

UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE CHILE

FACULTAD DE CIENCIA

Departamento de Física



**Propuesta didáctica para la enseñanza de la inducción
electromagnética en NM4 utilizando un museo de ciencias.**

Nicolás Etchegaray Bauerle.

Raúl Alonso Ramírez Román.

María Fernanda Serrano Maldonado.

**Profesor Guía: Nicolás Andrés Garrido
Sánchez**

**Tesis para optar al Grado de Licenciado
en Educación de Física y Matemática.**

Santiago – Chile

2017

A-277753

© Nicolás Etchegaray Bauerle, 2017
© Raúl Alonso Ramírez Román, 2017
© María Fernanda Serrano Maldonado, 2017

Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial Chile 3.0

**Propuesta didáctica para la enseñanza de la Inducción Electromagnética
en NM4 utilizando un museo de ciencias.**

Nicolás Etchegaray Bauerle.

Raúl Alonso Ramírez Román.

María Fernanda Serrano Maldonado.

Este Seminario de Grado fue elaborado bajo la supervisión del profesor guía Nicolás Andrés Garrido Sánchez, del Departamento de Física y ha sido aprobado por los miembros de la comisión calificadora, profesora Macarena Soto y profesora María Soledad Saavedra.

Sr. Nicolás Andrés Garrido Sánchez
Profesor Guía

Srta. Macarena Soto Alvarado
Profesor Corrector

Sra. María Soledad Saavedra
Profesor Corrector

Sr. Enrique Cerda
Director

Agradecimientos

Quisiera agradecer a mis compañeros de trabajo, Fernanda y Raúl, por los momentos que pudimos compartir durante este período, los cuales crearon lazos más profundos entre nosotros.

Quisiera agradecer también a nuestro profesor guía, por la orientación brindada durante el proceso.

Por último, quisiera agradecer a nuestras familias, por la disposición y pequeños detalles que fueron posibilitando este trabajo.

Nicolás Etchegaray Bauerle

Agradecimientos

En primer lugar a mis compañeros María Fernanda y Nicolás por otorgarme la posibilidad de formar parte de este equipo y así lograr una etapa clave de nuestra formación profesional, sin ustedes el panorama sería completamente distinto, y de seguro desolador gracias infinitas, quiero agradecer a mi familia y familia extendida por apoyarme en todo momento y circunstancia haciendo visible su contención siempre.

A todo aquel que haya aportado, preguntado, etc. Cualquier cosa relacionada a este trabajo y se quedan en el anonimato muchas gracias a ustedes también.

Raúl Alonso Ramírez Román

Agradecimientos

En primera instancia, quisiera agradecer a mis compañeros de trabajo por haberme brindado la posibilidad de compartir esta valiosa experiencia como parte de mi formación profesional. Por otro lado, quisiera darle las gracias a mis dos grandes angelitos que me dieron todo lo que se necesita para poder cumplir sueños y metas, dos pequeñas princesas, Estefanía y Sofía, que me dieron el ánimo a cumplir este importante proyecto en mi vida. Sin ellas, esto no habría sido posible.

Finalmente agradecer a todos quienes aportaron indirectamente al logro de este objetivo, es decir, mi familia, como mi madre y esposo, y el resto de ellos, que de alguna forma estuvieron presentes en el desarrollo de todo mi proceso de enseñanza superior.

Resumen

Actualmente, los estudiantes chilenos necesitan desarrollar habilidades sociales y de pensamiento científico, que les permita alcanzar una alfabetización científica en torno a la resolución de problemáticas sociales y medioambientales. El programa nacional para el nivel de cuarto año de enseñanza media entrega los aprendizajes esperados para lo que es la unidad de Magnetismo y Corriente Eléctrica, específicamente para el aprendizaje 09, acerca del contenido de Inducción Electromagnética. Éste señala que los estudiantes deben ser capaces de describir el funcionamiento de motores de corriente continua y generadores eléctricos, como consecuencia de la interacción entre una espira y un campo magnético. Esto implica un manejo del modelo conceptual del fenómeno, que no está ocurriendo en los estudiantes y que no permite una comprensión y aplicación de la Inducción Electromagnética a su entorno, lo que se debería evidenciar en el nivel de argumentación científica acerca de controversias de interés público, como lo es la falta de recursos hídricos en Chile. Por otro lado, la ausencia de procesos de enseñanza y aprendizaje que articulen diferentes contextos educativos, motivó a establecer una línea de trabajo que dio como producto final una propuesta didáctica para la enseñanza de la Inducción Electromagnética, utilizando un museo de ciencias, complementado la actividad desarrollada en el aula.

De esta forma se diseñan actividades didácticas para tres clases, que permiten a los estudiantes construir un modelo conceptual del fenómeno de Inducción Electromagnética, el cual tendrán que utilizar para solucionar una problemática asociada al enfoque Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente. Esto es apoyado con un trabajo final, en donde deben aplicar no sólo lo aprendido acerca, sino también en torno a las problemáticas de tipo medioambientales que afectan a nuestro país.

Esta propuesta didáctica fue validada por tres profesores expertos, cuyas opiniones fueron favorables en torno a las actividades diseñadas, y a la incorporación de un espacio de educación no formal como son los museos de ciencias.

Palabras clave: Inducción Electromagnética, modelo conceptual, museo de ciencias, argumentación, problemáticas medioambientales.

Abstract

Nowadays, Chilean students need to develop social and scientific thinking abilities, which may allow them to develop scientific literacy focused on the resolution of environmental and social problems. Our national curriculum, for the last year of scholarship, delivers the expected learning for the “Magnetism and Electric Current” unit. There, on the ninth expected learning, which is about Electromagnetic Induction, establishes that students must be able to describe how direct current motors and electric generators work, as a consequence of the interaction between a loop of wire and a magnetic field. This implies to handle a conceptual model of the phenomenon, which is not happening on the students and that does not allow a comprehension and application of the Electromagnetic Induction to their daily life, which should be checked on the level of scientific reasoning about public controversies, as the lack of hydrological resources in Chile. On the other hand, the absence of teaching and learning processes that combine different educational contexts, has motivated us to establish a work direction that gave, as a final product, a didactic design for the teaching of Electromagnetic Induction, using a science museum, as a complement of the activities developed in the classroom.

This way, a series of activities were designed for three classes, which allow students to create a conceptual model of the phenomenon the Electromagnetic Induction, that will have to be used to solve a problem related to the Science, Technology, Society and Environment approach. This is supported by a final work, on where they must apply not only their learning, but also to participate on a debate concerning environmental problems that affects our country.

This didactic design was ratified by three expert teachers, being their commentaries favorable, on one hand, to the designed activities, and in the other hand, for the incorporation of a non formal educational space, as the science museums.

Key words: Electromagnetic Induction, conceptual model, science museum, reasoning, environmental problems.

Tabla de contenidos

INTRODUCCIÓN	1
Capítulo 1: Marco de Antecedentes.....	3
1.1 Situación problema.....	3
1.2 ¿Qué se entiende por educación formal, educación no formal y educación informal?	6
1.2.1 El museo como espacio de educación no formal	7
1.2.2 Museos de ciencias.....	9
1.2.3 Museos de ciencias en Chile	15
1.2.4 El Museo Interactivo Mirador	17
1.3 Propuesta del MINEDUC para abordar el contenido de Inducción Electromagnética	21
1.4 Dificultades en la enseñanza y el aprendizaje de la electricidad y magnetismo	25
1.4.1 Dificultades en la enseñanza y el aprendizaje de la Inducción Electromagnética	28
1.5 Programa para la Evaluación Internacional de Estudiantes PISA.....	29
1.6 Investigación previa en un museo de ciencias	34
1.7 Objetivos	35
1.7.1 Objetivo general	36
1.7.2 Objetivos específicos.	36
Capítulo 2: Marco Teórico.....	37
2.1 Propuesta metodológica en el museo de ciencias.....	37
2.1.1 El museo como un laboratorio.	40
2.2 Prácticas científicas.....	42

2.2.1 Modelos y modelización.....	45
2.3 Perspectiva sociocultural	49
2.3.1 Aprendizaje según Vygotsky.....	50
2.3.2 Prácticas dialógicas y Argmentación.	55
2.4 Alfabetización Científica y el enfoque CTSA	59
2.5 La Inducción Electromagnética	60
2.6 Instrumento de evaluación de la propuesta didáctica	64
Capítulo 3: Propuesta de una secuencia didáctica para la enseñanza de la Inducción Electromagnética	67
3.1 Descripción general de la propuesta	67
3.2 Detalle de la secuencia didáctica	72
3.3 Validación y refinamiento de la propuesta.....	91
3.4 Indicaciones al docente.....	97
3.4.1 Indicaciones generales	97
3.4.2 Indicaciones particulares	98
3.5 Evaluación de la propuesta	116
Conclusiones.....	118
Referencias bibliográficas	120
Apéndice	125
Apéndice 1: Encuesta de validación de la propuesta para profesores expertos.....	125
Apéndice 2: Autoevaluación	153

Apéndice 3: Rúbricas	154
Apéndice 3.1: Rúbrica para evaluación final.....	154
Apéndice 3.2: Rúbricas complementarias para evaluar cada guía	155
Anexo	158
Anexo 1: Noticia	158
Anexo 2: Correo Doctora Kristina Zuza	160

Índice de Tablas

Tablas del Capítulo 1

Tabla 1.1	23
Aprendizajes esperados e indicadores de evaluación sugeridos en la unidad de Magnetismo y Corriente Eléctrica	
Tabla 1.2	24-25
Síntesis de actividades sugeridas por el Ministerio de Educación para la enseñanza de la inducción electromagnética	
Tabla 1.3	29-30
Niveles de desempeño en PISA	
Tabla 1.4	32
Descriptorios correspondientes a la evaluación de la alfabetización científica	

Tablas del Capítulo 2

Tabla 2.1	54
Intervenciones del profesor	
Tabla 2.2	63
Subideas para Faraday	
Tabla 2.3	63
Subideas para Lenz	
Tabla 2.4	65
Elementos de una rúbrica	

Tablas del Capítulo 3

Tabla 3.1	68
Modelo VCA para la secuencia	
Tabla 3.2	72
Test de diagnóstico	
Tabla 3.3	73
Guía para la clase 1	
Tabla 3.4	78
Etapas de la modelización para la clase 1	
Tabla 3.5	80

Guía para la clase 2	
Tabla 3.6	86
Etapas de la modelización para la clase 2	
Tabla 3.7	85
Guía para la clase 3	
Tabla 3.8	91
Etapas de la modelización para la clase 3	
Tabla 3.9	92
Validación profesores expertos	
Tabla 3.10	94
Refinamiento clase 1	
Tabla 3.11	94
Refinamiento clase 2	
Tabla 3.12	97
Refinamiento clase 3	
Tabla 3.13	116
Detalle de centrales	

Índice de Ilustraciones

Gráficas del Capítulo 1

Grafico 1.1	33
Comparación resultados promedio de Chile con la media de la OCDE en la prueba de ciencias	
Gráfico 1.2	33
Nivel de desempeño según competencias en ciencia en PISA 2015	

Gráficas del Capítulo 3

Grafico 3.1	70
Presencia subideas durante la secuencia	
Gráfico 3.2	71
Habilidades según cada clase	

Imágenes del Capítulo 1

Imagen 1.1	18
Plano del MIM y detalle de las salas por piso	
Imagen 1.2	19
Propuesta educativa del MIM	
Imagen 1.3	19
Experiencia durante la visita al MIM	
Imagen 1.4	20
Ejemplo de material de apoyo para preparar una visita al museo	
Imagen 1.5	24
Actividad inicial sugerida para el AE09	
Imagen 1.6	24
Cuarta actividad sugerida para el AE09	

Imágenes del Capítulo 3

Imagen 3.1	73
Video Faraday	
Imagen 3.2	74

Campo magnético	
Imagen 3.3	74
Flujo magnético	
Imagen 3.4	75
Vector	
Imagen 3.5	75
Función coseno	
Imagen 3.6	75
Flujo 1	
Imagen 3.7	75
Flujo 2	
Imagen 3.8	75
Flujo 3	
Imagen 3.9	76
Video 1	
Imagen 3.10	76
Video 2	
Imagen 3.11	76
Imanes	
Imagen 3.12	77
Energía	
Imagen 3.13	81
Stand A	
Imagen 3.14	83
Stand B	
Imagen 3.15	88
Dinamo	
Imagen 3.16	88
Amperímetro 1	
Imagen 3.17	88
Amperímetro 2	
Imagen 3.18	89
Regla de la mano derecha	
Imagen 3.19	89
Circuito 1	
Imagen 3.20	89
Circuito 2	

Imagen 3.21	89
Tubos	
Figuras del Capítulo 2	
Figura 2.1	42
Prácticas científicas de producción del conocimiento	
Figura 2.2	62
Modelo de Inducción Electromagnética	
Figuras del Capítulo 3	
Figura 3.1	69
Subideas del modelo presentes en cada clase	
Figura 3.2	93
Resumen comentarios generales de profesores expertos	

Introducción

El presente Seminario de Grado representa una propuesta didáctica para la enseñanza de la Inducción Electromagnética en estudiantes de cuarto año de enseñanza media. Esta propuesta utiliza la metodología de la modelización para construir un modelo conceptual de lo que es este fenómeno. A través de esta metodología, con el fin de poder complementar la propuesta del Ministerio de Educación y en base a lo que evalúa el Programa para la Evaluación Internacional de Estudiantes (PISA), se espera desarrollar habilidades sociales, entre las cuales se encuentran lo que es la argumentación científica y la argumentación en torno a controversias y problemáticas de interés público. Además, las diferentes actividades están diseñadas para fomentar en los estudiantes habilidades del pensamiento científico, específicamente, la observación y descripción de fenómenos científicos, el registro e interpretación de datos y la comprensión y aplicación del conocimiento científico. Éstas están asociadas a lo que establece el aprendizaje esperado 09 (AE09), respecto al contenido de la Inducción Electromagnética, que determina que los estudiantes deben ser capaces de describir el funcionamiento de motores de corriente continua y generadores eléctricos como consecuencia de la interacción entre una espira y un campo magnético. Al mismo tiempo, para esta propuesta se consideraron los aspectos básicos que puede aportar el enfoque Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente (CTSA), como un complemento al desarrollo de la alfabetización científica.

Esta sugerencia didáctica utiliza los recursos que entrega un espacio de educación formal, e incorpora como un complemento al aula, un espacio de educación no formal, como el Museo Interactivo Mirador (MIM), específicamente, módulos pertenecientes a las salas de Energía y Electromagnetismo.

Cada uno de los capítulos que configuran esta propuesta permiten, en primera instancia detectar el problema en diferentes aspectos que forman parte del proceso educativo de los estudiantes e identificar ciertos objetivos que permitirán el desarrollo de este Seminario, posteriormente presentar todas las referencias que sustentan los aprendizajes, recursos, metodología y la forma de articular estos elementos, como un respaldo a nuestra propuesta didáctica. Y finalmente, construir la propuesta y validarla, lo que será la evidencia de la labor realizada para superar las diferentes dificultades expuestas. Por esta razón, se contemplan una serie de actividades que permiten que el estudiante se interese por las ciencias y sea capaz de expresar, argumentar y aplicar sus ideas acerca del fenómeno en estudio, todo esto en dos contextos de aprendizaje diferentes.

Como reflexión final de este trabajo, se presentan las conclusiones, y se exponen los aprendizajes propios adquiridos durante esta valiosa experiencia.

Capítulo 1

Marco de Antecedentes

Este primer apartado describe la problemática detectada después de una revisión de diversas investigaciones, las cuales revelaron que algunos aspectos educativos presentan ciertas dificultades acerca del contenido, de la metodología, entre otras. De estas dificultades evidenciadas, en el proceso de construcción de la propuesta didáctica, se abordarán ciertos aspectos que creemos son relevantes para llevar a cabo un buen proceso de enseñanza y aprendizaje.

Estableciendo este punto de partida respecto a los antecedentes recopilados, se describen los objetivos que sustentan esta propuesta didáctica, y que van facilitar el aprendizaje de la Inducción Electromagnética cuando se articulan diferentes espacios de educación.

1.1 Situación problema

Al revisar la literatura relacionada con la enseñanza y aprendizaje de la electricidad y el magnetismo, se detectó que, específicamente en el contenido de Inducción Electromagnética (IEM), existen una serie de dificultades por parte de los estudiantes a la hora de aprenderlo (Guisasola, Almudí y Zuza, 2016), dos de las cuáles son fundamentales para comprender lo que son la Ley de Faraday la Ley de Lenz. La primera y más importante dificultad es en torno al concepto de flujo magnético, el cual los estudiantes utilizan indistintamente respecto a lo que es la variación de éste. Además, como una segunda dificultad, se encuentra la idea de que la mera existencia de campo magnético implica que exista Inducción Electromagnética, lo que no es posible según las variables que rigen este fenómeno. Es así como lo anteriormente descrito no ha permitido que los estudiantes puedan consolidar correctamente sus ideas, lo que afecta directamente al entendimiento del fenómeno, y en consecuencia, a las aplicaciones que pueda tener en el entorno de quienes aprenden.

Debido a las dificultades conceptuales anteriormente señaladas, y a las implicancias sociales y medioambientales que el fenómeno de Inducción Electromagnética tiene, se optó por crear una secuencia didáctica que aporte a las escasas propuestas ya creadas en el ámbito de la Didáctica de las Ciencias, que buscan mejorar el entendimiento de este fenómeno pero que no apuntan directamente a superar los problemas conceptuales que poseen los estudiantes, que les permitirá resolver problemáticas concretas en torno a este contenido.

En Chile, el Ministerio de Educación (MINEDUC), a través de sus planes y programas anuales, establece que para llevar a cabo el proceso de enseñanza y aprendizaje de los contenidos de la unidad de “Magnetismo y Corriente Eléctrica”, se deben lograr una serie de aprendizajes esperados (AE) y desarrollar ciertas habilidades de pensamiento científico. Durante la revisión de éstos, se evidenció que la propuesta del MINEDUC se desarrolla a través del fomento de éstas habilidades, donde los y las estudiantes sean capaces de procesar la información, formular explicaciones y evaluar el impacto de las ciencias en la realidad social, todo esto a través de observaciones, la experimentación y el desarrollo de modelos. No obstante, revisando las diferentes actividades sugeridas para el aprendizaje esperado asociado al estudio de la Inducción Electromagnética, se encontró que en ellas se sugiere evitar el concepto de flujo magnético. Éste tiene vital importancia al momento de poder explicar el por qué del fenómeno, y tal como se comparó con la información obtenida de las investigaciones acerca de las dificultades de este contenido en estudiantes extranjeros, el problema se centra en no establecer la existencia del flujo magnético, y que la variación de éste permitirá la existencia de la Inducción Electromagnética. De esta forma tanto el Ministerio de Educación como otros organismos dan cuenta de la existencia de un problema conceptual pero que no se está abordando y más bien se está evadiendo en los diferentes sistemas educativos.

Por otro lado, se observó que el MINEDUC propone que los aprendizajes se lleven a cabo a través de la creación de modelos, sin embargo, no existen actividades concretas en donde se evidencie la utilización de esta metodología. De aquí surge la posibilidad de complementar lo propuesto por el Ministerio de Educación a través de nuestra secuencia basada en la modelización.

Por otro lado, en la sugerencia de actividades del aprendizaje esperado 09, asociado a la Inducción Electromagnética, que señala que los estudiantes deben ser capaces de describir el funcionamiento de motores de corriente continua y generadores eléctricos como consecuencia de la interacción entre una espira y un campo magnético, se detectó que las labores a implementar en el aula estarían condicionadas a la posibilidad de tener los recursos necesarios para llevar a cabo un experimento donde los estudiantes puedan interactuar con el fenómeno. Esto, según este Seminario, puede ser resuelto a través de la infraestructura del museo, lo que permite una directa contribución a lo que es el logro de los objetivos señalados por el MINEDUC.

