las condiciones iniciales. Comenzaron a repetir los experimentos, enfriando los materiales entre cada proceso, pero se terminó el horario de clases y les faltó la última parte.

Grupo 2: Cambiaron el tiempo para evitar que el agua entre en ebullición, pero siguen complicando el procedimiento. Además, hablan de “el doble de temperatura” en lugar de “el doble de variación”. Hicieron otra prueba, pero no les verifica la proporcionalidad directa. No mencionaron nunca el aspecto de las pérdidas.

Grupo 4: mejoraron mucho el diseño, pero no fueron cuidadosos en los detalles. Se olvidaron de trabajar con distintas variaciones de temperatura. Siguen teniendo problemas con las condiciones iniciales.

Grupo 6: repitieron el experimento, pero siguen teniendo las mismas fallas de razonamiento en el procedimiento. Siguen pensando que el error está en no haber sido cuidadosos en el trabajo. Tienen un gran inconveniente con el tema de que el agua que actúa como calefactor del aluminio va calentándose a su vez, en lugar de tenerla ya caliente de antemano. Además, no tienen un flujo calórico constante, porque la diferencia de temperatura entre el agua y el aluminio va variando mucho a lo largo del proceso.

REFERENCIAS

- Aguilar Tamayo, M. F. (2006). El mapa conceptual, una herramienta para enseñar y aprender. *Plasticidad y restauración neurológica*, 5 (1), 62-72.
- Alonso Tapia, J. (1997). *Motivar para el aprendizaje. Teoría y estrategias*. Barcelona, España: Editorial Edebé.
- Alonso Tapia, J. (2005). Motivación para el aprendizaje: la perspectiva de los alumnos. En Ministerio de Educación y Ciencia, *La orientación escolar en centros educativos* (pp. 209-242). Madrid, España: MEC.
- Ausubel, D. P., Novak, J. D. & Hanesian, H. (1983). *Psicología Educativa: Un punto de vista cognitivo*. México: Trillas.
- Bañas, C., Mellado, V & Ruiz, C. (2003). Las ideas alternativas del alumnado de primer ciclo de Educación Secundaria Obligatoria sobre la conservación de la energía, el calor y la temperatura. *Campo Abierto*, 24, 99-126.
- Bañas, C., Ruiz, C. & Mellado, V. (2011). Un programa de investigación-acción con profesorado de secundaria sobre la enseñanza-aprendizaje de la energía. *Educación química*, 22 (4), 332-339.
- Barberá, O. y Valdés, P. (1996). El trabajo práctico en la enseñanza de las ciencias: una revisión. *Enseñanza de las Ciencias*, 14 (3), 365-379.
- Barbosa Soto, S. & Escalante Morales, D. (2016). *Efecto de la enseñanza de las ciencias basada en la indagación (ECBI), en el aprendizaje de los conceptos de calor y temperatura en dos colegios de la ciudad de Barranquilla*. (Tesis de Maestría). Universidad del Norte, Barranquillas, Colombia.

- Barolli, E., Laburú, C. E. & Guridi, V. M. (2010). Laboratorio didáctico de ciencias: caminos de investigación. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 9 (1), 88-110.
- Benítez, Y., & Mora, C. (2011). Enseñanza tradicional vs aprendizaje activo para alumnos de ingeniería. *Revista Cubana de Física*, (27), 175-179.
- Calvo, G. (1996). Nuevas formas de enseñar y aprender. Santiago: UPN, 42. Recuperado de <http://www.uv.mx/dgdaie/files/2012/11/PPPDC-Calvo-Nuevas-Formas.pdf>
- Camacho González, J. P. & Pérez Miranda, R. (2005). La transposición didáctica de los conceptos calor y temperatura. *Enseñanza de las Ciencias*. Número extra. VII Congreso, 1-4.
- Carr, W. & Kemmis, S. (1988) Teoría Crítica de la Enseñanza. La investigación-acción en la formación del profesorado. Barcelona, España: Ediciones Martinez Roca S.A.
- Castellanos, A. (2017). Prácticas de laboratorio para promover el aprendizaje significativo del material y seguridad en el laboratorio, características de metales y no metales y formación de compuestos inorgánicos. *Revista Criterios*, 24 (1), 235-26
- Castiblanco, O. L. & Vizcaíno, D. F. (2008); La experiencia del Laboratorio en la Enseñanza de la Física. *Revista Educación en Ingeniería*, (5), 68-74.
- Chacón Ramírez, S. (Octubre de 2010). *Evaluación de Aprendizajes con Mapas Conceptuales: Portafolios de Mapas Conceptuales*. Cuarta Conferencia Internacional sobre Mapeo Conceptual. CMC, Viña del Mar, Chile.
- Chrobak R. & Prieto A. (Octubre de 2010). *Enseñar creativamente: los mapas conceptuales y la UVE del conocimiento ¿Pueden fomentar la creatividad?* Cuarta Conferencia Internacional sobre Mapeo Conceptual. CMC, Viña del Mar, Chile.
- Chrobak, R. (2010). Volver a Aprender, el derecho a Enseñar. Neuquén, Argentina: Editorial EDUCO.