El desarrollo de habilidades sociales adquiere vital relevancia al momento de evaluarlas, y es fundamental crear secuencias didácticas que fortalezcan este tipo de prácticas dialógicas. Según la última evaluación del Programa para la Evaluación Internacional de Estudiantes

(PISA), Chile posee bajos niveles de desarrollo en lo que son estas prácticas, encontrándose en los niveles 1 y 2, los más bajos que establece PISA, y evidenciando que la educación nacional sólo se ocupa de potenciar habilidades del tipo cognitivo, es decir, que mejoren lo que son la lectura, escritura y matemática, y no se fortalecen habilidades del tipo social, como lo son la argumentación, tanto a nivel científico como para resolver problemáticas de interés público, y que son factores que influyen en una construcción del conocimiento a través de las interacciones con su entorno. De esta forma, si los estudiantes no son capaces de argumentar y solucionar problemáticas contextualizadas, como por ejemplo la falta de recursos energéticos tratada en nuestra propuesta, entonces los estudiantes no están comprendiendo el modelo de un fenómeno, el cual podrán explicar a través de la argumentación, y además no están siendo alfabetizados científicamente.

El considerar la utilización de espacios no formales de educación, que se presentan como un complemento a la educación formal, permite establecer que, específicamente los museos de ciencias, actúan como un laboratorio, en donde además se favorece la interacción social, permitiendo apoyar los contenidos curriculares y contando con los recursos necesarios para el desarrollo de diferentes experiencias que impliquen la interacción y acercamiento de los estudiantes al fenómeno en estudio. Los museos de ciencias son centros en donde se crean espacios que permiten el desarrollo de las prácticas dialógicas para quien aprende y para quien enseña. Además, en la dimensión afectiva de las actitudes hacia las ciencias, éstos generan cambios positivos (Etchegaray, Ramírez, y Serrano, 2016). Sin embargo, cuando los docentes realizan una visita al museo para apoyar la enseñanza formal en el aula, ésta no se planifica como es debido, no se construyen actividades previas y posteriores a la visita que impliquen un trabajo articulado al contenido en estudio, ni tampoco exponen los objetivos a trabajar en el museo (Guisasola, 2010). Sumado a lo anterior, existen concepciones erradas acerca de cómo utilizar los diferentes manipulativos, no solo por parte de los profesores, sino inclusive por quienes administran estos centros, considerándolos como un espacio de diversión, cuando la visión de un museo de ciencias debiese ser que los estudiantes sean atraídos hacia las ciencias, y poniendo un especial énfasis en lo que son las problemáticas del tipo CTSA.

La propuesta de este Seminario de Grado es crear una secuencia didáctica que aborde las diferentes problemáticas mencionadas anteriormente, planificando una visita al Museo Interactivo Mirador, de manera articulada con los contenidos curriculares, y por lo tanto estableciendo objetivos de aprendizaje concretos. Esto permitirá fortalecer lo estipulado por el MINEDUC en relación al contenido en estudio, lo que se evidenciará al utilizar la idea de variación flujo magnético para crear un modelo conceptual de la Inducción Electromagnética. Este modelo conceptual se trabajará bajo la metodología de la modelización, la cual se verá

activada por la argumentación, y de esta forma mejorar ciertas habilidades sociales y de pensamiento científico que son necesarias para que los estudiantes, además de tener una visita significativa a un museo de ciencias, donde puedan describir el fenómeno y aplicarlo a diferentes situaciones de su vida cotidiana.

1.2 ¿Qué se entiende por educación formal, educación no formal y educación informal?

Vázquez (1998), señala que la educación no formal, como concepto, surge como consecuencia de reconocer que la educación no se considera limitada en un cierto espacio y en un determinado tiempo. Debido a esto, Domínguez (2009), realiza una diferenciación dentro de la educación, donde señala la existencia de tres tipos de contextos de aprendizaje:

- La educación formal, referida al sistema educativo institucionalizado, en donde tanto el tiempo de permanencia como los niveles de jerarquía están estructurados. Su duración es desde los primeros años de la escuela primaria hasta los últimos años de la universidad.
- La educación informal, donde se considera como un proceso que dura toda la vida y en el que las personas adquieren y acumulan conocimientos, habilidades, actitudes y modos de discernimiento mediante experiencias diarias y en su relación con el medio social, cultural, ambiental, económico y político del que participan.
- La educación no formal, que incluye a todas aquellas instituciones, actividades, medios y ámbitos de educación que no siendo escolares, han sido creados expresamente para satisfacer determinados objetivos educativos, tales como los museos, los planetarios, entre otros.

Existen criterios que permiten delimitar cada tipo de contexto, ya que cada contexto de aprendizaje posee características que permiten diferenciarlos entre sí. Vázquez (1998) considera que los tres tipos de contextos -formal, no formal e informal- suponen relaciones de semejanzas y diferencias, de acuerdo a cuatro criterios: estructuración, universalidad, duración e institución.

- Estructuración: este criterio se vincula a la organización de las prácticas educativas.
- Universalidad: se refiere a los destinatarios de las acciones educativas.
- Duración: la permanencia y duración va variando de acuerdo al contexto.
- Institución: refiere a la institucionalización de las prácticas educativas en contexto (existencia de un establecimiento con fines educativos).

Dentro del sistema educativo existe una heterogeneidad de instituciones e iniciativas, y esta variedad de contextos permite identificar una serie de escenarios desde los cuales aprender ciencias en nuestra sociedad (Aguirre y Vázquez, 2004). Uno de éstos corresponde a los museos y centros de ciencias, los que se describirán a continuación.

1.2.1 El museo como espacio de educación no formal

Su definición ha ido evolucionando a medida que han pasado los años, y hoy conforme a los estatutos del International Council of Museums (ICOM) adoptados por la 22a Asamblea General en Viena (Austria) el 24 de Agosto de 2007, *“un museo es una institución permanente, sin fines de lucro, al servicio de la sociedad y abierta al público, que adquiere, conserva, estudia, expone y difunde el patrimonio material e inmaterial de la humanidad con fines de estudio, educación y recreo.”* Esta definición es una referencia dentro de la comunidad internacional.

Tal como expone Reynoso (2014) los museos están sujetos al contexto social, cultural y económico en el cual están inmersos, y representan lo que cada sociedad cree pertinente valorar en diferentes momentos de su historia. De esta forma, estos lugares presentan ciertas potencialidades que son relevantes para el desarrollo de una sociedad.

Una de las potencialidades, según Arbués (2014), es que estos espacios son un recurso valioso para conocer el pasado, comprender el presente y construir el futuro de una sociedad. Son instituciones al servicio de la sociedad y por ende son espacios sociales de aprendizaje y conocimiento (Luka, 1973; Marcus y otros. 2012, citados en Arbués, 2014). Así tienen la posibilidad de contribuir y colaborar, en mayor o menor medida, en el proceso de aprendizaje a lo largo de toda la vida de los ciudadanos de cualquier edad. Junto a las escuelas, los museos serían una de las más importantes instituciones de aprendizaje en la sociedad. Ambas son entidades educativas que tienen como punto en común la transmisión de conocimiento, ya que si bien aplican metodologías distintas, cada una puede fomentar competencias diversas y en conjunto (Reynoso, 2014).

Otro punto en común acerca de la educación que se lleva a cabo en el espacio escolar, y en el museístico, es el aspecto social. Los centros educativos tienen como objetivo preparar a los futuros ciudadanos para vivir en sociedad de forma activa y responsable, y los museos esperan mostrarle a la ciudadanía aspectos que comparten socialmente. Son lugares que ofrecen experiencias de socialización a los visitantes, entre otras razones porque:

- Las visitas posibilitan conocer y tomar contacto con otras culturas. Cuando los escolares, o cualquier ciudadano, asisten a un museo, están en un contexto social en el que se relacionan con más personas, escolares, visitantes, etc. Se comparte un espacio público, un espacio para todos, donde ponen en juego sus habilidades sociales en un escenario distinto al habitual (Serota, 2009, citado en Arbués 2014, p.145).
- Los museos, además de tener una función cultural y educativa, son espacios de convivencia y entretenimiento. Se considera la conveniencia de que en las visitas, principalmente con escolares, se cuente con un tiempo para poder disfrutar de las propuestas como mero placer y entretenimiento enriquecedor. Además, posibilitan en el visitante el desarrollo de la creatividad y diferentes formas de expresión. Es por esto que las visitas contribuirán a fomentar, respetar y valorar la sensibilidad, sentimientos y creaciones de los demás (Arbués, 2014).
- Los valores, las actitudes y las expectativas sociales que conforman una sociedad se pueden observar en el sistema educativo y también en los museos (Morris and Spurrier, 2009, citado en Arbués 2014, p.145).

Un tema importante expuesto por este mismo autor es acerca del museo como una entidad que posee un valor o una dimensión educativa intrínseca. Tradicionalmente la educación en esta institución se ha centrado, principalmente, en las posibilidades de aprendizaje que brinda a los escolares. Pero desde el marco de la educación a lo largo de toda la vida destacamos su papel de divulgación y promoción de la cultura en sociedades diversas. Es en este contexto en el que el museo puede jugar un importante papel en el fomento de la participación social, sin dejar de lado las posibilidades de apoyo que ofrece a los profesores y a los centros escolares, y es por esta razón que se puede entender como complemento al rol del docente, ya sea para reforzar los conocimientos previamente trabajados, como inicio o introducción de alguna investigación o temática que posteriormente se tratará en el aula.

Por otro lado, los individuos aprenden más y mejor cuando desean aprender. La motivación es un factor esencial tanto en el aprendizaje cognitivo como en el emocional. La visita al museo puede considerarse una contribución válida para aumentar la motivación y el interés de los alumnos, así como para estimular su curiosidad y su capacidad de observación (Arbués, 2014).

Debido a estos objetivos generales que es capaz de cumplir un museo, es que a continuación se darán a conocer las características y aportes que pueden tener los museos de ciencia como un recurso educativo y cultural, que permita complementar el trabajo de un centro educativo para la formación de sus educandos.

1.2.2 Museos de ciencias

En un principio los museos más relacionados con la ciencia eran los de historia natural, herederos del coleccionismo privado y de los gabinetes de curiosidades. Posterior a esto, y como resultado del desarrollo industrial en Europa, surgieron los museos de ciencia y técnica, de los cuales el Conservatorio de Ciencias y Oficios de París, fundado en 1974, es uno de los primeros representantes. A inicios del siglo XX se inaugura en Munich, Alemania, el Deutsches Museum, que hasta el día de hoy presenta objetos científicos que pueden ser manipulados por el visitante, con objetivos netamente pedagógicos. En 1937, se crea en París el Palais de la Découverte, un centro para aprender ciencia tocando y experimentando, con un ambiente lúdico, una intención didáctica y el objetivo de llegar a todo tipo de público, y que permitió motivar al visitante al conocimiento de las ciencias y la tecnología. Gracias a este modelo, surgen en América el Museo de las Ciencias y de la Industria en Chicago, el Ontario Science Centre de Toronto y el más emblemático, el Exploratorium de San Francisco. Este último centro, inaugurado en 1969, gracias al proyecto Manhattan, guiado por Frank Oppenheimer, permitió la creación de otros centros a nivel mundial con este mismo enfoque, y generó una nueva concepción dentro de la museología científica, actualmente vigente en muchos países.

A partir de estas experiencias, en el año 1980 los centros de ciencias ya trabajan en dos intereses sociales, el primero enfocado a mostrar al visitante que los museos no eran instituciones elitistas, y el segundo, que se podía ayudar a mejorar los niveles educativos en los jóvenes y niños, y poder ofrecer oportunidades de aprendizaje para los adultos. Con estas ideas surgen nuevos museos de ciencia y tecnología, conocidos como “salas de descubrimiento”, poniendo un énfasis pedagógico en que los estudiantes descubrieran el significado de los objetos o procesos mostrados, a través de la interacción con ellos, y no por la mera exposición de una temática. Este nuevo modelo desarrollado, potenciaba la experimentación, la manipulación (hands-on) y la participación activa del alumnado y, en los EEUU y en el resto del mundo occidental, se comienzan a desarrollar metodologías didácticas más acordes con lo que parecía ser la manera de pensar y hacer ciencia, queriendo acercar a los niños a la ciencia real. Aparecen planes como el basado en la indagación (inquirybasedlearning), que, a partir de un planteamiento de aprendizaje que toma en consideración la teoría constructivista del mismo, promueve que éste no se producirá si no se basa en la resolución activa de problemas en vez de la mera transmisión de informaciones (Fernández, 2015).

En Europa, cerca de los años 90, aparecen en gran cantidad museos de ciencia interactivos. Muchos de ellos en diferentes países aparecen gracias a programas de financiamiento desarrollados con el fin de llamar la atención del público para quienes en un principio parecieron novedosos pero que, una vez que dejaron de serlo, tuvieron que recurrir a recursos de privados

o públicos para sobrevivir, tal cual como lo realizan las diferentes empresas que deben sobrevivir al mercado. Esta situación dio lugar a una crisis de identidad, que se vio reflejada con una creciente intensidad en sus reuniones y congresos. La respuesta de muchos a esta crisis fue una precipitada búsqueda de soluciones rápidas al problema de viabilidad y sostenibilidad económica.

Fernández (2015) señala que debido a este problema, fue importante considerar que la mayoría de los visitantes se pueden agrupar en dos grandes grupos: los escolares (en horario lectivo) y el público de tiempo libre (en horario de tarde y, sobre todo, fines de semana). En ellos la competencia entre estos centros aumenta, y en el caso de los escolares, existen más opciones para ellos, que les permite visitar estos museos, y que están al mismo nivel con otros centros a los que también los estudiantes pueden asistir.

Cuando nos referimos al tiempo libre, hoy en día existen diferentes opciones para quienes desean realizar actividades en ese tiempo, vivencias consideradas extremas, radicales y transformativas (Fernández, 2015, p.6).

Debido al reclamo del público en relación a incluir las nuevas tecnologías, la interactividad explicada por Fernández (2015) como un concepto asociado a la conversación, pasó a ser una posibilidad de operar los modelos más recientes de ordenadores, pantallas y sistemas de proyección. El dinero invertido fue para adquirir aparatos tecnológicos que poco después quedarían obsoletos y que provocarían el desinterés del visitante, y no para desarrollar contenidos, que al no estar bien desarrollados no atraerían al público. Es así como la interactividad en sí misma dejó de ser un medio para convertirse en un fin. Como la manera más simple y barata de poder decir que se es interactivo es instalar botones que presionar, muchos museos se convirtieron en galerías de presionar botones para activar módulos a través de las cuales niños y adultos paseaban de camino a la cafetería sin detenerse a leer o pensar en lo que pasaba, y a veces ni siquiera a esperar el resultado final (Fernández 2015, p.7).

Es importante mencionar que Fernández (2015) da cuenta de la diferencia entre museo y centro interactivo, ya que el primero tiene objetos reales en sus exposiciones y los segundos tienen exclusivamente lo que se llama módulos interactivos. Los centros interactivos partieron con objetos para ser tocados y no con colección de objetos reales, los que según este mismo autor deberían ser considerados, ya que forman parte del interés del público. En la medida que se alcanza el equilibrio entre objetos reales y módulos interactivos, se puede poner fin a la diferenciación de estos espacios, es decir, podrán ser una misma cosa, lo que hoy en día se ha concretado en museos como el Cosmo Caixa en Barcelona.

Así, con el interés por atraer muchos visitantes, domina aquello que produce más visitas y no las actividades de investigación museográfica. Aparece el museo por encargo, un tipo de museo de ciencia que es pedido por las instituciones a una agencia de comunicación o marketing, que ignoraba toda la trayectoria de la museología científica.

A continuación, se describen lo que hoy en día son los museos de ciencias y cuáles son sus aportes a la sociedad.

- **Museos de ciencias actualmente**

Fernández (2015) señala que los museos de las últimas décadas se inspiran en los proyectos de la museología interactiva del siglo XX, y han dejado de lado objetivos importantes de éstos que no se desarrollan, es decir, la capacidad de investigar continuamente con las herramientas del lenguaje museográfico.

Según Aguirre y Vázquez (2004), actualmente un museo de ciencias tiene como objetivo la divulgación científica, es decir, dar a conocer de una forma fácil y accesible los avances en alguna de las áreas de la ciencia. Esto contiene siempre una intención pedagógica que debe ajustarse a quienes va dirigido y a los medios disponibles. Su importancia está en que se asume, desde otro enfoque y con otros recursos, el encuentro con la ciencia, buscando abordar con profundidad, seriedad y complejidad cada tema, sin un tratamiento atractivo, claro y novedoso.

Otro objetivo importante de los museos es el proceso de alfabetización científica, y se fundamenta en su objetivo explícito de constituir centros educativos, de difusión y divulgación científica, que posibiliten la aproximación a la ciencia por parte del conjunto de la sociedad (Aguirre y Vázquez, 2004).

En un estudio realizado por Segarra, Vilches y Gil (2008), en donde se analizaron los aportes de diferentes museos en el ámbito de la alfabetización científica y el enfoque ciencia, sociedad, tecnología y ambiente (enfoque CTSA), se comprobó que los museos de ciencia y tecnología estudiados poseen una indudable potencialidad para mostrar la actividad científica en su contexto, superando el reduccionismo característico de gran parte de la educación formal. No obstante, suelen considerar sólo ciertos aspectos de las complejas relaciones CTSA, fundamentalmente las asociadas a las aplicaciones del conocimiento científico.

Un aspecto importante de los museos de hoy es que, según Reynoso (2014), deben ser espacios de inclusión social, abiertos a todo público independientemente de su edad, género, raza, clase social, educación, nivel económico y creencias.

- **Rol educativo de un museo de ciencias**

Los museos de ciencia tienen un potencial para favorecer el aprendizaje que no puede reproducirse en la escuela: experiencias usando elementos reales, temas relacionados con la vida real, diversión, interactividad, posibilidad de libre elección, interacción social, etc. Sin embargo, aunque la utilización en estos ambientes ricos en estímulos es muy necesaria para que el aprendizaje ocurra, no es condición suficiente, es necesario que la visita al centro quede integrada dentro del currículo escolar, para que la complementariedad de ambos contextos logre un aprendizaje eficaz y duradero (Linda Ramey-Gassert, 1997, citado en Guisasola, 2007). Tal como señala Guisasola (2007), estos centros están creados con el objetivo de crear ambientes de aprendizaje que permitan involucrar al estudiante en una tarea que le lleve a interactuar física e intelectualmente con los materiales, a través de la resolución de problemáticas. Es en este punto donde los ambientes no formales de aprendizaje de las ciencias tendrían gran importancia para mejorar la motivación del alumnado e incrementar la eficacia de la enseñanza de las ciencias.

Se ha realizado un considerable número de investigaciones sobre el aprendizaje de las ciencias en visitas a museos y centros de ciencia. Guisasola (2007) realizó una síntesis acerca de estas investigaciones que permiten evidenciar los aportes en el aprendizaje de las ciencias de diferentes museos. Uno de los aspectos identificados fue la utilización de estrategias centradas en el aprendizaje y que faciliten al profesorado la planificación de la visita. Entre las conclusiones importantes que se obtuvieron de una de las investigaciones revisadas, fueron por ejemplo: integrar la visita en una unidad didáctica, que los estudiantes busquen respuestas a sus propias preguntas, animarles a buscar información dentro del museo, orientarles y hacerles trabajar en grupo y utilizar diferentes tipos de actividades dentro del museo, esto como parte de las conclusiones obtenidas (Bamberger y Morag, 2005, citados en Guisasola, 2007).

En otro trabajo, Lemelin y Benzce (2004), analizados por Guisasola (2007), identifican las actividades de un taller organizado por un museo de ciencia y tecnología de Canadá, para visitas escolares de secundaria. Las conclusiones en el primer año de análisis fueron que era necesario relacionar más los contenidos del taller con los del currículo escolar, y que se debía introducir mayor componente tecnológico en las simulaciones. El análisis final del segundo año de investigación indicaba que el taller suministra a los estudiantes oportunidades para

seleccionar y controlar su propio aprendizaje. Así mismo, el entorno del museo de ciencias y, en concreto, el taller, proporciona a los profesores oportunidades para diseñar y desarrollar pequeñas investigaciones (inquirybasedprojects). Los autores indican la necesidad de diseñar actividades pre y post visita al taller para relacionar las actividades de la escuela y del museo, y para un aprendizaje más efectivo. Finalmente, se aportan evidencias de que una cooperación entre profesores de la escuela y del museo de ciencias es muy positiva en la efectividad del aprendizaje logrado.

Salmi (2003), citado en Guisasola (2007, p. 408), señala que se ha dedicado mucho tiempo y esfuerzo a intentar medir el aprendizaje cognitivo que se obtiene tras una visita a un centro de ciencia, y se ha realizado un estudio sobre los beneficios que dicha visita reporta en el ámbito afectivo y actitudinal del visitante. Los resultados, presentados a continuación, fueron altamente positivos, respecto de la investigación realizada:

Las visitas (si son más de una mejor) aumentaron la motivación intrínseca de los estudiantes, pero ese aumento fue superior en el caso de alumnos y alumnas con problemas de aprendizaje. Esto puede deberse a que la interacción con los módulos y sus propios compañeros aumentó la autoconfianza, ya que experimentaron sin presión externa. La visita implica un tiempo corto de interacción, por lo que se considera indispensable disponer de programas bien diseñados, que ayuden al profesorado en la preparación de la visita, así se valorará más la calidad que la cantidad del aprendizaje. Los estudiantes con mayor motivación obtuvieron mejores resultados cognitivos.

Cox-Petersen y otros (2003), también citados en Guisasola (2007, p. 408) ratificaron que las visitas escolares a museos y centros de ciencias son muy bien valoradas, tanto por el alumnado como por el profesorado, y según lo concluido, la visita fue satisfactoria para ambos (67% profesorado y 92% alumnado), aunque señalaban algunos aspectos que se podían mejorar:

Organizar visitas menos estructuradas y más centradas en los estudiantes, en las que los guías actúen de facilitadores que plantean preguntas abiertas relacionadas con las experiencias de los estudiantes fuera del museo (contexto físico y personal). Programar espacios de tiempo para que el alumnado trabaje en grupo, investigue por su cuenta, reflexione, etc. (contexto sociocultural) de forma que puedan construir sus propios aprendizajes. Proporcionar indicadores para focalizar la atención de los estudiantes y que éstos puedan relacionar las exhibiciones con los conceptos implicados, siempre teniendo en cuenta la edad del alumnado (contexto físico y personal).

Por otra parte, se realizó un estudio sobre el potencial educativo de una exposición de astronomía para las visitas escolares. Los módulos de la exposición fueron diseñados por miembros del equipo investigador y adoptaron un enfoque basado en modelos y modelizaciones para comparar los modelos de enseñanza contenidos en los módulos de la exposición y los que tienen los estudiantes sobre el tema indicado. Como conclusiones, los autores indican que este tipo de trabajos son útiles para evaluar la eficacia de los módulos al transmitir el mensaje, y que prueba la utilidad de un enfoque de modelos para evaluar el aprendizaje en contextos no formales de aprendizaje (Falcao y otros, 2004, citado en Guisasola, 2007, p. 409).

En esta misma línea, Guisasola (2010) señala la importancia que tiene el profesorado en la organización de una visita y realiza una investigación acerca de qué opinaban los profesores acerca de este tipo de centros y museos, considerando que estos espacios son una forma de apoyar la enseñanza de las ciencias de la escuela. Este autor, a través de diversas entrevistas realizadas a profesores que se encontraban visitando un museo, concluye que, en primer caso, los profesores no se plantean en realizar con sus estudiantes actividades pre y/o post visita, ni consultan los materiales didácticos disponibles en el museo de ciencias. Se centran en los aspectos lúdicos, en lo que respecta a la organización de la visita, y no en el posible aprendizaje de algún tema o fenómeno. Así, consideran la visita como una salida extraescolar, sin relación alguna con lo que se estudia en el currículum. Algunos de ellos consideran inclusive que la propia visita genera aprendizaje y que los estudiantes deben tener las capacidades suficientes para relacionar lo que experimentan con la teoría estudiada, lo que se fundamenta con la concepción de algunos profesores que consideran al museo como una oportunidad de evidenciar la teoría vista en clases, por lo que para ellos el museo se transforma en un laboratorio en donde los estudiantes experimentan lo que estudian en clases, sin un guía a cargo de ellos.

Dentro de este mismo aspecto, Fernández (2015) pone énfasis en que la razón principal por la que muchos profesores llevan a sus alumnos a actividades fuera del centro educativo es precisamente la de que se diviertan, y en el caso de los museos, que se diviertan con la ciencia. A través de esto, plantea necesario que la ciencia no sea vista como un sinónimo de diversión, ya que se han organizado visitas a estos centros de ciencias con la finalidad de entretener a quien asiste, debido a la concepción de que al hacer ciencias de forma divertida mejora la actitudes que se tiene hacia las ciencias y dejando de lado que no necesariamente esto determina un verdadero interés por este tipo de conocimientos, y así, erróneamente se logra reforzar la concepción de que el aprendizaje en la escuela es, por naturaleza aburrido, y que al museo se va sólo para divertirse (Fernández, 2015).

Respecto a lo anterior, fomentar el interés por la ciencia, ayudar a que la curiosidad innata de los niños no se diluya con los años, enseñar que hay que salir del museo con más preguntas que respuestas, facilitar que la emoción devenga en fascinación, forman parte de toda actividad educativa de un museo de ciencias y que se deberían considerar para lograr seducir a sus visitantes, es decir, atraerlos hacia las ciencias, (Fernández, 2015).

A continuación, a partir de lo que los museos de ciencias en el mundo han desarrollado, se expondrá cuáles han sido los aportes culturales y educativos de los museos de ciencias en Chile.

1.2.3 Museos de ciencias en Chile

En Chile existe el Registro de Museos de Chile (RMC), correspondiente a una plataforma virtual de los museos de Chile, que cuenta con un directorio en línea de todas las entidades museales del país. El sitio es administrado por la Subdirección Nacional de Museos de la Dirección General de Bibliotecas, Archivos y Museos (DIBAM), y es un espacio de encuentro y difusión del sector de museos, que pretende reunir a estas entidades y valorizar su trabajo, siendo una herramienta de conocimiento sobre los museos y acercamiento a la ciudadanía. El RMC proviene de Base Musa, proyecto que nació el año 2007 en la Subdirección Nacional de Museos como un catastro online de los museos del territorio nacional. El año 2015, en el contexto de la construcción de una Política Nacional de Museos, Base Musa se convierte en el Registro de Museos de Chile, reuniendo a todas las entidades museísticas que formarán parte del Sistema Nacional de Museos, relevando información que permita visibilizar el sector de museos de Chile y que sirva como base para la estructuración de la nueva Política Nacional de Museos. Según este registro, en la categoría de museos de Ciencias Naturales e Historia Natural, existen a nivel país 45 de éstos.

La información que se tiene acerca de la situación actual de los museos en Chile es en su mayoría escasa e incompleta, dificultando la identificación y solución de problemas de los museos en su conjunto y en relación a la gestión actual de los museos en Chile, ésta actúa sobre la base de normas que se encuentran repartidas en diversas leyes y decretos que regulan aspectos comunes a varias entidades de la DIBAM. Los museos también se rigen por documentos con recomendaciones para la conservación del patrimonio, tanto de centros especializados nacionales como de organizaciones internacionales dedicadas al trabajo de museos, que son una guía para las instituciones de nuestro país. No existen regulaciones respecto a los museos de iniciativas privadas.

En el V congreso de educación, museos y patrimonio de la DIBAM y la ICOM realizado en Chile, los principales exponentes, nacionales e internacionales, señalaron lo valioso de contar con museos en nuestro país y las potencialidades que éstos ofrecen para el complemento de la educación escolar, y para la valoración de la cultura y patrimonios, donde los estudiantes son visitantes activos y aprenden no sólo ciencias, sino todas las áreas del conocimiento que un museo puede brindar a su público.

El desarrollo de estos centros en Chile país tiene su origen en la fundación de la primera de estas instituciones, es decir, el Museo Nacional de Historia Natural (MNHN), fundado el 14 de Septiembre de 1830 por el naturalista francés Claudio Gay. Desde el año 1876 a la fecha ocupa el edificio de estilo Neoclásico, en el Parque Quinta Normal de Santiago y ha basado sus objetivos en investigación científica, en su calidad como centro de depósito de las colecciones nacionales y en su labor de extensión a la comunidad. En términos educativos, ofrece diversas guías educativas descargables de su sitio web como recursos complementarios a la visita acerca de su exposición “Chile Biogeográfico”. Además cuenta con una Feria Científica Nacional Juvenil que convoca a estudiantes de educación básica y media de todo Chile, con el propósito de promover la divulgación y valoración de la ciencia en la comunidad escolar. Este museo ofrece una variedad de colecciones y exhibiciones que permiten a quien visita, generar conocimiento y promover la valoración del patrimonio natural y cultural de Chile.

Otro centro relevante dentro de nuestro país es el Museo de Ciencia y Tecnología (MUCYTEC), también ubicado en el Parque Quinta Normal de Santiago. Es una institución sin fines de lucro dependiente de la Corporación Privada para la Divulgación de la Ciencia y Tecnología (CORPDICYT), financiado en parte por la Ilustre Municipalidad de Santiago, y también por los recursos obtenidos por el pago del valor de la entrada. Fue el primer museo interactivo del país, creado en 1985 y con la misión de fortalecer la enseñanza de la ciencia en Chile, y como una alternativa de educación permanente para todos aquellos que no tienen posibilidades de acceso a la información científica y técnica. Se construyó como laboratorio para los establecimientos educacionales de todo el país que no cuentan con la infraestructura necesaria para el adecuado desarrollo de materias científicas. Debido a su trayectoria y a su aporte a la labor educacional, participa en asesorías a entidades nacionales abocadas a la tarea de divulgar la ciencia y la tecnología.

En la Región Metropolitana también podemos encontrar otro relevante centro de ciencias, conocido como el Museo Interactivo Mirador, inaugurado el año 2000 y que se detallará a continuación.

1.2.4 El Museo Interactivo Mirador

El Museo Interactivo Mirador (MIM) es uno de los más importantes centros de ciencias en nuestro país, un museo pionero, único en Chile y referente en América Latina. Forma parte de la comuna de La Granja, posee más de 300 módulos interactivos, instalados en 14 salas, y en espacios al aire libre.

Se describe como un laboratorio gigante de ciencias y experiencias, dirigido a estudiantes de todo Chile, de jornada diurna y vespertina otorgando acceso gratuito o con tarifa preferencial, según el índice de vulnerabilidad del establecimiento educacional. Además, a los profesores, ofrece ingreso gratuito o tarifas preferenciales, así como también capacitaciones en Didácticas de las Ciencias y recorridos pedagógicos para que preparen las visitas de sus estudiantes. Además dirigido, a niños, niñas y jóvenes beneficiarios de organizaciones sin fines de lucro orientadas a la infancia y adolescencia, quienes pueden acceder al MIM con tarifa preferencial, a familias y público en general que visitan el museo, provenientes de la Región Metropolitana, otras regiones del país y el extranjero, y a estudiantes, profesores, familias y público general de regiones, a través de las muestras itinerantes que visitan temporalmente distintas ciudades y localidades del país, bajo el programa “MIM en tu región”.

El MIM se ha transformado en un hito para la ciudad, para la gente, para los establecimientos educacionales, para Chile, e inclusive para visitantes extranjeros que recorren Santiago, y que asisten a este museo, valorándolo de la misma forma que nuestros edificios patrimoniales.

Tal como declara esta institución, es un lugar que ha motivado a los niños, niñas y jóvenes a recorrer el camino de la experimentación y la indagación en la ciencia, y para muchos, el MIM es el principal laboratorio de ciencias y tal vez, es la mayor experiencia científica que conocerán a lo largo de su enseñanza y probablemente en toda su vida. Para cumplir la misión del MIM, el desafío de conservación no es la de los objetos dentro de un museo, sino el de la experiencia única que ocurre en este espacio, en relación a la ciencia y el pensamiento crítico.

Dentro de sus principales objetivos figuran los siguientes:

- Fomentar la curiosidad y el acercamiento a la ciencia.
- Contribuir al desarrollo de una cultura científica en el país.
- Colaborar en la formación de pensamiento crítico y transformador, y a despertar vocaciones vinculadas a la ciencia.

- Aportar a la equidad entregando acceso igualitario a experiencias relacionadas con la ciencia.
- Ayudar en mejorar la calidad y equidad de la educación.

El museo ofrece recomendaciones para la visita, tales como leer las instrucciones de cada módulo, y algunas en términos de autocuidado y seguridad. En el sitio web se ofrece un plano interactivo de todo el museo, y la ubicación de cada una de las salas. La siguiente Imagen 1.1 ilustra este plano descrito, que permite al público comprender las dependencias del centro.

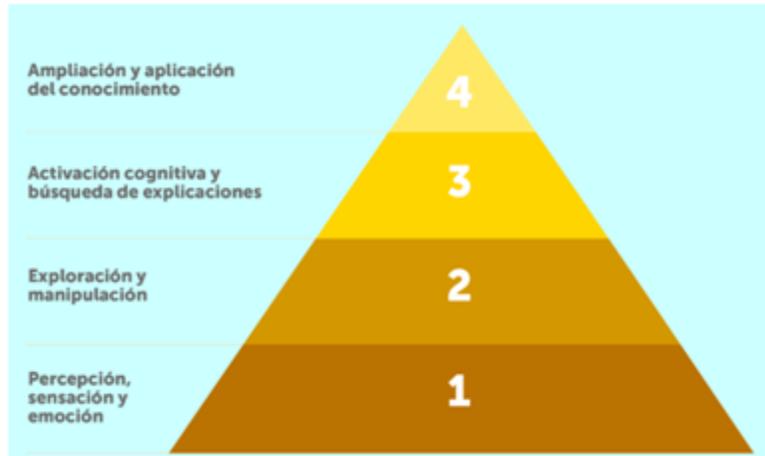
Imagen 1.1 Plano del MIM y detalle de las salas por piso



Fuente: Página web Museo Interactivo Mirador

Específicamente en el área educativa, entrega toda una preparación para la visita, considerando la propuesta educativa propia del museo, la cual está basada en la exploración autónoma, lo lúdico de la experiencia, la interactividad, y que sintetiza todo lo relacionado con la visita utilizando una pirámide jerárquica que señala los niveles de profundización de los módulos interactivos, donde se espera que el visitante transite por todos los niveles o al menos uno de ellos. A continuación, en la Imagen 1.2 se muestra lo anterior expuesto.

Imagen 1.2 Propuesta educativa del MIM



Fuente: Página web Museo Interactivo Mirador

El primero corresponde al nivel 1 donde el público se conecta con sus sentidos, y activa su asombro, curiosidad y confianza. En el nivel 2, los visitantes manipulan y se movilizan por los módulos, como una invitación a la interacción. El tercer nivel pone en marcha la activación cognitiva la cual busca la formulación de preguntas, y permite generar un conflicto cognitivo. Finalmente, en el nivel 4 la persona es capaz de generar nuevos conocimientos a partir de las preguntas de desafío.

En relación a la experiencia dentro del museo, la siguiente Imagen 1.3 resume de muy buena forma lo que, según quienes dirigen este centro y han planteado como misión, representa la visita de estudiantes y público en general.

Imagen 1.3 Experiencia durante la visita al MIM



Fuente: Página web Museo Interactivo Mirador

Se espera que logren una regulación del propio aprendizaje, otorgando el espacio y el tiempo para la reflexión, además de facilitar la adquisición de contenidos según la experiencia. Utilizan lo lúdico porque esperan despertar la curiosidad y el interés por experimentar y conocer, además de poder vincular el aprendizaje de las ciencias con emociones agradables y placenteras. Para el museo la interactividad es fundamental para estimular la actividad cognitiva e incrementar la capacidad de retención a través de la experimentación.

Específicamente en el ámbito educativo nacional, el sitio web posee una sección acerca de las relaciones curriculares entre el MIM y el currículum obligatorio en ciencias. Esto, con el fin de dar un apoyo a la preparación de la visita. A continuación en la Imagen 1.4 se muestra un ejemplo de lo descrito.

Imagen 1.4 Ejemplo de material de apoyo para preparar una visita al museo

Sala Energías | CENTRAL DE PASADA



- **Fenómeno que se presenta:** Centrales de pasada.
- **Cómo se revela el fenómeno:** Un pantalla táctil muestra las características y las etapas que recorre el agua al ser una central de pasada.
- **Cómo usarlo:** Tocar la pantalla y seguir las instrucciones.

[▶ Descargar PDF](#)

Relaciones curriculares destacadas

Nivel	Asignatura	Objetivos de Aprendizaje (OA) y Contenidos Mínimos Obligatorios (CMO)
5° básico	Ciencias Naturales	11. Explicar la importancia de la energía eléctrica en la vida cotidiana y proponer medidas para promover su ahorro y su uso responsable. 14. Investigar y explicar efectos positivos y negativos de la actividad humana en océanos, lagos, ríos, glaciares, entre otros, proponiendo acciones de protección de las reservas hídricas en Chile y comunicando sus resultados.
6° básico	Ciencias Naturales	11. Clasificar los recursos naturales energéticos en no renovables y renovables y proponer medidas para el uso responsable de la energía.
8° básico	Ciencias Naturales	09. Investigar, explicar y evaluar las tecnologías que permiten la generación de energía eléctrica, como ocurre en pilas o baterías, en paneles fotovoltaicos y en generadores (eólicos, hidroeléctricos o nucleares, entre otros).

Fuente: Página web Museo Interactivo Mirador

Este museo ofrece las suficientes condiciones para poder ser un complemento útil a la enseñanza de las ciencias. No obstante, una dificultades observadas es que este centro se declara indagatorio, y debido a esta visión es que no propone una visita guiada, es decir, el museo ya no ofrece los guías para ser un apoyo a los estudiantes, sino que propone una visita

libre, en donde los estudiantes son responsables de lo que aprenden. Además, no entrega mayor material complementario a la labor del profesor en la visita.

Lo anterior mencionado forma parte de lo que, según la literatura revisada, sería un problema para que los estudiantes logren obtener un aprendizaje del contenido durante la visita, y que esta visita forme parte de un complemento a la clase en el aula dictada por el profesor de ciencias.

1.3 Propuesta del MINEDUC para abordar el contenido de Inducción Electromagnética

El presente apartado tiene por finalidad dar cuenta de lo que el Ministerio de Educación chileno establece y propone para la enseñanza de la Inducción Electromagnética, de manera de presentar tales directrices tal y como se encuentran en el Marco Curricular y en el Programa de Estudio de Cuarto Año Medio, informando así al lector del antecedente a nivel ministerial de nuestra propuesta didáctica.

En primer lugar, los objetivos fundamentales y los contenidos mínimos obligatorios que el Marco Curricular en su actualización al 2009 establece y que entran en relación con el contenido a enseñar, son los siguientes:

- OF: Comprender leyes y conceptos básicos de la electricidad y el magnetismo, la relación que existe entre ambos, y su rol en fenómenos de la vida diaria y el funcionamiento de diversos dispositivos tecnológicos.
- CMO:
 - Identificación de la relación cualitativa entre corriente eléctrica y magnetismo.
 - Caracterización de los efectos del movimiento relativo entre una espira y un imán: el generador eléctrico y sus mecanismos de acción por métodos hidráulicos, térmicos, eólicos.

En cuanto al programa de estudio vigente de cuarto año medio, actualizado en el año 2009, señala que los contenidos de electricidad y magnetismo se estudian en dos unidades, las cuales están organizadas para trabajarse durante el primer semestre del año. Cada una de las unidades tiene sus Aprendizajes Esperados (AE) respectivos, y ciertas habilidades que se espera que los estudiantes logren desarrollar.

En particular, dentro de la unidad 2, denominada Magnetismo y Corriente Eléctrica, se pueden distinguir dos momentos, uno para referirse a fenómenos magnéticos y otro para la relación

entre el magnetismo y la electricidad. La primera parte de la unidad pretende que los estudiantes identifiquen las propiedades más evidentes del magnetismo en la materia, tales como reconocer:

1. Materiales magnéticos.
2. Los polos de los imanes y el modo en que interactúan.
3. Líneas de campo magnético.
4. La manera en que se orienta una brújula.
5. Las propiedades magnéticas de la Tierra y su rol en la protección de la vida.
6. Semejanzas y diferencias entre los fenómenos eléctricos y magnéticos.