- Chrobak, R., García Sempere, P. & Prieto, A. B. (2015). Creatividad, mapas conceptuales y TIC en educación. *EDMETIC, Revista de Educación Mediática y TIC*, 4 (1), 78-94.
- Crespo Madera, E. J., Alvarez Vizoso, T., Díaz Aguilar, C. E. & Villegas, L. (2002). *Las Prácticas de laboratorio en la enseñanza de la Física: versión 1.0* (trabajo monográfico).
- Crisafulli Trimarchi, Francisco. A. & Villalba, H. (2013). Laboratorios para la enseñanza de las ciencias naturales en la educación media general. *Educere*, 17 (58), 475-485.
- Crujeiras Pérez, B. & Jiménez Aleixandre, M. P. (2012). Participar en las prácticas científicas. Aprender sobre la ciencia diseñando un experimento sobre pasta de dientes. *Alambique. Didáctica de las ciencias experimentales*, 72, 12-19.
- Crujeiras Pérez, B. & Jiménez Aleixandre, M. P. (2015). Desafíos planteados por las actividades abiertas de indagación en el laboratorio: articulación de conocimientos teóricos y prácticos en las prácticas científicas. *Enseñanza de las ciencias*, 33 (1), 63-84.
- Cruz Ardila, J. C. & Espinosa Arroyave, V. (2012). Reflexiones sobre la didáctica en física desde los laboratorios y el uso de las TIC. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*, (35), 05-127.
- Cuevas Cordero, F. & García Fallas, J. (Noviembre de 2014). Las TIC en la formación docente. En D. Pulfer (Presidencia), *Avanzando juntos hacia las Metas Educativas Iberoamericanas 2021*. Simposio llevado a cabo en el Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Innovación y Educación, Buenos Aires, Argentina.
- Dávila Acedo, M.A. (2017). Las emociones y sus causas en el aprendizaje de Física y Química, en el alumnado de Educación Secundaria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y*

Divulgación de las Ciencias. 14 (3), 570-586. Recuperado de:
<http://hdl.handle.net/10498/19508>.

- Del Carmen, L. (1995). Enfoques investigativos en la enseñanza y secuenciación de contenidos. *Investigación en la Escuela*, 25, 17-25.

- Domínguez Castiñeiras, J. M. (2007). Calor y Temperatura. Actividades para la Enseñanza en el Aula de Ciencias. Fundamentos y Planificación. Santa Fe (Argentina): Ediciones Universidad Nacional del Litoral, 119-130.

- Elliott, J. (1991). *El cambio educativo desde la investigación-acción*. Madrid, España: Ediciones Morata, S.L.

- Escobar Durango, L., González Pulgarín, Y. & Gutierrez Avendaño, C. (Abril de 2008). Enseñanza de los conceptos de Calor y Temperatura enmarcada en la teoría del cambio conceptual. En Ó. Meneses Cardona (Presidencia), *V Encuentro Científico Estudiantil de la Licenciatura de Matemáticas y Física*. Departamento de las Ciencias y las Artes, Facultad de Educación, Universidad de Antioquía, Medellín, Colombia.

- Etxabe Urbietta, J. M. (2001). Trabajos prácticos como recetas y como investigaciones. *Revista de Psicodidáctica*, 11, 87 – 96.

- Fernández Arroyo, A. F. (2015). El uso de las prácticas de laboratorio de Física y Química en Educación Secundaria Obligatoria. Una propuesta práctica de intervención par 4º de ESO (Trabajo de fin de Master). Universidad Internacional de La Rioja, Madrid, España.

- Flores, J., Caballero Sahelices, M.C. & Moreira, M.A. (2009). El laboratorio en la enseñanza de las ciencias: Una visión integral en este complejo ambiente de aprendizaje. *Revista de Investigación*, 68, 75-112.