En el segundo momento, se espera que los estudiantes puedan describir que alrededor de una corriente eléctrica se genera un campo magnético, siendo capaces de deducir algunas de las consecuencias que ello implica, especialmente en el ámbito tecnológico y, particularmente, en el caso de las aplicaciones de los electroimanes. Como etapa final de la unidad, los estudiantes deberán comprender el hecho de que sobre un conductor que porta corriente actúa una fuerza magnética cuando está inmerso en un campo magnético y que, cuando se mueve un conductor inmerso en un campo magnético, en él aparece una corriente eléctrica. A partir de este último fenómeno, conocido como Inducción Electromagnética, se debieran realizar análisis acerca de las circunstancias en que este hecho ocurre o es más notorio, y las consecuencias tecnológicas que significaron estos descubrimientos, como el motor y la dínamo.

Por otro lado, se espera que los jóvenes reconozcan el impacto científico y cultural que estos inventos han tenido y que, desde el punto de vista científico, puedan comprender que una carga eléctrica al moverse genera un campo magnético siendo con esto último capaces de encontrar una explicación elemental y aproximada de las propiedades magnéticas de la materia.

Aspectos históricos que se abordan durante esta unidad dicen relación a personajes tales como Hans Christian Oersted y Michael Faraday. Además, durante las diferentes actividades propuestas utilizan dispositivos para la experimentación en electricidad y magnetismo, como pilas, ampollitas, brújulas, bobinas, imanes, entre otros.

Los AE abordados en esta unidad corresponden al AE07, AE08 y el AE09. En la siguiente Tabla 1.1 se puede visualizar su contenido, junto con los indicadores de evaluación asociados.

Tabla 1.1. Aprendizajes esperados e indicadores de evaluación sugeridos en la unidad de Magnetismo y Corriente Eléctrica

APRENDIZAJES ESPERADOS Se espera que las y los estudiantes sean capaces de:	INDICADORES DE EVALUACIÓN SUGERIDOS Las y los estudiantes que han logrado este aprendizaje:
AE 07 Describir características generales de un imán, del campo magnético de la Tierra y de instrumentos como la brújula.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Reconocen que hay imanes naturales y artificiales e identifican qué tipo de materiales pueden interactuar con un imán. ➤ Encuentran similitudes y diferencias entre las características de las cargas eléctricas de un cuerpo y los polos magnéticos de un imán. ➤ Describen las líneas de campo magnético, sobre la base de la observación experimental, para lo cual se utilizan uno o más imanes y limaduras de hierro. ➤ Describen el campo magnético de la Tierra, señalan las ventajas que tiene para la vida en el planeta y explican la interacción entre él y la radiación cósmica (auroras, radiación de Van Allen, la contención de partículas de alta energía). ➤ Describen el funcionamiento de la brújula, destacando la importancia que ha tenido a lo largo de la historia, y dan ejemplos de otros desarrollos tecnológicos que operen con imanes.
AE 08 Asociar el campo magnético que existe alrededor de un conductor eléctrico con la corriente eléctrica que porta, explicando algunos desarrollos tecnológicos como el electroimán.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Describen el experimento de Oersted e identifican las características del campo magnético que se produce alrededor de un conductor que porta corriente. ➤ Demuestran experimentalmente que alrededor de un conductor rectilíneo que porta corriente eléctrica se produce un campo magnético y explican sus características. ➤ Describen el campo magnético que se origina en espiras, bobinas y solenoides que portan corriente eléctrica e identifican su orientación. ➤ Describen el efecto que tiene sobre un núcleo de hierro una bobina o solenoide que porta corriente. ➤ Construyen un electroimán y citan algunos ejemplos de dispositivos tecnológicos que lo utilicen.
AE 09 Describir el funcionamiento de motores de corriente continua y generadores eléctricos como consecuencia de la interacción entre una espira y un campo magnético.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Describen la fuerza magnética que se origina sobre un conductor que porta corriente, cuando está inmerso en un campo magnético. ➤ Explican el funcionamiento de un motor de corriente continua, diseñando y construyendo uno simple. ➤ Verifican que al haber movimiento relativo entre una bobina y un campo magnético, en la bobina se induce una corriente eléctrica. ➤ Explican la ley de Faraday y su aplicación en la generación de energía eléctrica de diversas fuentes, como térmicas, hídricas, nuclear, eólica, mareomotriz, entre otras. ➤ Explican el funcionamiento de una dínamo, el uso que tiene y su importancia histórica y actual. ➤ Discuten sobre la importancia que tienen los motores y los generadores eléctricos en los procesos industriales y en la sociedad en general. ➤ Explican cómo funcionan algunos instrumentos analógicos, como amperímetros, voltímetros y óhmetros.

Fuente: Programa de estudios Física, cuarto año medio (MINEDUC, 2009)

Con el fin de ilustrar cómo poder cumplir con lo recién expuesto, el programa comprende una sección de sugerencias de actividades correspondiente a esta unidad, donde se pueden

encontrar diferentes actividades para abordar la Inducción Electromagnética, las cuales se detallan a continuación en la Tabla 1.2.

Tabla 1.2. Síntesis de las actividades sugeridas por el Ministerio de Educación para la enseñanza de la Inducción Electromagnética

Actividad 1.1	Formular hipótesis sobre los efectos de un campo magnético en un conductor que porta corriente.
Actividad 1.2	<p>Armar un montaje experimental similar al mostrado en la Imagen 1.5, de manera tal que la parte inferior del conductor pase muy cerca de un imán. Deben determinar la orientación del campo magnético tanto para que el efecto no se produzca como para que sea lo más notorio posible, de manera de generar una regla nemotécnica que asocie los vectores de campo magnético y fuerza magnética y el sentido de la corriente eléctrica. En observaciones al docente se señala que se evite el concepto de flujo magnético, analizando el fenómeno desde un punto de vista cualitativo, y que se marque el hecho de que la energía eléctrica puede transformarse en energía mecánica, constituyendo la base del funcionamiento de los motores eléctricos.</p> <div data-bbox="802 722 1114 1035" data-label="Image"> </div> <p data-bbox="683 1041 1230 1066">Imagen 1.5. Actividad inicial sugerida para el AE09.</p>
Actividad 2	Utilizar el mismo montaje anterior y predecir qué ocurrirá si, en vez de hacer circular corriente eléctrica por el conductor, este es movido por una fuerza externa. Se señala la dificultad que posee el montaje propuesto para la medición de la corriente generada. En observaciones al docente, se menciona la importancia de que el estudiante comprenda que la energía mecánica se puede transformar en energía eléctrica, estableciéndose el fenómeno inverso a la actividad anterior, y sugiere señalar a Michael Faraday como descubridor de este fenómeno, haciendo énfasis en las repercusiones que éste ha tenido en nuestra vida cotidiana.
Actividad 3	Realizar una investigación acerca de motores de corriente continua y que en base a lo investigado puedan construir uno, mostrando un video del resultado.
Actividad 4	<p>Experimentar con el movimiento relativo entre una bobina y un imán, prediciendo lo que ocurrirá al mover un imán de distintas formas cerca de una bobina, y luego, conectando esta última a un amperímetro, donde verifican sus predicciones. Una vez conectado el amperímetro, se deja el imán fijo y se procede a mover la bobina con respecto a él. Se señala que esta actividad es complementaria a la segunda y considera la posibilidad de contar con una bobina de varias espiras, idealmente con núcleo de hierro. A continuación se ilustra la situación con la Imagen 1.6:</p> <div data-bbox="764 1566 1156 1808" data-label="Image"> </div> <p data-bbox="678 1812 1235 1837">Imagen 1.6. Cuarta actividad sugerida para el AE09.</p>
Actividad 5	Discutir sobre si un mismo artefacto puede ser usado como motor y como dínamo, para el caso de corriente continua, y que verifiquen sus conclusiones con un motor eléctrico

	de un juguete. Verificar la existencia de corriente eléctrica usando un galvanómetro.
Actividad 5	Investigación bibliográfica para dar cuenta de la gran presencia que tiene el fenómeno asociado en los motores en las diversas áreas de la vida cotidiana e industrial, reforzando lo mencionado en la segunda actividad en las observaciones al docente.

Fuente: Programa de estudios Física, cuarto año medio (MINEDUC, 2009)

De manera transversal al desarrollo de la asignatura durante el cuarto año de enseñanza media, el ministerio propone la formación de habilidades de pensamiento científico.

Luego de analizar las actividades recién mencionadas, la habilidad con mayor presencia corresponde a *evaluar las implicancias sociales, económicas, éticas y ambientales que involucra el desarrollo científico y tecnológico*, debido al radical impacto del fenómeno en estudio con respecto a sus consecuencias tecnológicas, que significó la aparición del motor eléctrico y la dínamo. Adicionalmente, en la sección de *Propósito* de la unidad, se menciona que parte de los aprendizajes que los estudiantes deben tener durante su avance en ella, deben lograrlos mediante el desarrollo de modelos, entre otras metodologías.

En vista de lo anterior, si se quiere alcanzar un nivel de aprendizaje más elevado en los estudiantes en el contenido en cuestión, se vuelve necesario generar una propuesta didáctica que les permita ir más allá de la idea de movimiento relativo, posibilitando la identificación del movimiento relativo entre bobina e imán con variación de flujo magnético (y no evitando este concepto como se señala en la primera actividad), de tal manera que les posibilite comprender la ley de Faraday, teniendo además presentes las consideraciones que la ley de Lenz establece para la corriente inducida.

1.4 Dificultades en la enseñanza y el aprendizaje de la electricidad y magnetismo

La investigación en la enseñanza de la Física ha sacado a la luz graves dificultades de aprendizaje en el área de la electricidad y magnetismo (Pfundt y Duit, 2009, citados en Almudí, Zuza y Guisasola, 2016, p.8). Es así como existen diferentes estudios referidos al problema en el contexto académico que reafirman la mala asimilación de los conceptos asociados al aprendizaje de esta unidad. Son variados los autores quienes se refieren a estas deficiencias. Por ejemplo, Guisasola y otros (2008), citados en Games, Mercado y Parra (2012, p.10) señalan que la mayoría de los estudiantes continúa considerando la electricidad como un tema difícil y poco atractivo. Su investigación permitió mostrar, de manera reiterada, el escaso aprendizaje de los estudiantes después de la enseñanza en dicho campo. Esto se produciría porque las relaciones de la electrostática y electrocinética siempre constituyen un problema didáctico que implica conocimientos de carga eléctrica, campo eléctrico, diferencia de potencial, intensidad de la corriente y capacidad eléctrica, que se encuentran relacionados, y son utilizados en contextos

estáticos y dinámicos. Los estudiantes de secundaria y de diferentes niveles universitarios presentan dificultades para comprender el concepto de la corriente eléctrica. Numerosas investigaciones (Ángel y Clavijo, 2006; Carrascosa, 2005; Closset, 1983; Driver, 1994; Duit, 1993; Furió y Guisasola, 1998; Manrique y Favieres, 1988; Mc Dermot y Van Zee, 1984; Osborne, 1981; Shipstone 1984; Varela, Hierrizuelo y Montero, 1991; entre otras, citadas en Cano, Gómez y Cely, 2009) se han planteado con el propósito de identificar las concepciones alternativas que prevalecen en los estudiantes sobre este concepto y se afirma que raramente la exposición de las ideas científicas correctas hace abandonar a los alumnos sus ideas previas, las cuales suelen permanecer inalteradas después de largos períodos de enseñanza, e incluso conviven con las ideas científicas (Bohigas y Periago, 2005, citados en Cano, Gómez y Cely, 2009, p.13). Entre las concepciones encontradas en dichas investigaciones, Pozo y Gómez (2004) describen que se presentan dificultades para distinguir y utilizar algunos términos como: diferencia de potencial, voltaje, corriente, energía, potencia, etc.; los términos electricidad, voltaje y corriente eléctrica son utilizados como sinónimos y se asume esta última, como un fluido material que se almacena en una pila y se consume en la ampolleta, es decir, energía. Las pilas, se conciben como almacenes de fluido (energía, carga eléctrica, voltaje, electricidad, corriente, etc.) (Cano, Gómez y Cely, 2009).

En esta misma línea de investigación, Ángel y Clavijo (2006), citados en Cano, Gómez y Cely (2009, p.13), afirman que los estudiantes de nivel universitario no relacionan los efectos del campo eléctrico en la generación de corriente, considerando indispensable colocar una fuente que se encarga de la movilidad de las cargas.

Es sabido que la electricidad es uno de los campos de la física de vital importancia en la enseñanza. En la enseñanza básica los estudiantes aprenden los principios básicos de electricidad, de los componentes de un circuito eléctrico, de la energía que se transfiere. Luego en la enseñanza media, la electricidad es enseñada sistemáticamente donde se describen los principales principios, leyes y cálculos asociados a la energía, potencia, resistencia, etc. En el aprendizaje de electricidad, según Mc.Dermontt (1992), citado en Games, Mercado y Parra (2012, p.11), los estudiantes son guiados en su proceso de construcción de un modelo conceptual para la corriente eléctrica por las preferencias efectivas sobre los circuitos simples compuestos de pilas y ampolletas. Realizan las experiencias, hacen las observaciones, sacan conclusiones explicando los conceptos de base de corriente y de resistencia. Utilizan a su vez los razonamientos inductivo y deductivo para sintetizar esos conceptos dentro de un modelo cualitativo de corriente eléctrica. Cuando ellos aplican ese modelo a los circuitos de complejidad creciente, aparece la necesidad de otros conceptos.

En otro punto se afirma que el proceso de aprendizaje de la electricidad debe fundamentarse en la enseñanza de los conocimientos teóricos básicos: el átomo, la corriente eléctrica, el circuito eléctrico y las magnitudes características de la electricidad y sus unidades de medida. Además se señala que el estudiante encuentra en el aprendizaje de la electricidad un obstáculo, ya que se trata de un concepto dotado de una gran abstracción y que, por lo tanto, requiere grandes dotes de imaginación. Por último, se plantea que las magnitudes relacionadas con los conceptos básicos son ampliadas por otras magnitudes complementarias, como las electromagnéticas, y en términos generales, la materia se convierte en algo aún más complejo de aprehender. (Moscoso, 2008, citado en Games, Mercado y Parra, 2012, p.12).

Guisasola (2008), citado en Games, Mercado y Parra (2012, p.12) señala el aprendizaje de conocimientos y habilidades cognitivas que deben tener los estudiantes para interpretar los fenómenos de carga eléctrica de los cuerpos, y además los agrupa en indicadores de comprensión de estos fenómenos. Dentro de la teoría clásica del electromagnetismo, de acuerdo con las leyes de Maxwell, marco teórico en el que se explican los fenómenos eléctricos para un nivel de bachillerato y primeros cursos de universidad, una clara comprensión de los procesos de carga y descarga de cuerpos implica, en primer lugar, estar familiarizado con el comportamiento de la materia ante la interacción eléctrica. Es de acuerdo a estos indicadores que diseña un modelo de aprendizaje para este contenido que permitirá superar las dificultades identificadas.

Tecpan, Benegas y Zapata (2015) dan a conocer que existen dificultades identificadas en profesores de Física, tales como preconcepciones, y en su investigación relacionan el vocabulario sobre electricidad y magnetismo, el cual se escucha desde la infancia (por ejemplo corriente, voltaje, entre otros) y por ende muchos profesores y libros de texto asumen que los conceptos asociados con dichas palabras ya han sido comprendidos (Arons, 1997, citado en Tecpan, Benegas y Zapata, 2015, p.3). Pocos estudiantes han observado interacciones electrostáticas o han jugado con imanes, además de que culturalmente se los ha condicionado por el miedo a la electricidad.

Otras investigaciones han demostrado que algunos profesores de ciencias mantienen ideas previas similares a las de sus estudiantes. Dichas ideas interfieren con lo que se enseña en clase, provocando un aprendizaje deficiente con pérdida de coherencia, y por lo tanto, resulta necesario que los profesores conozcan cuáles son las ideas previas de los estudiantes y cómo inciden en el aprendizaje.

1.4.1 Dificultades en la enseñanza y el aprendizaje de la Inducción Electromagnética

El número de investigaciones sobre dificultades de los estudiantes en el aprendizaje de los diversos conceptos y leyes implicados en la teoría de la Inducción Electromagnética (IEM) es escaso en comparación con otras áreas de la Física. Es un problema didáctico no muy trabajado y que necesita de mayor desarrollo en diseño de secuencias de enseñanza que mejoren el aprendizaje del estudiante.

Las investigaciones realizadas evidencian dificultades de aprendizaje y concepciones alternativas de los estudiantes en la IEM, que se han resumido por Almudí, Zuza y Guisasola (2016) en:

- Su nivel de comprensión de los conceptos básicos de la inducción electromagnética es altamente idiosincrático y dependiente de la terminología utilizada en la vida diaria. Siendo esto cierto, no lo es menos que los modelos mentales de los estudiantes se van volviendo un poco más complejos a medida que el nivel de instrucción es más alto.
- La confusión entre la presencia de líneas de campo que atraviesan el circuito y la variación del flujo magnético en el tiempo a través del circuito. (Galili, 2006; Guisasola, 2010; Thong, 2008).
- Una cantidad apreciable de estudiantes no reconoce el fenómeno de Inducción Electromagnética en fenómenos habitualmente enseñados en el currículo. De hecho, un significativo número de ellos utiliza explicaciones basadas en transmitir fuerza o contacto con el campo. Además, muchos de ellos no distinguen entre el nivel empírico (medidas en voltímetros y amperímetros) y el nivel interpretativo, que usa conceptos tales como campos, fuerza electromotriz, etc. (Loftus, 1996; MengThong y Gungstone, 2008).
- Un número significativo de estudiantes piensa que la mera existencia de un campo magnético produce IEM (Saarelainen y otros, 2007; Guisasola y otros, 2013).
- Algunos estudiantes entienden el flujo magnético como algo que fluye del campo, incluso algunos lo confunden con el campo mismo. La mayoría de ellos utiliza la ley de Faraday de una forma acrítica y sin ningún significado físico (MengThong y Gungstone, 2008; Saarelainen y otros, 2007; Venturini y Albe, 2002).

A raíz de estos problemas identificados en la enseñanza y aprendizaje de la IEM, se observa que la ley de Faraday es fundamentalmente utilizada por los estudiantes como una especie de algoritmo que proporciona, finalmente, la fuerza electromotriz inducida, y en términos generales, los diferentes estudios analizados muestran que la mayoría de los estudiantes no tienen una

comprensión de un modelo de la IEM, ni de la ley de Faraday, Un número significativo de estudiantes no explica los fenómenos sino que los describe o recurre a conocimientos memorísticos presentados de forma incoherente y otra parte significativa de estudiantes desconoce las causas asociadas a la IEM, atribuyéndolas al campo magnético estacionario o a la corriente eléctrica.

1.5 Programa para la Evaluación Internacional de Estudiantes PISA

Chile forma parte de procesos de evaluación internacionales como el Programa para la Evaluación Internacional de Estudiantes (PISA), la cual es administrada por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE). Esta prueba tiene como objetivo medir las competencias de los estudiantes, poniendo más énfasis en la aplicación del conocimiento en la resolución de problemas.

Los estudiantes que rinden la prueba están próximos a finalizar su educación obligatoria. Esta evaluación consta de tres ejes: matemáticas, ciencia y lectura; uno de estos tópicos tiene mayor énfasis que los otros, dependiendo del año de aplicación de la prueba, en particular, el año 2015, tuvo mayor énfasis en ciencias, siendo esta versión la que se analizará y se presentarán sus resultados.

Debido a la naturaleza de la prueba, la evaluación se basa en cómo aplican los conocimientos y habilidades adquiridos para solucionar situaciones problemáticas que estén viviendo de manera inmediata o bien en un futuro cercano. Ésta otorga distintos niveles de desempeño, en los cuales los estudiantes se ubicarán dependiendo del desempeño que éstos obtienen.

A continuación, en la Tabla 1.3 se presenta el desglose de puntajes y las correspondientes habilidades que considera para dicho tramo:

Tabla 1.3. Niveles de desempeño en PISA

Nivel	Límite del marcador inferior	Lo que los estudiantes pueden hacer normalmente en cada nivel de la escala científica
6	707.9	En el nivel 6, los estudiantes identifican, explican y aplican, de manera consistente, el conocimiento científico y el conocimiento sobre la ciencia en una variedad de circunstancias complejas de la vida. Pueden relacionar diferentes fuentes de información y explicaciones, y utilizar la evidencia de estas fuentes para justificar la toma de decisiones. Demuestran clara y consistentemente un pensamiento y razonamiento científicos avanzados, y demuestran la voluntad de utilizar su entendimiento científico a favor de soluciones a problemas científicos y tecnológicos poco comunes para ellos. Los estudiantes en este nivel utilizan el conocimiento científico y desarrollan argumentos a favor de recomendaciones y decisiones para

		resolver situaciones personales, sociales o globales.
5	633.3	En el nivel 5, los estudiantes identifican los componentes científicos de muchas situaciones complejas de la vida y aplican tanto los conceptos científicos como el conocimiento acerca de la ciencia a dichas situaciones, y pueden comparar, seleccionar y evaluar la evidencia científica adecuada para responder a circunstancias específicas de la vida. Los estudiantes en este nivel pueden utilizar capacidades de investigación bien desarrolladas, vincular el conocimiento adecuadamente y aportar percepciones críticas. Construyen explicaciones basadas en la evidencia y argumentos basados en su análisis crítico. Pueden dar explicaciones basados en evidencias y argumentos que surgen del análisis crítico.
4	558.7	En el nivel 4, los estudiantes trabajan con eficacia en situaciones y problemas que pueden involucrar fenómenos explícitos requeridos para hacer deducciones sobre el papel de la ciencia o tecnología. Seleccionan e integran explicaciones de diferentes disciplinas de ciencia o tecnología y vinculan estas explicaciones directamente con los aspectos de la vida cotidiana. Los estudiantes en este nivel reflexionan sobre sus acciones y comunican sus decisiones utilizando el conocimiento y la evidencia científica.
3	484.1	En el nivel 3, los estudiantes identifican claramente los problemas científicos descritos en diversos contextos. Pueden seleccionar hechos y conocimientos para explicar fenómenos y aplicar modelos sencillos o estrategias de investigación. Los estudiantes en este nivel interpretan y utilizan conceptos de distintas disciplinas y los aplican directamente. Desarrollan breves comunicados refiriendo hechos y toman decisiones basadas en el conocimiento científico.
2	409.5	En el nivel 2, los estudiantes tienen un conocimiento científico adecuado para ofrecer explicaciones posibles en contextos que conocen o sacar conclusiones basadas en investigaciones sencillas. Son capaces de razonar directamente e interpretar literalmente los resultados de una investigación científica o la resolución de un problema tecnológico.
1	331.9	En el nivel 1, los estudiantes tienen un conocimiento científico tan limitado que sólo se puede aplicar a pocas situaciones que conocen. Dan explicaciones científicas obvias y parten de evidencia explícita.

Fuente: elaboración propia en base a ScienceCompetenciesforTomorrow'sWorld (PISA, 2006)

La evaluación en sí ubica a los estudiantes en seis niveles de desempeño, siendo el nivel más bajo el correspondiente a estudiantes con un conocimiento limitado, el cual limita su aplicación a diversas situaciones, pero que son capaces de obtener conclusiones a través de evidencia explícita. El nivel más alto comprende a los estudiantes cuyo conocimiento les posibilita aplicarlo a diversas situaciones de la vida y que son capaces de elaborar argumentos, reflexiones acerca de situaciones relacionadas con la ciencia en las cuales se vean involucrados (PISA, 2006).

Los conceptos científicos empleados en la evaluación PISA se relacionan entre sí con la comprensión conceptual requerida para la aplicación de los procedimientos científicos en determinados contextos. Estos conceptos proceden de la biología, la física, la química, las ciencias de la Tierra y el espacio, y la tecnología. Su selección se basa en los criterios de relevancia: utilidad en situaciones de la vida real, duración en el tiempo por su relación con la

ciencia que se prevé importante en el futuro próximo, y adecuación al nivel de desarrollo del alumnado de 15 años.

Los contextos son los marcos concretos donde se presentan las diversas situaciones relacionadas con la ciencia y la tecnología, en las que se aplican las destrezas y los conceptos. Como contexto científico para las preguntas, PISA da preferencia al más cotidiano de la vida real, en vez de los más académicos o las prácticas de laboratorio. Las situaciones del mundo real usadas en las cuestiones de ciencias de los estudios de esta evaluación se refieren a asuntos relevantes desde un punto de vista personal o familiar (cuestiones de alimentación, salud, etc.), social o comunitario (instalación de una central eléctrica o un vertedero industrial, transporte público, etc.) y mundial (calentamiento global del planeta, disminución de la biodiversidad, crecimiento demográfico, etc.). En algunas ocasiones también se recurre a un contexto histórico (evolución del conocimiento científico, influencia de la sociedad en la ciencia y, viceversa, de la ciencia en la sociedad), tecnológico, etc.

La importancia de que Chile participe de estos procesos radica en que así se puede obtener una visión más amplia y sin sesgos del desempeño de los estudiantes en términos de sus competencias y habilidades, no del dominio de contenidos, y por lo tanto poder verificar la eficacia que tienen los distintos organismos involucrados en la formación de personas, como la escuela y el hogar. Esta información es útil cuando se busca que los futuros estudiantes sean personas capaces de intervenir con criterio en el desarrollo social impulsando la presencia de políticas públicas relacionadas con el desarrollo científico y tecnológico (PISA, 2015).

Los principales marcos de trabajo de la alfabetización científica según PISA (2015), se centran en tres áreas. Una de ellas es las competencias, es decir, explicar fenómenos, evaluar y diseñar una investigación científica e interpretar datos y pruebas. Otra es el conocimiento, subdividido en el contenido, procedimental y epistémico. Y finalmente, el de las actitudes, que dice relación con el interés por la ciencia, la valoración de los enfoques científicos para investigar y la conciencia ambiental (PISA, 2015).

Este programa de evaluación considera que la formación científica es un objetivo clave en la educación y debe lograrse durante el período obligatorio de enseñanza, independientemente de que el estudiante continúe estudios científicos o no, ya que la preparación básica en ciencias se relaciona con la capacidad de pensar en un mundo en el que la ciencia y la tecnología influyen en nuestras vidas. Por lo tanto, la formación básica en ciencias es una competencia general necesaria en la vida actual.

Para efectos de evaluación, la definición de alfabetización científica puede caracterizarse por cuatro aspectos interrelacionados, que se describen la Tabla 1.4

Tabla 1.4 Descriptores correspondientes la evaluación de la alfabetización científica.

Contextos	Competencias	Conceptos	Actitudes
Cuestiones personales, locales, nacionales y globales, tanto actuales como históricos, que exigen una cierta comprensión de la ciencia y la tecnología.	La capacidad de explicar fenómenos científicamente, evaluar y diseñar la investigación científica e interpretar los datos y pruebas científicamente.	Una comprensión de los principales hechos, conceptos y teorías explicativas que constituyen la base del conocimiento científico. Tal conocimiento incluye el conocimiento del mundo natural y de artefactos tecnológicos (conocimiento del contenido), el conocimiento de cómo se producen tales ideas (conocimiento procedimental) y una comprensión de los fundamentos y la justificación de su uso (conocimiento epistémico).	Un conjunto de actitudes hacia la ciencia indica un interés en la ciencia y la tecnología; valoración de enfoques científicos para investigar donde sea apropiado, y la percepción y la conciencia de cuestiones ambientales.

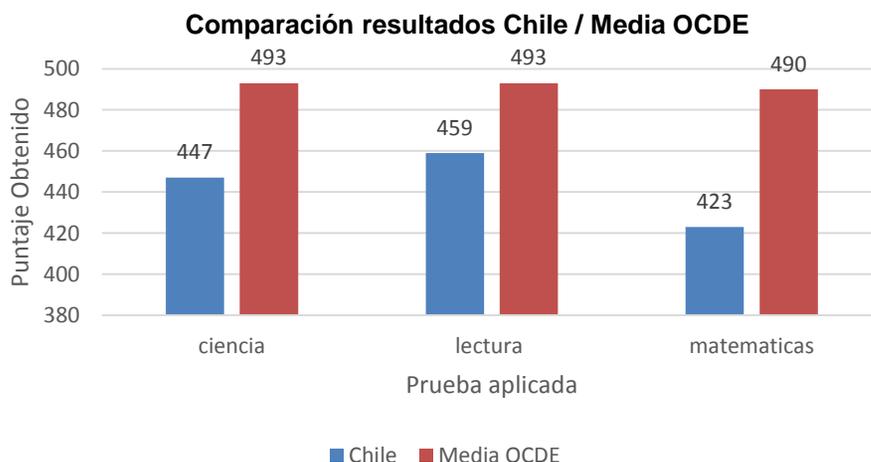
Fuente: elaboración propia en base a PISA (2015)

En base a estos descriptores se elabora la evaluación. Tal como señala la Tabla 1.4, las preguntas planteadas deben elaborarse para que los estudiantes sean capaces de utilizar el conocimiento en ciencias, en ciertos contextos de la vida cotidiana, con el fin de dar ciertas explicaciones, e identificar lo que saben de ciencias en estas aplicaciones, mostrando un interés por esta área, además de otras actitudes, transversales a lo que son el conocimiento en general.

- **Niveles de desempeño en PISA de ciencias en Chile**

El desempeño de los estudiantes chilenos respecto a la media de la OCDE lo podemos visualizar en el siguiente Gráfico 1.1:

Gráfico 1.1 Comparación resultados promedio de Chile con la media de la OCDE en la prueba de ciencias

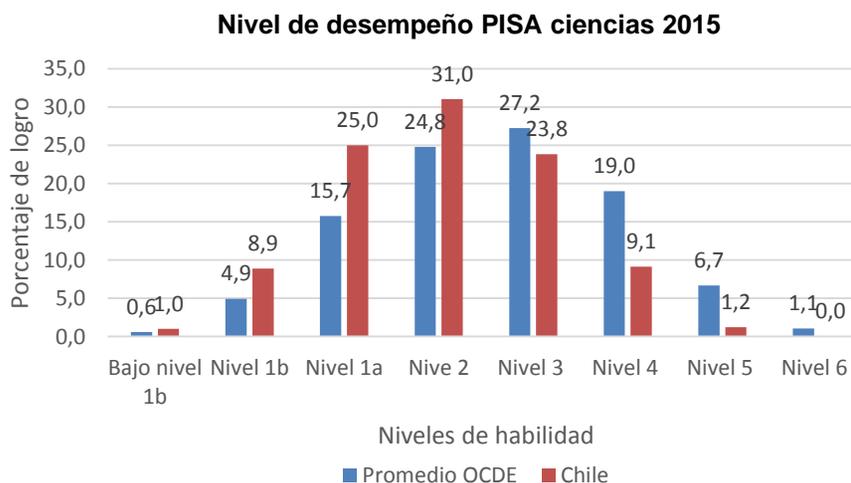


Fuente: elaboración propia en base a resultados clave PISA 2015 (OCDE 2016)

Del gráfico anterior se aprecia claramente que Chile no alcanza los niveles de desempeño promedios de la OCDE, lo que indica la desventaja en la que se encuentran los estudiantes chilenos al utilizar y/o aplicar sus habilidades, comparados con los demás países participantes del proceso y miembros de la OCDE. En particular, se evidencia una diferencia de 46 puntos en la prueba de ciencia.

A continuación en el Gráfico 1.2 se muestra una comparación entre Chile y el promedio OCDE, del porcentaje de estudiantes que se encuentran en los diferentes niveles de habilidad en ciencia que la prueba categoriza.

Gráfico 1.2 Nivel de desempeño según competencias en ciencias en PISA 2015



Fuente: elaboración propia en base a resultados clave PISA 2015 (OCDE 2016)

A partir del gráfico se observa que Chile se encuentra por sobre el promedio OCDE en los niveles más bajos, o sea niveles 1 y 2, concentrándose alrededor del 64% de los estudiantes chilenos en la parte más baja, y solo un 30% en los niveles 3 y superiores.

Tal y como se muestra en la información anterior, los estudiantes chilenos no se encuentran en el mejor nivel de logros, por lo que es imprescindible nuestro país se haga partícipe de estos procesos con el fin de mejorar, así como también tomar acciones para mejorar las habilidades que nuestros estudiantes poseen respecto al conocimiento científico, siendo una de las principales competencias a desarrollar la argumentación en ciencias.

De acuerdo a las problemáticas detectadas en los estudiantes chilenos en la prueba PISA, se suma además un estudio realizado por la Universidad de Harvard, el cual analizó un libro publicado en el año 2016, llamado “Teaching and Learning for the XXI Century”, y que afirma que los estudiantes de Chile sólo están desarrollando habilidades del tipo cognitivas, y están dejando de lado lo que son las habilidades de tipo social y personales. Este desequilibrio se debe a la relevancia que tiene la adquisición de habilidades básicas de lectura, escritura y matemáticas, y mucho menos a las personales.

Según lo que señala el estudio, se necesita desarrollar habilidades en los tres ámbitos, debido a que pruebas como PISA incluyen la evaluación de estas capacidades, más allá de la adquisición de conocimientos, es decir, desarrollar habilidades como lo son la argumentación en ciencias, que les permita rendir eficientemente pruebas estandarizadas a nivel mundial y que también les ayude a comprender los fenómenos que los rodean.

1.6 Investigación previa en museo de ciencias

En base a una investigación realizada por Etchegaray, Ramírez y Serrano (2016) en el Museo de Ciencia y Tecnología (MUCYTEC), bajo el contexto de la asignatura de Metodología de Investigación, se dio a conocer que efectivamente los estudiantes de enseñanza media mejoran sus actitudes hacia las ciencias al visitar esta dependencia.

La investigación realizada nos permitió dar respuesta respecto a qué rol juega la visita al museo específicamente en el desarrollo de la actitud hacia la ciencia en los estudiantes de enseñanza media. Debido al notorio aumento de la media aritmética de las valoraciones hacia las ciencias en la dimensión afectiva posteriormente a la visita, en conjunto con la evidencia que las valoraciones negativas hacia la ciencia en esta misma dimensión disminuyen a cero luego de ella, establecemos que el museo sí favorece el desarrollo de una actitud positiva hacia la ciencia en su dimensión afectiva en los estudiantes de enseñanza media. Adicionalmente, se pudo

concluir que el museo permite impactar en la posición que tienen los estudiantes acerca de las ciencias, disminuyendo las percepciones neutrales de los encuestados acerca de ellas.

Según lo anterior, el museo sí incide en las actitudes de los estudiantes, y con la aplicación de los tests podemos hacernos una idea general. En primera instancia, se da una actitud un tanto dudosa acerca de la ciencia, pero con rasgos positivos en general, junto con poca presencia de valoraciones negativas. Luego de la visita, se pudo establecer que la actitud por parte de los estudiantes es de carácter favorable, con poca presencia de elementos de carácter neutral, mientras que las valoraciones negativas siguen siendo casos puntuales.

La hipótesis que sustentó esta investigación acerca del desarrollo favorable de la actitud se ve confirmada, pero acotada a la dimensión afectiva, ya que dado el análisis hecho de los datos podemos notar que el museo sí generó un cambio, orientado a indicadores positivos. Son los mismos estudiantes quienes mencionan elementos que se trabajan en el marco teórico acerca de los museos, tales como la referencia a que es un espacio de entretenimiento, o que despierta el interés frente a temas nuevos.

Por tanto, estableciendo la comparativa, los estudiantes al salir del museo han tornado su actitud más favorable hacia la ciencia en relación a cuando ellos habían ingresado, además de alcanzar mayores grados de interés y acuerdo, según lo medido en los tests aplicados.

A partir de esta investigación previa, habiendo establecido los aportes que tiene un museo de ciencias en el desarrollo de las actitudes que tienen los estudiantes hacia las ciencias, desarrollaremos en este seminario una secuencia didáctica que utilice al museo de ciencias como un complemento al trabajo realizado en el aula, específicamente para la enseñanza de la inducción electromagnética en estudiantes de cuarto año de enseñanza media. A continuación, se presentan los objetivos que se esperan lograr con la creación de esta secuencia didáctica.

1.7 Objetivos

En relación a los antecedentes ya presentados, es decir, tomando en cuenta subutilización pedagógica que se da a los museos, considerando los diferentes problemas que se han identificado en los estudiantes acerca del aprendizaje de la Inducción Electromagnética, junto con lo detectado en el currículum nacional y al revisar los bajos resultados que los estudiantes chilenos obtienen en la prueba PISA de ciencias, es que se plantean los siguientes objetivos.

1.7.1 Objetivo General:

Elaborar y validar una propuesta didáctica que aborde las problemáticas en el aprendizaje de la Inducción Electromagnética, permitiendo el desarrollo de habilidades sociales y científicas, a través de la metodología de la modelización, que permita un apropiado uso del museo, para ser aplicada a estudiantes de cuarto año de enseñanza media.

1.7.2 Objetivos Específicos:

- Determinar la potencialidad de los stands de las salas de electromagnetismo y energía del MIM, para articular estos recursos con los requisitos ministeriales sobre el aprendizaje de la inducción electromagnética, con el fin de elaborar una guía modelizadora.
- Diseñar y planificar actividades que permitan el aprendizaje de la IEM a través de la articulación del trabajo en aula y en el museo.
- Confeccionar las actividades de aprendizaje en torno al concepto de flujo magnético y del desarrollo de la argumentación.
- Proponer instrumentos de evaluación que permitan a los docentes evaluar el trabajo realizado por los estudiantes durante la implementación de la propuesta.
- Validar la propuesta didáctica a través de la opinión de expertos.

Capítulo 2

Marco Teórico

A continuación se detallan los sustentos teóricos que permitirán construir la propuesta didáctica de este Seminario de Grado, y una explicación general del instrumento que, en una posible implementación, el profesor utilizaría para evaluar el trabajo de síntesis acerca de la Inducción Electromagnética.

2.1 Propuesta metodológica en el museo de ciencias

Una visita a un centro de ciencias debe cumplir con ciertos parámetros, para que pueda ser un complemento a la labor realizada en la sala de clases, y que ambas, en conjunto, puedan cumplir con los objetivos propuestos, para que los estudiantes adquieran la posibilidad de evaluar las implicancias que involucra el desarrollo científico y tecnológico, además de fortalecer la competencia científica de la argumentación, el poder explicar el fenómeno en estudio, aplicando el conocimiento científico adecuado y que sean capaces de resolver problemas con este conocimiento.

Dentro de las consideraciones relevantes para que la visita sea significativa es que éstas deben ser bien organizadas y bien diseñadas, con actividades para realizar durante las mismas, pero planteando también actividades previas y posteriores para el aula en relación con el currículum, pueden aumentar considerablemente la motivación y el aprendizaje de los estudiantes (Anderson y otros, 2000; Davidson y otros, 2010; Osborne y Dillon, 2007, citados en Morentin y Guisasola, 2014, p.365).

Para el diseño de una secuencia didáctica, utilizando el museo como un espacio de educación no formal, la propuesta de Morentin y Guisasola (2014) la denominan *visitas centradas en el aprendizaje* (modelo VCA). Este modelo debe cumplir con ciertos principios que se detallan a continuación:

1. Integrar el aprendizaje de la escuela en la visita al museo: Se debe prestar especial atención al propio contexto escolar (currículo, horarios, problemas organizativos, etc.) donde el profesorado desarrolla su labor habitual, principalmente cuando se piensa en recursos de apoyo que integren la visita en el aprendizaje de la escuela. Como indican DeWitt y Hohenstein (2010), citados en Morentin y Guisasola (2014), deben situar la visita al museo dentro de una o de varias unidades didácticas contribuye a marcar unos objetivos concretos de aprendizaje que relacionen ambos contextos, e implica que los

profesores deberán conocer bien la oferta del museo para poderla adecuar a su grupo y sus necesidades.