- Fly Jones, B., Sullivan Palincsar, A., Ogle D. S. y Carr E. G. (comp). (1987). Estrategias para enseñar a aprender. Un enfoque cognitivo para todas las áreas y niveles. Buenos Aires, Argentina: Aique.
- Gaete, V. (2015). Desarrollo psicosocial del adolescente. *Revista chilena de pediatría*, 86 (6), 436-443.
- García Carmona, A. (2009). La Investigación-acción en la enseñanza de la Física: un escenario idóneo para la formación y desarrollo profesional del profesorado. *Latin-American Journal of Physics Education*, 3 (2), 388-394.
- García Carmona, A. (2012). Cómo enseñar Naturaleza de la Ciencia a través de experiencias escolares de investigación científica. *Revista Alambique Didáctica de las Ciencias Experimentales*, (72), 55-63.
- García Sastre, P., Insausti, M.J. & Merino, M. (1999). Propuesta de un modelo de trabajos prácticos de física en el nivel universitario. *Revista Enseñanza de las Ciencias*, 17 (3), 533-542.
- Gil Pérez, D. & Vilches, A. (2006). Educación ciudadana y alfabetización científica: mitos y realidades. *Revista iberoamericana de educación*, 42, 31-53.
- Golombek, D. A. (2008). *Aprender y enseñar ciencias: del laboratorio al aula y viceversa*. Ciudad autónoma de Buenos Aires, Argentina: Fundación Santillana.
- Gómez, J. P., Molina Rubio, A. & Ontoria Peña, A., (1999). *Potenciar la capacidad de aprender y pensar*. Madrid, España: Narcea Ediciones.
- González Alvarez, C. M. (2012). Aplicación del Constructivismo Social en el Aula. Instituto para el Desarrollo y la Innovación Educativa en Educación Bilingüe y Multicultural

(IDIE), Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación la Ciencia y la Cultura, (OEI) Oficina Guatemala.

- Hager, P., Sleet, R., Logan, P., & Hooper, M. (2003). Enseñando pensamiento crítico, en cursos de pregrado de ciencias. *Science & Education*, 12, 303–313.

- Hernández Millán, G. (2012); Enseñanza Experimental. ¿Cómo y para qué? *Educación Química*, 23, 92-94.

- Hodson, D. (1994). Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las ciencias*, 12 (3), 299-313.

- Jaime, E. A. & Escudero, C. (2011). El trabajo experimental como posible generador de conocimiento en la enseñanza de la Física. *Enseñanza de las Ciencias*, 29 (3), 371-380.

- Latorre, A. (2005). La investigación-acción. Conocer y cambiar la práctica educativa. Barcelona, España: Editorial Grao de IRIF.

- Lewin, k. (1946). Investigación acción y los problemas de las minorías”. *Journal of Social issues*, (2), 34-36.

- Lobato Fraile, C. (1997). Hacia una comprensión del aprendizaje cooperativo. *Revista de psicodidáctica*, (4), 59-76.

- López Aymes, G. (2013). Pensamiento crítico en el aula. *Docencia e Investigación*, (22), 41-60.

- López Rúa, A. M. & Tamayo Alzate, O. E. (2012). Las prácticas de laboratorio en la enseñanza de las ciencias naturales. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 8 (1), 145-166.

- Macías, M. A. (2002). Las múltiples inteligencias. *Psicología desde el caribe*, (10), 27-38.

- Mahmud M. C. & Gutiérrez O. A. (2010). Estrategia de Enseñanza Basada en el Cambio Conceptual para la Transformación de Ideas Previas en el Aprendizaje de las Ciencias. *Formación Universitaria*, 3 (1), 11-20.
- Martín Díaz, M. J. (2013). Hablar ciencia: si no lo puedo explicar, no lo entiendo. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 10 (3), 291-306.
- Martínez Torregrosa, J., Domènech Blanco, J. L., Menargues, A. & Romo-Guadarrama, G. La integración de los trabajos prácticos en la enseñanza de la química como investigación dirigida. *Revista Educación Química*. 23, 112-126.
- Mendoza Rodriguez, J. & Abelenda Lameiro, N. (2010). Didáctica de la energía en la educación secundaria. *Innovación Educativa* (20), 37-48.
- Mermoud S.R., Ordoñez C. & Garcia Romano L. (2017) Potencialidades de un entorno virtual de aprendizaje para argumentar en clases de ciencias en la escuela secundaria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 14 (3), 587–600. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10498/19509>
- Monti, L. (Octubre de 2009). *El proceso dialéctico como estrategia de enseñanza aprendizaje en el laboratorio de Física. Reconfigurando los escenarios de la Praxis*. REF XVI, San Juan, Argentina.
- Moral Santaella, C. (2008). Aprender a pensar-Aprender a aprender. Habilidades de pensamiento y aprendizaje autorregulado. *Bordón*, 60 (2), 123-137.
- Moreira, M. A. (2005). Mapas conceptuales y aprendizaje significativo (Concept maps and meaningful learning). *Revista Chilena de Educación en Ciencias*, 4 (2), 38-44.
- Moreira, M. A. (2012). Mapas conceptuales y aprendizaje significativo (versión revisada del original 2005). *Revista Chilena de Educación en Ciencias*, 4 (2), 38-44.