2. Estructurar las actividades de la visita para facilitar el aprendizaje del alumnado: Planificar la visita con actividades previas favorece una predisposición favorable del visitante y esta variable es mucho más importante en el caso de los escolares que suelen acceder al museo sobre todo para divertirse. Durante la visita, los módulos interactivos estimulan y facilitan el aprendizaje, pero tiene que haber un punto de contacto entre los contenidos de la exhibición y las ideas del escolar, para que se produzca algún aprendizaje cognitivo. Además, existen evidencias de que las actividades post-visita son un recurso didáctico imprescindible para fomentar el aprendizaje en relación al currículum escolar (DeWitt, 2012, citado en Morentin y Guisasola, 2014, p.365).
3. Desarrollar estrategias de enseñanza que se puedan adaptar al contexto no formal del museo de ciencias: la ideología dominante que ha guiado la práctica educativa en los contextos no formales ha sido el constructivismo y desde ese punto de vista, las situaciones de aprendizaje constructivista serían las basadas en reconocer que para aprender es necesaria la participación activa del aprendiz, y reconocer que las conclusiones que obtenga no deben ser validadas con la concepción estándar de verdad externa, sino que serán válidas si tienen sentido dentro de la realidad construida por el propio estudiante. En este sentido, varios autores (Rennie y Johnston, 2004; Anderson y otros, 2003, citados en Morentin y Guisasola, 2014, p.365) indican que los museos pueden ser los entornos perfectos para poner en práctica estrategias de enseñanza basadas en la teoría constructivista y facilitar un aprendizaje significativo.

Otro aspecto relevante que Guisasola (2007) señala es que para el diseño es necesario definir explícitamente los objetivos de aprendizaje actitudinales, procedimentales y conceptuales para diseñar materiales didácticos que vayan más allá de las tradicionales visitas escolares a los museos de ciencias, es decir, se debe poner especial énfasis en cuestiones relacionadas con el enfoque CTSA y en las características contemporáneas de la naturaleza de la ciencia y la tecnología.

Como parte de la metodología a utilizar en un museo de ciencias, se considera la perspectiva sociocultural, basada en los trabajos de Vygotsky. Desde allí se reconoce que existe una zona de desarrollo próximo que actúa como una región de interacción entre el individuo, el colectivo y los artefactos que son parte de su entorno. En este sentido, se pone énfasis en el papel del diálogo y la construcción conjunta de conocimiento, en el caso específico del museo, entre el grupo que visita el centro y las temáticas que proponen los objetos interactivos. Las

investigaciones en museos que usan esta perspectiva presuponen que el lenguaje es un medio de negociación para la enseñanza-aprendizaje. Por tanto, autores como Allen (2002), Ash (2003) y Marandino (2007), citados en Aguirre (2013, p.42) afirman que es relevante analizar el tipo de conversaciones que el público tiene durante la visita, con el fin de dar cuenta de cómo las expresiones verbales de identificación, de pensamiento, de acción y de sentimiento son evidencia de que el aprendizaje está sucediendo.

Fernández (2015) señala que es importante considerar que llevar a los alumnos a divertirse al museo puede conseguir un efecto contrario al deseado, es decir, reforzar la sensación de que el aprendizaje en el aula es por naturaleza aburrido, y que al museo se va sólo para divertirse, dando en cualquier caso una imagen falsa de la ciencia, lo que este autor denomina *ciencia divertida*, y que además puede convertir a la ciencia en un circo lo que ha provocado grandes problemas que conllevaron a los científicos profesionales a no participar en actividades divulgativas (Fernández, 2015).

Debido a que se considera a la ciencia como una construcción humana y que constantemente cambia, y que está relacionada con la cultura general, y específicamente con la cultura de los visitantes, es que la ciencia debiera ser un relato, por lo que hay que convertir el lenguaje científico en una narración que vincule los conceptos con las experiencias culturales personales. Se debe plantear el inicio de la actividad con la narración de un relato con el uso de diferentes lenguajes, y esto ayudará a establecer un vínculo emocional. Así también, los objetos simulan fenómenos de la naturaleza, por lo que requieren de tratamientos didácticos que los resitúen y que los vinculen, a la cultura, lo que se logra dialogando con otras disciplinas. La ciencia puede ser el eje conceptual del tema que se trabaja, pero en diálogo de tú a tú con los otros lenguajes, y así, la exposición se convierte en el campo donde en pequeños grupos, los alumnos van a buscar los datos de interés, donde observan la naturaleza, donde se producen los momentos más emocionantes de contacto con el objeto o el fenómeno. Cuando se trabaja en la sala de clases, después de la visita, el proceso anterior les permite analizar los datos tomados en la exposición, compartir con sus pares las ideas que les acuden a la mente y elaborar así los resultados de sus pesquisas que comunicarán al resto de compañeros de la clase (o del grupo familiar). El trabajo es en conjunto, porque lo importante no es haber pasado por los mismos itinerarios físicos, sino haber recorrido el mismo itinerario intelectual y elaborar conjuntamente el nuevo conocimiento (Fernández, 2015).

- **Rol del profesor en el desarrollo de una secuencia didáctica**

Tal como señala Guisasola (2010), lo primordial en una visita es que el profesor prepare la visita antes de que ésta sea realizada. Esto implica diseñar una secuencia didáctica acorde al modelo VCA, y considerar los objetivos a lograr, el tiempo destinado para la visita, qué metodología se utilizará al momento de diseñar la secuencia didáctica, por lo que este autor sugiere la posibilidad de que siempre el profesor visite el museo antes, para planificar de manera adecuada su concurrencia al centro. Esta es una manera de que él se implique activamente en el proceso a través de estrategias de aprendizaje, las que implican guiar en todo momento el proceso de aprendizaje, animar a buscar información dentro del museo, orientarlos y hacerlos trabajar en grupos y diseñar actividades pre, durante y post visita.

Por otro lado, Fernández (2015) señala que como el docente debe enlazar con su currículum escolar el contenido a revisar durante la visita, debiese realizar una dinámica final de la actividad en la cual los participantes deben poner en juego los cambios que hayan sucedido a lo largo de la actividad en su mente, y si cambió su percepción de la realidad desde que empezaron. Con esto se pone a prueba lo que es el lenguaje y el diálogo disciplinar y el propósito es evidenciar si se consigue o no lo planificado, y de una forma atractiva para los alumnos. Además, la visita al museo, debe durar lo máximo que sea posible. Debe ser lo más relajada posible y que el profesor se comporte como un verdadero educador para lograr generar una visita atractiva y de aprendizaje.

La secuencia didáctica va a utilizar al museo como un espacio de educación no formal, por lo tanto a continuación se señala por qué el museo es el complemento de la enseñanza formal, es decir, de la escuela, y no algo que reemplaza a otros espacios de educación como lo son el laboratorio.

2.1.1 El museo como un laboratorio

Tanto el museo, el laboratorio así como cualquier espacio de educación no formal e informal, contribuyen ampliamente en lo que el estudiante requiere para vivir la experiencia real de los fenómenos científicos a través de la interacción sensorial (Ramey-Gassert, L 1994, citado en Aguirre 2013).

Debido a que las experiencias de aprendizaje no formal han pasado a ocupar un lugar importante en la educación científica de la población en general, los museos de ciencias han resultado excelentes laboratorios para hacer investigaciones acerca del aprendizaje en este

campo y, en particular, han prestado un gran apoyo a las investigaciones sobre concepciones alternativas en distintas disciplinas (Guisasola y otros, 2006, citado en Aguirre 2013). El museo pone a disposición de las escuelas objetos y equipos que no son accesibles en el ambiente escolar, y que pueden complementar al mismo laboratorio que posea el colegio, y juntos, dan la oportunidad de que se expresen diferentes estilos de aprendizaje, pero, fundamentalmente, proveer de oportunidades de aprender en diferentes contextos educativos.

Hoy en día, la propuesta de la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias radica en que los maestros promuevan el aprendizaje a partir de la investigación y de la observación de lo cotidiano de sus contextos (la casa, la escuela, el barrio), que los estudiantes reconozcan las situaciones problemáticas de sus entornos y que, a través de esas situaciones, puedan relacionar los temas que les propone la escuela, lanzar hipótesis y encontrar alternativas en torno a lo que ocurre en su institución, su ciudad o el país. Una manera de lograrlo es identificar, en diversos espacios de educación la posibilidad de realizar tales procesos, y la utilización complementaria de laboratorios y museos es la clave.

No se trata de considerar al laboratorio mejor que el museo, sino que, tal como lo señala Guisasola (2007) el museo es un laboratorio, ya que ellos asisten para practicar lo que aprenden en la educación formal. La diferencia radica en que los propios módulos y expositores proporcionan oportunidades a los estudiantes para recopilar datos en formas diferentes a las que se llevan a cabo en un laboratorio escolar, pero la función de éstos no deja de ser importante y complementaria, es decir, en ambos los estudiantes pueden realizar observaciones detalladas, comparaciones y descifrar patrones de datos. Tal como señala Guisasola (2005), y respecto a lo anterior, ellos pueden contrastar sus suposiciones y teorías mediante la observación directa. Los procesos de aprendizaje de un museo usado como un laboratorio incorpora la idea de establecer relaciones de ideas, poder comunicarlas y contrastarlas con preguntas relacionadas con las experiencias, por lo que se torna fundamental lo que va a ser la planificación del proceso, sea cual sea el contexto a utilizar.

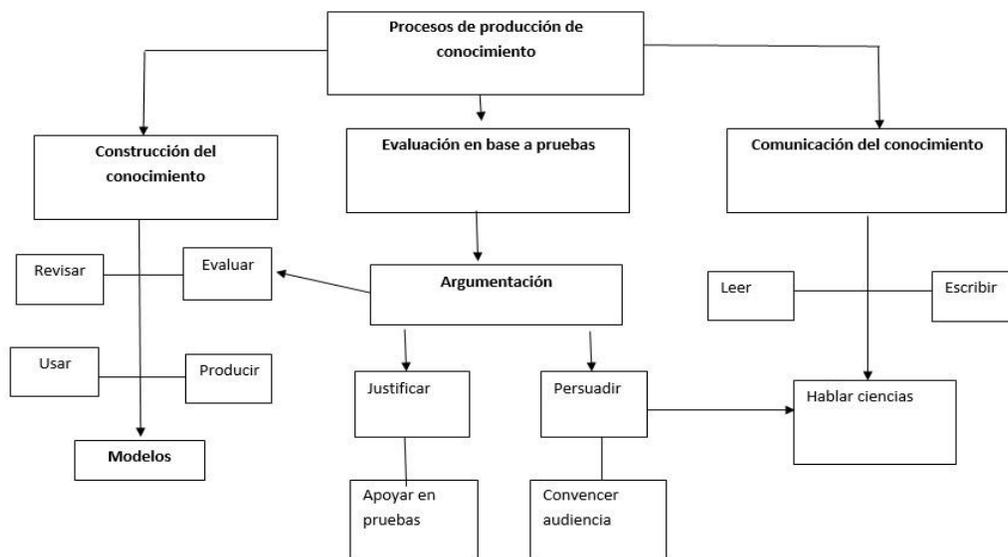
Según Guisasola (2010), este proceso está completamente asociado a la metodología que el docente escoja para llevar a cabo el proceso. Tal como se señala en el apartado 2.1 es necesaria la planificación de una visita al museo, así como lo es a un laboratorio. Así como también es importante el trabajo que guíe el profesional a cargo para que tanto en el laboratorio como en el museo el objetivo de aprendizaje se cumpla.

2.2 Prácticas científicas

Una propuesta acerca del aprendizaje sobre la naturaleza de las ciencias, es crear las condiciones para que el alumnado participe en las denominadas prácticas científicas y generar espacios donde reflexionen sobre su significado (Jiménez Alexandre, 2010, citado en Garrido, 2016). Esta idea de las “prácticas”, según Osborne (2014), ha surgido del trabajo de los historiadores de la ciencia, filósofos, científicos cognitivos y sociólogos durante los últimos 40 años. Así, esto implicaría ver la ciencia como una comunidad de profesionales implicados en prácticas específicas y consensuadas. En este contexto, el término “prácticas” se utiliza en reemplazo de usar un término como "habilidades" o "procedimientos", esto para hacer énfasis en que la participación en la investigación científica requiere de la asociación tanto de conocimientos como de habilidades de manera simultánea.

Se considera que el enfoque más importante es el conocimiento en acción, en coherencia con las perspectivas socioculturales sobre el aprendizaje. Kelly (2013), citado en Garrido (2016), define las prácticas científicas o también llamadas epistémicas, como una forma específica en que miembros de una comunidad proponen, justifican, evalúan y legitiman enunciados de conocimiento en un marco disciplinar. Otros autores han puesto de manifiesto que diferentes grupos de filósofos y de psicólogos por separado han llegado a conclusiones similares, sugiriendo que el razonamiento científico tiene tres esferas de actividad: la experimentación, la generación de hipótesis y la evaluación de pruebas (Osborne, 2014).

Figura 2.1. Prácticas científicas de producción del conocimiento



Fuente: elaboración propia en base a participar en prácticas científicas (Crujeiras, B. y Jiménez, M., 2012)

Según Jiménez-Aleixandre (2012), citados en Garrido (2016), un aspecto relevante de participar en las ciencias es aprender las prácticas epistémicas asociadas con la producción, comunicación y evaluación del conocimiento. De acuerdo a la Figura 2.1 una práctica científica, puede referirse a construir conocimiento, que requiere de evaluar, producir, utilizar y revisar modelos. También puede referirse a evaluar en base a pruebas que, tanto acá como en la construcción de conocimientos, la argumentación es clave para el desarrollo de estos procesos, ya que en la primera se necesita consensuar ciertas ideas a través de la discusión entre los participantes, y en la segunda es necesario justificar, persuadir, complementar con ciertas pruebas y lograr convencer de un fenómeno a quienes están aprendiendo. Finalmente, una práctica científica también puede referirse a comunicar el conocimiento, que implica ciertos procesos de lectura y escritura que les permita a quienes aprenden poder hablar de ciencias. Vemos que estas tres posibles formas de generar conocimiento necesariamente son prácticas sociales y se han resumido en términos del desarrollo de competencias científicas. Tal como señalan Jiménez y Puig (2012), se pueden considerar tres tipos de competencias científicas que conllevan a la participación en estas prácticas. Estas corresponden a:

- Prácticas indagatorias, que dicen relación con producir y evaluar conocimiento.
- Prácticas modelizadoras, que implican construir y revisar modelos de un fenómeno, además de comunicar.
- Prácticas evaluativas, donde se califica el conocimiento en base a la argumentación y la comunicación.

En relación con Osborne (2014) es importante entender cómo funciona realmente la actividad científica para entender en qué puede ayudar para la enseñanza de las ciencias. Así, habitualmente, la ciencia comienza con una pregunta sobre cómo es la naturaleza. Por tanto, una de las prácticas clave de los científicos es hacer preguntas. La indagación juega un rol central en esta fase de generación del conocimiento científico (Schwarz y Gwekwerere, 2007, citado en Garrido 2016, p.12), donde se lleva a cabo una investigación en el mundo natural o se observa el funcionamiento de éste para intentar responder a las preguntas propuestas, y las observaciones realizadas generan una pregunta causal, tal como *¿por qué pasa?*, que activa la imaginación creativa los científicos, la construcción de modelos y la producción de hipótesis explicativas. Estas acciones forman parte de las prácticas modelizadoras. Por último, estas ideas teóricas deben ponerse a prueba, para intentar responder a la pregunta *¿cómo lo sabemos?*. Así nuevamente, aparece la argumentación como jugando un papel clave en la construcción de explicaciones, modelos y teorías, ya que los científicos utilizan argumentos para relacionar las pruebas (seleccionadas de los datos obtenidos) con las afirmaciones teóricas a las que llegan (modelos construidos) (SibelÉrdidas y Jiménez-Aleixandre, 2007, citados en

Garrido 2016). De acuerdo con la mayoría de autores, sin embargo, las tres dimensiones clave de la actividad científica mencionada, es decir, la modelización, la indagación y la argumentación, son interdependientes.

Aunque cada una requiere de diferentes estrategias y habilidades, las tres dimensiones están totalmente interconectadas. De hecho, los científicos se mueven fácilmente de una a otra, o participan en dos o incluso las tres actividades a la vez. Por ejemplo, el planteamiento de las preguntas iniciales, el diseño de experimentos y la selección de unas pruebas y no otras (propias de la indagación) viene determinado por las ideas teóricas que se tienen (mundo teórico). Por otro lado, la construcción y evaluación de modelos (modelización) se hace a la luz de los datos obtenidos de la naturaleza (mundo real), y la evaluación del grado de ajuste entre datos y modelos para la construcción de argumentos (argumentación) se hace constantemente cuando indagamos y modelizamos, y de hecho es lo que activa nuevos ciclos de indagación y modelización científica.

Es por esto que el énfasis de las prácticas científicas está en hacer participar a los estudiantes de las actividades cognitivas, discursivas y sociales de la ciencia con el objetivo de desarrollar una manera de hacer, razonar y hablar propia de la ciencia (Kelly y Chen, 1999, citado en Garrido, 2016). Es decir, para desarrollar un conocimiento conceptual, procedimental y epistémico de la ciencia.

Las prácticas científicas como marco metodológico o enfoque didáctico considera que este tipo de contenido, tan profundo y que además involucra conocimientos conceptuales, procedimentales y epistémicos, sólo se puede aprender participando de estas prácticas. Desde esta perspectiva, la enseñanza conceptual o de ideas teóricas no puede ir desligado de las prácticas científicas, en primer lugar porque los dos son objetivos didácticos por sí mismos, pero sobre todo porque sólo participando de una práctica científica genuina podrán los alumnos ir construyendo los conocimientos científicos que queremos que aprendan, y no simplemente ser receptores pasivos del conocimiento científico consensuado.

Desde el punto de vista didáctico, para el diseño de una secuencia didáctica, es importante introducir la práctica científica escolar en el aula, y en otros tipos de contextos educativos, donde la modelización podría jugar un papel clave. Al usar, por ejemplo, la modelización, se debe escoger que el objetivo principal sea aprender modelos en concreto, y considerar que la forma correcta de aprender es con una instrucción basada en esta práctica científica, pero que sea capaz de incorporar a las otras prácticas.

No obstante, investigaciones han concluido que algunos profesores no esperan que los estudiantes sean capaces de aprender la base teórica de un fenómeno con este tipo de prácticas científicas. Autores como Millar y Abrahams (2008) señalan que aprender ciencias implica una interacción entre la observación y las ideas teóricas, entonces es importante el vínculo que se genere entre estos dos conceptos. Se debe mejorar la idea de que observar un objeto no implica hacerlo solo para recordar sus características. En consecuencia, si el profesor no genera una buena introducción y no guía el proceso, considerando la importancia de que los estudiantes desarrollen una comprensión del modelo y del sustento teórico, entonces el aprendizaje del fenómeno se distorsiona.

2.2.1 Modelos y modelización

Usando la definición propuesta por Clement (2000) citado en Acher (2014), definiremos un modelo como representaciones que, solo cuando se utilizan para interpretar fenómenos naturales, conllevan diferentes componentes explicativos y aspectos de mecanismos causales normalmente invisibles. Se utilizan modelos como herramientas de razonamiento y organizativa de la interpretación fenomenológica (Acher, Arcà y Sanmartí, 2007; Passmore, SvobodaGouvea y Giere, 2014, citados en Acher, 2014). Acher (2014) señala que el valor educativo de este tipo de modelos radica en promover la capacidad de organizar y promover las ideas que expresan los estudiantes acerca de fenómenos naturales, así como la de debatir y alcanzar consenso sobre estas ideas representadas mientras buscan dar sentido a los fenómenos que tienen entre manos. Además, se define un modelo conceptual como representaciones externas, compartidas por una determinada comunidad y consistentes con el conocimiento científico que esa comunidad posee. Estas representaciones externas pueden materializarse en forma de formulaciones matemáticas, verbales o pictóricas, de analogías o de artefactos materiales Moreira (2002). Estos tipos de modelos exigen pensar qué constructos teóricos con capacidad de explicar un amplio rango de fenómenos pueden ser claves para construir las ideas científicas a largo plazo (Gilbert, 2004, citado en Acher, 2014). Las ideas de los estudiantes acerca de las causas que explican fenómenos científicos están normalmente “en vías de desarrollo” (Russ y otros, 2008, citados en Acher, 2014). Este autor también destaca que en ciertas ocasiones, estas ideas son consistentes con sus percepciones de la experiencia cotidiana, pero lo relevante es no considerar estos modelos como entidades estáticas llenas de imperfecciones, sino como entidades dinámicas con las que los estudiantes tienen la posibilidad tanto de explicitar y reflexionar acerca de sus experiencias o la evidencia que puedan obtener, como la de relacionar esas experiencias con posibles mecanismos explicativos e información científica adicional. De esta forma, los estudiantes pueden transitar gradualmente hacia niveles

explicativos más complejos y aventurar predicciones acerca del comportamiento de fenómenos naturales que buscan interpretar.

Desde la perspectiva de la enseñanza y el aprendizaje en las ciencias es importante reconocer que una estrategia de producción de conocimiento es la modelización del saber, a través del planteamiento de estos modelos antes definidos, los cuales proporcionan una serie de características propias desde el conocimiento y sus diferentes formas de acercamiento a dicho saber. Que los estudiantes participen de este tipo de prácticas los ayuda no solo a comprender ideas centrales de distintas disciplinas científicas, sino también a obtener experiencias de cómo construir y evaluar estas ideas.

Schwarz (2009), citada en Acher, (2014) define a la modelización como un enfoque instruccional en el que los estudiantes participan en la investigación científica en la creación, evaluación y revisión de modelos científicos que puedan aplicarse para entender y predecir el mundo natural. Así también ella señala que los procesos de modelización científica incluyen dos dimensiones que relaciona lo teórico con lo práctico, es decir, son herramientas que permiten *predecir* y *explicar* los eventos que suceden al interior de un fenómeno. Ahora bien, un modelo científico puede ser definido como una representación de las explicaciones de los fenómenos a luz del desarrollo de los procesos de enseñanza y aprendizaje de una ciencia, en donde se pueden evaluar las necesidades y las construcciones realizadas por los estudiantes.

En este contexto, Acher (2007), citado en Céspedes (2015), afirma que la modelización es un proceso que permite el uso de experiencias y percepciones previas sobre el fenómeno estudiado, así mismo, establecer comparaciones que proporcionan un esquema de generalización del contexto, el cual busca consolidar y contrastar un determinado modelo a través de la generación de preguntas consideradas como el eje central de la explicación del fenómeno.

La modelización se puede considerar como el eje central de los procesos de enseñanza y aprendizaje de una disciplina, que establece las características de contexto de un fenómeno y su posterior análisis, detallando los elementos esenciales para la interpretación de su ocurrencia.

Schwarz y otros (2009), citados en Acher (2014) ha señalado que existen cuatro elementos centrales para operacionalizar las prácticas de modelización y considera que el nivel de complejidad de los elementos aumenta gradualmente:

- *Construir* modelos consistentes con evidencia admisible y teorías sobre cómo ilustrar, explicar y predecir fenómenos.
- *Utilizar* modelos para ilustrar, explicar y predecir fenómenos.
- Comparar y *evaluar* la capacidad de diferentes modelos tanto para representar adecuadamente y capturar patrones en fenómenos como para predecir nuevos fenómenos.
- *Revisar* modelos de manera que se incremente su potencial explicativo o predictivo, considerando pruebas adicionales o nuevos aspectos en los mismos fenómenos o en otros similares.

Se puede comenzar con una pregunta y un modelo inicial que se está probando, y estas cuatro labores centrales no necesariamente implican pasos de una secuencia didáctica fija a seguir, sino más bien constituyen la forma en que se organizan tanto los objetivos como los criterios que guían el aprendizaje.

No obstante, para facilitar el diseño de una secuencia didáctica utilizando la metodología de la modelización, seguiremos las siguientes etapas que a continuación se describen propuestas por Garrido (2016):

- 1.- Sentir la necesidad del modelo: se presenta un fenómeno a explorar, contextualizado con alguna situación que tenga sentido para los estudiantes. En grupos y a partir de alguna pregunta, los estudiantes discuten y realizan sus primeras predicciones oralmente.
- 2.- Expresar el modelo inicial: a partir de una pregunta se demanda la expresión explícita del modelo inicial de los estudiantes, a través de sus primeras explicaciones, hipótesis o elaboración de dibujos en forma individual.
- 3.- Evaluar el modelo: los estudiantes ponen a prueba el modelo en forma empírica. Exploran nuevos fenómenos, facilitando la obtención de pruebas que les permitan cuestionar sus ideas expresadas anteriormente.
- 4.- Revisar el modelo: se generaliza y/o aportan nuevos puntos de vista para que el estudiante mejore aspectos inadecuados del modelo. Se favorece la discusión en grupos de trabajo.
- 5.- Expresar/Consensuar un modelo final: se facilita la estructuración de las ideas en un modelo final consensuado entre pares.
- 6.- Utilizar el modelo para predecir o explicar un nuevo fenómeno: se promueve la transferencia para aplicar el modelo a nuevas situaciones.

Acher (2014) señala que la participación de los estudiantes en prácticas de modelización que involucran la búsqueda de consenso y la generalización de sus propios modelos responde a

una intencionalidad didáctica de construir criterios con los cuales revisar los modelos desarrollados y comenzar a entender cuáles funcionan mejor para explicar fenómenos naturales similares. Ser capaces de distinguir las tareas de modelización que se busca promover gradualmente no implica entonces seguir pasos en una secuencia estricta. Las tareas constituyen más bien una base para promover la práctica de modelización en el aula, examinarla y desarrollar soluciones creativas con las cuales involucrar de forma gradual a los estudiantes, en lo posible, a lo largo de varios años dentro del sistema escolar.

Entender cómo y por qué se usan modelos, así como el potencial y las limitaciones de esos modelos, puede ayudar a los estudiantes a construir y evaluar los modelos propios y los de sus compañeros, maestros o expertos (Schwarz y otros, 2009, citados en Acher, 2014). Además, incluye un enfoque en la comprensión de la naturaleza y de que la investigación está centrada en el modelo, para ayudar a los estudiantes a entender que si la investigación centrada en el modelo es porque corresponde a un proceso dinámico que implica revisar iterativamente los modelos para ser coherente con la teoría y la evidencia y que los modelos pueden ser usados para predecir y explicar varios fenómenos en el mundo natural (Schwarz y White, 2005, citados en Acher, 2014)

Según Acher (2014) el desafío de facilitar una práctica de modelización reflexiva incluye promover normas que les permitan a los estudiantes ejercitar, de manera más o menos explícita, criterios epistemológicos acerca de sus modelos mientras los desarrollan (como el de justificar acuerdos de los aspectos fenomenológicos a representar mientras alcanzan un consenso sobre el modelo que explica mejor entre aquellos que ya han construido).

Tal como exponen Schwarz y otros (2008) citados en Acher (2014), es importante lograr un cambio respecto a cómo implementar y utilizar la modelización por parte de los profesores, desde su formación profesional y el diseño de materiales de aula hasta principios que guíen la adaptación del material ya disponible. Con esta afirmación, estos autores apuntan directamente al rol del profesor en términos de cómo él es capaz de llevar a cabo una práctica reflexiva dentro de la sala de clases, así como también de comprender que tanto la práctica de modelización como el contenido disciplinar deben desarrollarse a la par. Es así como Acher (2014) afirma que el objetivo es que los profesores comprendan que las prácticas de modelización incluyen construir, usar, evaluar y revisar modelos, y que son estas precisamente las herramientas para fortalecer el razonamiento de los estudiantes alrededor de ideas científicas.

2.3 Perspectiva sociocultural

Una perspectiva en el estudio del desarrollo del conocimiento y de la comprensión es la que otorga un reconocimiento más explícito al papel del lenguaje como medio para construir conocimiento y comprensión. Esta perspectiva deja de hablar de “aprendizaje” para pasar a hablar de “enseñanza y aprendizaje”. Y este enfoque estudia el hecho de que la gente utilice el lenguaje como una forma social de pensamiento. Trata al conocimiento como algo que está socialmente construido, y, por lo tanto, este enfoque ha pasado a ser conocido como la aproximación “sociocultural”.

Tal como expone Mercer (1987), citado en Coll y Edwards (1996), esta perspectiva sociocultural fue desarrollada en profundidad por Vygotsky, quien propuso que el desarrollo cognoscitivo depende en gran medida de las relaciones con la gente que está presente en el mundo del niño y las herramientas que la cultura le da para apoyar el pensamiento. Ellos adquieren sus conocimientos, ideas, actividades y valores a partir de su interacción con los demás. No aprenden de la exploración realizada como un individuo solo, sino de apropiarse de las formas de actuar y pensar que su cultura les ofrece. Es por esto que la idea de “conocer” como un proceso creativo, en el que los significados son construidos, implica una concepción de las personas –profesorado y alumnado– como agentes activos. La participación de niños y niñas en actividades culturales, en las que comparten con adultos y compañeros los conocimientos e instrumentos desarrollados por su cultura, les permite interiorizar los instrumentos necesarios para pensar y actuar, y es el lenguaje el que juega un rol de instrumento psicológico y cultural que permite este modo social de pensar y aprender.

Esta teoría sociocultural destaca la función que desempeña el desarrollo de los diálogos entre los niños y los miembros de la sociedad con mayor conocimiento. Gracias a ello, los niños aprenden la cultura de su comunidad.

Dentro de esta perspectiva el lenguaje es crucial para el desarrollo cognoscitivo. Proporciona el medio para expresar ideas y plantear preguntas, las categorías y los conceptos para el pensamiento y los vínculos entre el pasado y el futuro. La unión entre el lenguaje y el pensamiento permite crear una herramienta cognitiva para el desarrollo humano, de modo que los estudiantes puedan resolver tareas prácticas, tanto con sus ojos y manos como con el habla (Vygotsky, 1978, citado en Mercer, 2004).

La perspectiva sociocultural del aprendizaje, como antes se mencionó, toma en consideración el uso del lenguaje como un modo social de pensar, es decir que el lenguaje lo vemos como una

forma para el desarrollo del proceso de enseñanza y aprendizaje que permite la construcción del conocimiento a través de la puesta en común de ideas y la solución de problemas en colaboración con los pares. Es por esto, que la perspectiva sociocultural nos dice que tenemos que ocuparnos del contenido, del significado y también del contexto si queremos examinar de qué modo se establece el conocimiento compartido, sin ocuparnos tanto de cómo consiguen las personas establecer un diálogo en forma de secuencia (Mercer, 2004, traducción propia).

Mercer (1987), citado en Coll y Edwards (1996), señala que el lenguaje es nuestra herramienta cultural esencial: la utilizamos para compartir la experiencia y, por lo tanto, para darle sentido colectiva y conjuntamente. El lenguaje es un medio para transformar la experiencia en conocimiento y comprensión culturales. Las generaciones posteriores de una sociedad se benefician de la experiencia del pasado, sobre todo a través del lenguaje hablado y escrito, y cada nueva generación utiliza también el lenguaje para compartir, discutir y definir su nueva experiencia.

Mercer (2004) también afirma que a través de las conversaciones con padres, profesores y otros “guías”, adquirimos formas de utilización del lenguaje que pueden, reorganizar nuestros pensamientos. El lenguaje es algo que adquirimos al crecer, en compañía de otros, y que lleva en sí mismo el conocimiento cultural de una comunidad. Pero el lenguaje no conlleva o representa sólo el conocimiento de nuestra cultura; la forma que tenemos de hablar y escribir es en sí misma parte de ese conocimiento cultural. Al utilizar el lenguaje para aprender, podemos cambiar el lenguaje que utilizamos. Por esta razón un análisis del proceso de enseñanza y aprendizaje, de construcción de conocimiento, tiene que ser un análisis de la utilización del lenguaje.

2.3.1 Aprendizaje según Vygotsky

El enfoque de la teoría sociocultural descrito anteriormente, destaca sobre el hecho fundamental que ningún estudiante aprende aislado del ambiente social y las herramientas sociales, sobre todo en relación al aspecto del lenguaje. Vygotsky describe que el conocimiento es el resultado de un proceso de interacción entre el individuo y el entorno.

Uno de los aportes más significativos de la obra de Vygotsky es acerca de la relación que establece entre el pensamiento y el lenguaje. Señala que el desarrollo ontogenético, proviene de distintas raíces genéticas, y en el desarrollo del habla del niño se puede establecer con certeza una etapa preintelectual, y en su desarrollo intelectual una etapa prelingüística. Hasta un cierto punto en el tiempo, las dos siguen líneas separadas, independientemente una de la

otra. En un momento específico, estas líneas se encuentran, y entonces el pensamiento se torna verbal y el lenguaje racional. Además, señala que la transmisión racional e intencional de la experiencia y el pensamiento a los demás, requiere un sistema mediador, y el prototipo de éste es el lenguaje humano. Por otra parte, indica que la unidad del pensamiento verbal se encuentra en el aspecto interno de la palabra, en su significado.

Otro de los aportes de Vygotsky se relaciona con el uso de instrumentos mediadores (herramientas y signos) para entender los procesos sociales. La creación y utilización de signos como método cooperador para resolver un problema psicológico determinado es un proceso análogo a la creación y utilización de herramientas. La analogía básica entre signos y herramientas descansa en la función mediadora que caracteriza a ambos, mientras que la diferencia esencial entre signos y herramientas se relaciona con los distintos modos en que orientan la actividad humana. Las herramientas sirven como conductores de la influencia humana en el objeto de la actividad, se hallan externamente orientadas y deben acarrear cambios en los objetos. Por otro lado, el signo no cambia absolutamente nada en el objeto de una operación psicológica, por consiguiente está internamente orientado.

- **Relación entre aprendizaje y desarrollo**

Respecto a la interacción entre aprendizaje y desarrollo, Vygotsky señala que todo aprendizaje en la escuela siempre tiene una historia previa, todo niño ya ha tenido experiencias antes de entrar en la fase escolar, por tanto aprendizaje y desarrollo están interrelacionados desde los primeros días de vida del niño.

Vygotsky (1979) citado en Carrera, B. y Marcella, C. (2001), plantea dos niveles evolutivos, uno al cual llama el nivel evolutivo real, que comprende el nivel de desarrollo de las funciones mentales de un niño, y corresponde a aquellas actividades que los niños pueden realizar por sí solos, y que son un indicio de sus capacidades mentales. Por otro lado, si se le ofrece ayuda o se le muestra cómo resolver un problema y lo soluciona, es decir, si el niño no logra una solución independientemente del problema, sino que llega a ella con la ayuda de otros, constituye su nivel de desarrollo potencial. Lo que los niños pueden hacer con ayuda de "otros", en cierto sentido, es más característico de su desarrollo mental que lo que pueden hacer por sí solos. Se demostró que la capacidad de los niños, de idéntico nivel de desarrollo mental para aprender bajo la guía de un maestro variaba en gran medida, e igualmente, el curso de su aprendizaje sería distinto. Esta diferencia es la que denominó "*zona de desarrollo próximo*", donde Vygotsky declara lo siguiente:

“No es otra cosa que la distancia entre el nivel real de desarrollo, determinado por la capacidad de resolver independientemente un problema, y el nivel de desarrollo potencial, determinado a través de la resolución de un problema bajo la guía de un adulto o en colaboración con otro compañero más capaz (Vygotsky, 1979)” (Beatriz Carrera y Clemen Marcella, 2001, p.43).

El nivel real de desarrollo revela la resolución independiente de un problema, define las funciones que ya han madurado, caracteriza el desarrollo mental retrospectivamente. La zona de desarrollo próximo define aquellas funciones que todavía no han madurado, pero que se hallan en proceso de maduración, en este sentido se caracteriza el desarrollo mental prospectivamente. La relación que establece Vygotsky entre aprendizaje y desarrollo se fundamenta en la Ley Genética General, donde se establece que toda función en el desarrollo cultural del niño aparece dos veces, o en dos planos. Primero aparece en el plano social y luego en el plano psicológico. Primero aparece entre la gente como una categoría interpsicológica y luego dentro del niño como una categoría intrapsicológica (Werstch, 1988, citado en Carrera, B. y Marcella, C., 2001). De esta manera se considera que el aprendizaje estimula y activa una variedad de procesos mentales que afloran en el marco de la interacción con otras personas, interacción que ocurre en diversos contextos y es siempre mediada por el lenguaje. Esos procesos, que en cierta medida reproducen esas formas de interacción social, son internalizadas en el proceso de aprendizaje social hasta convertirse en modos de autorregulación.

- **Ideas de Vygotsky en relación a la educación**

Hay tres ideas básicas que tienen relevancia en educación. La primera es en relación al desarrollo psicológico visto de manera prospectiva. En el proceso educativo normalmente se evalúan las capacidades o funciones que el niño domina completamente y que ejerce de manera independiente, la idea es comprender en el curso de desarrollo, el surgimiento de lo que es nuevo (desarrollo de procesos que se encuentran en estado embrionario). Como la zona de desarrollo próximo es el dominio psicológico en constante transformación, el educador debe intervenir en esta zona con el objeto de provocar en los estudiantes los avances que no sucederían espontáneamente. La segunda es acerca de que los procesos de aprendizaje ponen en marcha los procesos de desarrollo. La trayectoria del desarrollo es de afuera hacia adentro por medio de la internalización de los procesos interpsicológicos, así, si se considera que el aprendizaje impulsa el desarrollo, entonces la escuela es el agente encargado y tiene un papel fundamental en la promoción del desarrollo psicológico del niño. Finalmente la tercera dice relación con la intervención de otros miembros del grupo social como mediadores entre cultura e individuo. Esta interacción promueve los procesos que posteriormente serán internalizados.

La intervención deliberada de otros miembros de la cultura en el aprendizaje de los niños es esencial para el proceso de desarrollo infantil. La escuela en cuanto a creación cultural de las sociedades educadas desempeña un papel especial en la construcción del desarrollo integral de los miembros de esas sociedades.

Aunque Vygotsky, al tratar el tema de la interacción entre enseñanza y desarrollo, limitó el concepto de zona de desarrollo próximo al aprendizaje escolar, este concepto tiene una trascendencia que desborda los marcos de esta institución. La creación de condiciones favorables de interacción y colaboración que se pueden dar desde que el niño nace, en el marco de su familia y las que pueden ocurrir en los marcos más amplios de los diferentes contextos institucionales, de la comunidad y otros, pueden sin dudas, ser interpretados y reorganizados con el objetivo preciso de favorecer el desarrollo del ser humano, creando condiciones sociales adecuadas para el despliegue máximo de sus posibilidades. Sólo así se podrá conocer todo lo que es capaz el ser humano cuando se le brindan las condiciones propicias para el desarrollo. En lo relativo al estudiante, implica utilizar todos los resortes de que dispone en su personalidad (su historia académica, sus intereses cognoscitivos, sus motivos para el estudio, su emocionalidad) en relación con los que aporta el grupo de clase, involucrando a los propios estudiantes en la construcción de las condiciones más favorables para el aprendizaje. Desde el punto de vista del profesor, supone extraer de sí mismo, de su preparación científica y pedagógica todos los elementos que permitan el despliegue del proceso de redescubrimiento y reconstrucción del conocimiento por parte del estudiante; de sus particularidades personales, la relación de comunicación en sus distintos tipos de función (informativa, afectiva y reguladora) que permita un ambiente de cooperación y de colaboración, de actividad conjunta dentro del aula.

- **El docente bajo esta perspectiva**

En el ámbito escolar, Chaves (2001) señala que es fundamental la relación entre estudiantes y adultos. El docente es el encargado de diseñar estrategias que promuevan el desarrollo próximo, y para ello se debe tomar en cuenta el nivel de conocimiento y la cultura de los estudiantes, y partir de los significados que ellos poseen en relación con lo que van a aprender. Además, como una forma de guiar el proceso, el docente debe provocar desafíos y retos que hagan cuestionar esos significados y sentidos y lleven a su modificación en el niño, lo que va a implicar plantear estrategias que impliquen un esfuerzo de comprensión y de actuación por parte de quienes aprenden. Esto debe ir acompañado de refuerzos tanto de tipo intelectuales como emocionales, y la descripción anterior depende directamente de diversificar los tipos de actividades, posibilitar que los estudiantes elijan tareas diferentes y recurrir a diferentes

materiales de apoyo, incluyendo contextos no formales de educación. Así, la enseñanza apunta a situaciones que los niños no conocen.