- Moya Segura, A., Chaves Sibaja, E. & Castillo Rodriguez, Kenneth. (2011). La investigación dirigida como un método alternativo en la enseñanza de las ciencias. *Revista Ensayos Pedagógicos*, 6 (1), 115-132.
- Novak, J. D. & Cañas, A. J. (2006). *La Teoría Subyacente a los Mapas Conceptuales y a cómo Construirlos*. Pensacola, U.S.A: Instituto para la Cognición Humana y de las Máquinas. Recuperado de <http://cmap.ihmc.us/docs/theory-of-concept-maps-spanish> (19/12/15)
- Ontoria Peña A., Ballesteros, A., Cuevas, M. C., Giraldo, L., Martín, A., Molina,...Vélez, U. (1992). *Mapas Conceptuales. Una técnica para aprender*. Madrid, España. Ediciones Narcea SA.
- Perrenoud, P. (2018). *Desarrollar la práctica reflexiva en el oficio de enseñar: profesionalización y razón pedagógica*. Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina: Centro de Publicaciones Educativas y Material Didáctico.
- Petrucci, D., Ure, J. & Salomone, H. D. (2006). Cómo ven a los trabajos prácticos de laboratorio de física los estudiantes universitarios. *Revista de Enseñanza de la Física*, 19 (1), 7-20.
- Ramirez Díaz, M.H. & Santana Fajardo, J.L. (2014). El aprendizaje basado en proyectos y el aprendizaje de conceptos de calor y temperatura mediante aplicaciones en cerámica. *Innovación Educativa*, 14 (66), 65-90.
- Rodríguez, V. & Díaz-Higson, Susana (2012). Concepciones alternativas sobre los conceptos de Energía, Calor y Temperatura de los docentes en formación del Instituto Pedagógico en Santiago, Panamá. *Revista Electrónica "Actualidades Investigativas en Educación"*, 12 (3), 1-26.

- Sanmartí, N., Izquierdo, M. & García, P. (1999). Hablar y escribir. Una condición necesaria para aprender ciencias. *Cuadernos de Pedagogía*, 281, 54-58.
- Sanmartí, N. (2008). Escribir para aprender ciencias. *Aula de innovación educativa*, 175, 29-32.
- Seré, M. G. (2002). La enseñanza en el laboratorio. ¿qué podemos aprender en términos de conocimiento práctico y de actitudes hacia la ciencia? *Enseñanza de las Ciencias*, 20 (3), 357-368.
- Sesto V. & García-Rodeja I. (2017). Estudio sobre la evolución de los modelos mentales de estudiantes de 4º de ESO cuando observan, reflexionan y discuten sobre la combustión. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*. 14 (3), 521-534. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10498/19505>.
- Suárez Salinas, W. (2016). *Propuesta Didáctica para la Enseñanza de los Conceptos de Calor y Temperatura para Estudiantes de Educación Media*. (Tesis de Maestría). Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia.
- Tenreiro Vieira, C. & Marques Vieira, R. (2006). Diseño y validación de actividades de laboratorio para promover el pensamiento crítico de los alumnos. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 3(3), 452-466.
- Vanegas Mayorga, W. J. (2015). *La Enseñanza de los Conceptos de Calor, Temperatura y Conservación de la Energía a Partir del Funcionamiento de los Colectores Solares*. (Tesis de Maestría). Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia.
- Vigotsky, L. S. (1979). El desarrollo de las funciones psicológicas superiores. Barcelona, España: Editorial Crítica.

- Zarza, J. L. (2014). Implementación de Trabajos de Laboratorio con enfoque epistemológico en la Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales (Tesis de Maestría). Universidad Nacional del Comahue, Neuquén, Argentina.

- Zea Restrepo, C. M., Atuesta Venegas, M. R., Henao Calad, M. & Hernández Cardona, M. P. (2004). Entendiendo las Ciencias con Mapas Conceptuales. *Revista Universidad EAFIT*, 40 (134), 10-24.