Lo esencial es dar apoyo estratégico para que los estudiantes puedan solucionar problemas, apoyo mediante preguntas claves o llevando al estudiante al autocuestionamiento. El proceso de enseñanza debe entenderse como una ayuda al proceso de aprendizaje, y no sustituir la actividad mental constructiva del alumno. Así el profesor asume un papel de mediador, diseñador y guía para quien aprende activamente en contextos sociales significativos y reales. En este proceso, tal como se señala en los apartados anteriores, el lenguaje es clave para este proceso (Chaves, 2001).

Otro aporte importante lo que son las interacciones en el aula entre profesor y estudiantes, es lo que señalan Mortimer y Scott (2003), respecto a cómo abordar el propósito de enseñanza, que según estos autores, hay tres diferentes, dependiendo del momento de la secuencia de actividades para la enseñanza de un contenido. El marco analítico, que ellos señalan, es capaz de analizar y planificar las interacciones en enseñanza de las ciencias. Éste posee una primera dimensión, la cual llaman “foco”, donde se destaca lo que es el fin de enseñanza y el contenido. Una segunda dimensión es el “acercamiento”, que se refiere al acercamiento comunicativo. Una última dimensión la denominan la “acción”, es decir, acerca de los patrones del discurso y las intervenciones del profesor. Centrándonos directamente en esta última dimensión, de acuerdo al interés por saber cuáles son las posibles intervenciones del docente, es que estos autores diseñaron un esquema para identificar las intervenciones del profesor en las clases de ciencias. Éste se detalla a continuación en la siguiente Tabla

Tabla 2.1 Intervenciones del profesor

Intervención del profesor	Foco	Acción que el profesor puede tomar
Formando ideas	Trabaja con las ideas, desarrollando los conceptos científicos.	Introduce un nuevo concepto; comenta las respuestas de los estudiantes; diferencia entre ideas.
Seleccionando ideas	Trabaja con las ideas, desarrollando los conceptos científicos.	Centra la atención en las respuestas de los estudiantes; pasa por alto las respuestas de los estudiantes.
Remarcando ideas claves	Trabaja con las ideas, desarrollando los conceptos científicos.	Repite una idea; le pide a un estudiante que repita una idea; realiza intercambios de confirmación con un estudiante; usa una entonación particular en la voz.
Compartiendo	Dispone las ideas para toda la	Comparte las ideas de los estudiantes con

ideas	clase.	toda la clase; pide a un estudiante que repita su idea para la clase; los grupos comparten sus resultados; pide a los estudiantes que preparen carteles que resuman sus ideas.
Comprobando el entendimiento de los estudiantes	Sondea los significados específicos de los estudiantes.	Pide a los estudiantes que clarifiquen sus ideas; pide explicaciones por escrito; comprueba si hay consenso sobre ciertas ideas con toda la clase.
Revisando	Vuelve a repasar las ideas.	Resume los resultados de una experiencia en particular; recapitula las actividades anteriores; revisa el progreso de la historia científica hasta el momento.

Fuente: elaboración propia basado en Teaching interventions (Mortimer y Scott, 2003)

Respecto a lo señalado en la Tabla 2.1 el formar, seleccionar y remarcar ideas, están en relación a cómo el profesor actúa para introducir y desarrollar los conceptos científicos, tanto conceptual como epistemológicamente. Luego, las ideas de compartir de comprobar se realizan para apoyar la transacción de significados de los estudiantes, y finalmente, el revisar se refiere al concepto de “mantenimiento de la narrativa”. Esto es que el profesor puede ver el estado de los objetivos, identificando hasta qué punto se están cumpliendo para articular de forma coherente la siguiente parte de la narrativa. Hace esto mirando hacia el futuro para anticipar los posibles resultados, como también revisa el progreso del discurso por parte de los estudiantes orientando la discusión.

2.3.2 Prácticas dialógicas y Argumentación

En una perspectiva sociocultural se destaca la posibilidad de que el éxito y el fracaso educativo se puedan explicar por la calidad del diálogo educativo, y no sólo en términos de la capacidad de cada alumno o la habilidad de sus maestros (Mercer, 2004). Por lo tanto, estas prácticas dialógicas, en términos muy básicos, implican favorecer este diálogo educativo dentro del proceso de aprendizaje.

Debido a que un objetivo fundamental de la ciencia escolar es que el profesor pueda trabajar con los estudiantes para construir un conocimiento en común (Edwards y Mercer, 1987, citados en Garrido, 2013), Lemke (1997) propone que una forma de lograr esto es a través de las prácticas dialógicas de las ciencias, pues dan la oportunidad a los estudiantes de ampliar su espectro de puntos de vista culturales y aprender el lenguaje social de la ciencia escolar (Lemke, 1997). De esta manera se proporcionan las herramientas para mejorar las maneras de hablar y de pensar de los estudiantes.

Estas prácticas dialógicas o también denominadas de análisis del discurso descubren los mecanismos discursivos que se emplean en la construcción conjunta del conocimiento, atendiendo al contenido del discurso, es decir, en palabras y conceptos utilizados, así como lo que se hace con ellos dentro del discurso.

Es fundamental considerar que hay una concepción de la construcción del conocimiento como un fenómeno social y cultural. Así el conocimiento humano se adquiere y cambia por medio de actos de comunicación, así como que el conocimiento sólo existe significativamente hasta que es compartido (Mercer y Edwards, 1987, citados en Garrido, 2013). Estos autores también señalan que la cognición humana está diseñada para ser comunicable y representada por formas simbólicas comunicables, de modo que el funcionamiento psicológico humano es sólo reconocible a través de actos de comunicación.

Otro aspecto importante es que el estudio del discurso también se toma en cuenta tanto lo que se dice, como las acciones del habla en la interacción y las funciones educativas que se llevan a cabo a través de ellas (Edwards y Mercer, 1987, citados en Garrido, 2013).

Finalmente, la concepción del conocimiento dependiente de un contexto de construcción, y junto a las dos anteriormente descritas, permiten que el proceso educativo sea interpretado como el desarrollo de concepciones y formas de discurso compartidos, además de considerarse como una forma de conversación entre los participantes (Cubero y otros, 2008).

Cubero y otros (2008), citando a Edwards y Mercer (1987), señala que el conocimiento educativo es socialmente construido y reconstruido en el discurso del aula. Esto se desarrolla en un contexto que es definido, creado y asumido por los participantes en la comunicación. Este contexto será asumido en la medida en que es incorporado a la comunicación. Mercer (1995) señala lo siguiente:

“la conversación crea su propio contexto, este contexto mental compartido es una función de las acciones conjuntas y de la comprensión de los participantes (Mercer, 1995)”

Este autor hace referencia a un contexto mental, o llamado también de significados que dice relación a todo lo que los participantes conocen y comprenden en una conversación, que les ayuda a dar sentido a lo que se dice.

El compartir con otros no es más que un escenario sociocultural específico y que el poder participar activamente de éste dependerá de algunas reglas educacionales básicas implicadas en la producción del discurso educativo y que son reglas pragmáticas que varían de acuerdo con las características del discurso en el contexto en el que se produce y con la naturaleza de la experiencia que se comparte, es decir, son reglas al servicio de las actividades que se realizan y de la función educativa del discurso en el aula (Edwards y Mercer, 1987, citados en Cubero y otros (2008)).

Dado que se tiene un contexto de significados compartidos y ciertas reglas educacionales básicas, se genera una continuidad que es construida por los participantes a través de las experiencias del grupo, tanto del lenguaje que utilizan como de la manera en que realizan las actividades (Edwards y Mercer, 1987, citados en Cubero y otros (2008)). Algunos mecanismos de profesores para establecer esta continuidad, es la formulación de preguntas o la lectura de resúmenes en voz alta.

En base a lo descrito anteriormente, durante el proceso educativo la comunicación y la construcción de nuevos conceptos son posibles, básicamente, a través del discurso en el que se implican profesores y alumnos. El análisis de lo que acontece en el aula y de la construcción del conocimiento puede ser abordado a través del análisis del discurso educativo, no por el interés del lenguaje en sí, sino por el que tiene la función discursiva para la construcción de comprensiones mutuas (Edwards y Mercer, 1987, citado en Cubero y otros (2008) y Mercer, 1995).

Así, estos autores han explicado el aprendizaje como un proceso de socializar a través del habla y comprensión específica de una cultura. Mercer (1995) nos aporta que en términos de desarrollo de habilidades que es importante que los estudiantes sean capaces de generar y dominar nuevas formas de utilización del lenguaje para pensar y comunicarse, así como formas con palabras que les permitirán pasar a ser miembros activos de comunidades más amplias del discurso educado. Esto ocurrirá cuando los estudiantes participen de ciertas prácticas científicas y culturales, donde podrán hacer buen uso del conocimiento y de las herramientas que su cultura ha creado.

- **La Argumentación en ciencias**

La presencia de la argumentación tiene sentido tanto cuando los estudiantes ponen en práctica el diálogo entre pares y con el docente, como cuando tienen que crear y comprender modelos de un determinado fenómeno. En relación a este concepto existen diferentes concepciones.

Así, por ejemplo, Jiménez Aleixandre (2010) citada en Revel, A., Meinardi, E. y Ardúriz, A., (2014) define la argumentación como la capacidad de evaluar enunciados con base a pruebas. Por otro lado el grupo Lectura y Escritura en Enseñanza de las Ciencias (LIEC) de la Universidad Autónoma de Barcelona la definen como una actividad social, intelectual y verbal que sirve para justificar o refutar una opinión y que consiste en hacer declaraciones teniendo en cuenta al receptor y la finalidad con la cual se emiten.

Respecto a lo que es el ámbito escolar, la argumentación científica escolar está definida como un proceso, de tipo cognitivo lingüístico, que da lugar a la producción de un texto que explica un cierto fenómeno natural bajo un modelo de éste, y es de acuerdo a esto que el aprendizaje de la argumentación científica escolar supone que se aprenda a argumentar, en qué consiste una argumentación y sus particularidades desde el punto de vista lingüístico. Deben haber instancias explícitas donde se enseñe a argumentar, y cuál es la importancia que tiene, para así poner en práctica esta competencia en relación a los contenidos científicos escolares, relacionados directamente con lo que son la creación de modelos en ciencias, o más bien, lo que se mencionó antes como la modelización.

La enseñanza de la argumentación en las clases de ciencias, es decir la inclusión del lenguaje, y en especial el escrito, hace posible que los estudiantes se familiaricen con ciertas particularidades de la ciencia tales como la comunicación de las ideas teóricas con un propósito persuasivo, y generen correctos modelos de los fenómenos en estudio. Por otro lado, la escritura escolar requiere de una serie de acciones de acuerdo a patrones culturales definidos, que son mostrados y facilitados por los profesores, lo que implica la puesta en marcha y desarrollo de habilidades cognitivas y sociales por parte de los alumnos y simultáneamente se asimilan los contenidos incluidos en el currículo.

Cuando los estudiantes logran argumentar y generar modelos de fenómenos en estudio, logran también lo que Jiménez Aleixandre (2010), citada en Revel, A., Meinardi, E. y Ardúriz, A., (2014), define como pensamiento crítico, es decir, la capacidad de reflexión acerca de asuntos sociocientíficos y la intervención en la sociedad, entendiéndolo como asuntos de este tipo a aquellos dilemas sociales que demandan decisiones políticas, institucionales o personales, es decir, que forman parte de la ciencia pero que encarnan controversias de tipo social. Así, la ciencia se implica en un debate social por lo que se incluyen en ella aspectos éticos, económicos, ambientales.

Es así como el modelizar y el argumentar en ciencias son parte de una sola acción, cuando los estudiantes generan modelos deben tener la capacidad de argumentar, utilizando el lenguaje y

generar diálogos que les permitan obtener modelos correctos en estudio. Estos conceptos trabajados están dentro del contexto que plantea la perspectiva sociocultural de Vygotsky, y son desarrollados tanto en un espacio de educación formal, como no formales e informales.

A continuación, se plantea cómo la enseñanza de las ciencias debe ser contextualizada y lograr un lenguaje científico y tecnológico para todos.

2.4 Alfabetización Científica y el enfoque CTSA

En la enseñanza de las ciencias existen estos dos términos que están estrechamente relacionados, esto debido a que las ideas derivadas del enfoque CTS, es decir, del enfoque Ciencia, Tecnología y Sociedad, a veces trabajado como enfoque CTSA, donde agregan la dimensión ambiente, son las que mejor guían los contenidos seleccionados para el aprendizaje de los estudiantes, en términos de relevancia y utilidad para ellos, asociados con la vida cotidiana, que les permite una buena formación como ciudadanos responsables e informados, y capaces de poder practicar la alfabetización y tecnológica como innovación educativa. (Acevedo, J., Vázquez, A. y Manassero, M., 2003).

La alfabetización científica es un término trabajado desde mediados del siglo XX, y actualmente, considerando que su definición aún no es compartida universalmente, según Acevedo, J., Vázquez, A. y Manassero, M., (2003), la alfabetización científica y tecnológica es para todas las personas y pretende incidir en sus vidas cotidianas, así también plantea que el objetivo principal de ésta es lograr la enseñanza de las ciencias, considerándola una cualidad que se desarrolla de forma gradual y durante toda nuestra vida. Estos mismos autores señalan que es importante que los cursos escolares de ciencia y tecnología generen actividades que les permitan a los estudiantes tender a la alfabetización científica y tecnológica, donde adquieran conceptos y capacidades que ellos puedan relacionar con cuestiones y problemas sociales. Esta no solo ocurre dentro la escuela, sino también en otras instancias que contribuyen a completarla y a formar a las personas durante toda su vida, por lo tanto ellos, además han identificado que algunos currículums, así como el material que se utiliza para enseñar ciencias, continúan ignorando los planteamientos CTSA, que son capaces de facilitar una alfabetización científica y tecnológica para todas las personas. Esto impide un desarrollo que parta de la sociedad o de la vida cotidiana para llegar a la ciencia o tecnología. Es por esto que estos mismos autores plantean que la alfabetización científica para todas las personas debe ser una finalidad esencial y de referencia permanente para la educación científica, y como debe ser útil y para todos, el enfoque CTSA propicia el desarrollo de ésta debido a su innovación educativa en la enseñanza de las ciencias.

Además, para comprender la unión con el enfoque CTSA, la alfabetización científica y tecnológica debe poder proyectarse a todos los estudiantes, así como también al haber diferentes sociedades y culturas que interactúan de forma distinta con la ciencia y la tecnología, la alfabetización científica y tecnológica se concreta de muchas formas que permiten que las personas alfabetizadas puedan tomar decisiones con distintos niveles de complejidad, y con la educación CTSA, como parte fundamental de esta contextualización. Además la educación CTSA debe planificar los contenidos a enseñar, las actividades a utilizar y las evaluaciones a aplicar, para permitir evidenciar las relaciones mutuas entre la ciencia, tecnología, sociedad y ambiente. Shamos (1993), citado en Acevedo, J., Vázquez, A. y Manassero, M., (2003), nos afirma que la perspectiva CTSA contextualiza los contenidos científicos y tecnológicos socialmente, es capaz de analizar ciertos impactos sociales que generan tanto la tecnología como la ciencia, y permite que los estudiantes participen responsablemente, informados y con fundamentos en la sociedad. Es así como los principios y orientaciones del movimiento educativo CTSA pueden tender puentes entre ambas máximas de la educación científica y son la respuesta más sólida a muchos de los nuevos retos educativos planteados por la finalidad educativa de una alfabetización científica y tecnológica para todas las personas.

Una visión importante de otros autores, y a partir de estos parámetros anteriormente descritos, es que se empiezan a construir los requerimientos necesarios para lo que es la actual educación en ciencias. Sanmartí (2002) nos señala que actualmente las finalidades de las ciencias, considerar a la ciencia como cultura, o más bien la transmisión cultural de la enseñanza de las ciencias, lo que se ha llamado alfabetización científica. Otra es ver la ciencia como un conocimiento aplicado, o más bien, el enfoque CTSA, para que los individuos comprendan, juzguen e intervengan en su comunidad de manera responsable aplicando las ciencias. Esta investigadora no deja de señalar que son finalidades utópicas, debido al tipo de institución que es la escuela, pero que son la base de toda educación en ciencias.

2.5 La Inducción Electromagnética

Para abordar las diferentes dificultades acerca de la Inducción Electromagnética (IEM) mencionadas en el capítulo 1, se han desarrollado diferentes secuencias didácticas, con diversas metodologías.

Una de las dificultades presentadas fue acerca del concepto de campo, es decir, que la mera existencia de éste implica la existencia de IEM. Los autores Martín y Solbes (2001), realizan una propuesta didáctica para la enseñanza del concepto de campo, donde se basan en que el concepto de campo debe ser trabajado a partir de la gravitación. La puesta en marcha de este

tipo de propuesta permitió evidenciar algunos preconceptos asociados al concepto de campo gravitatorio, que era el sustento inicial de estos autores. No obstante, la utilización en el aula de estos programas, produjo una mejora en el aprendizaje de los conceptos relativos a la teoría de campos.

Otra reciente secuencia de enseñanza realiza por Oyuela y Garzón (2011), basada en la metodología de enseñanza-aprendizaje por investigación orientada, presenta el análisis del fenómeno de Inducción Electromagnética en un curso introductorio de electromagnetismo para estudiantes de nivel universitario. Se propusieron de que, con el fin de que los estudiantes alcancen un aprendizaje significativo de las explicaciones macroscópica y microscópica del fenómeno. Para el desarrollo de ésta se establecieron una serie de preguntas y actividades asociadas a montajes experimentales de laboratorio para ser respondidas por los estudiantes. Esta fue una propuesta y no se realizó la implementación, y se basó en las mismas dificultades expuestas por Guisasola (2010).

Un aporte importante que realizó un trabajo de investigación presentado para optar al título de magíster por Naizaque (2013), consistió en un diseño de una estrategia didáctica para la enseñanza de la Inducción Electromagnética, considerando las dificultades que ésta presenta. La metodología utilizada para implementar la secuencia fue la de aprendizaje activo, donde se esperó que los estudiantes lograsen explicar lo que es el fenómeno, y pudiesen reconocer ciertos conceptos asociados, considerando como aspecto secundario una aplicación a la vida cotidiana. Con la implementación de la estrategia didáctica se evidenció la necesidad de complementar los experimentos con lecturas y debates que permitan: relacionar los resultados experimentales y la teoría, identificar los conceptos involucrados y mejorar sus definiciones, además de plantear preguntas que promuevan el análisis.

También se han desarrollado otro tipo de secuencias didácticas para el aprendizaje de la teoría de la Inducción Electromagnética, y uno de ellos tiene que ver con una enseñanza basada en la resolución guiada de problemas. Almudí, Zuza y Guisasola (2016) plantean que el propósito de la secuencia es ayudar a los estudiantes de primer año de universidad del curso de Física General a mediar sus ideas iniciales acerca del fenómeno de Inducción Electromagnética con la teoría científica que lo explica, de manera que puedan utilizar dicha teoría para abordar, entre otros, diferentes aspectos de la IEM. Como resultados, al implementar la secuencia, un considerable número de estudiantes tienen una comprensión más satisfactoria del modelo explicativo de la IEM, así también el número de respuestas que utilizan argumentos científicos aumenta considerablemente en comparación con el número de respuestas basadas en “el razonamiento común”.

En vista de que estas secuencias no han considerado complementar la enseñanza de la Inducción Electromagnética con un espacio de educación no formal, y tampoco utilizando una metodología que favorezca la argumentación, como lo es la modelización, es que esta propuesta plantea la construcción de un modelo conceptual de la IEM, donde la idea a trabajar será la ley de Faraday, atendiendo a la existencia de variación de flujo magnético sobre el área de un conductor cuando ciertas variables se modifican en el tiempo. Esta idea central se compone de subideas, que son parte de la idea central que se modelizará. La configuración de éstas se presenta a continuación en la siguiente Figura:

Figura 2.2: Modelo de Inducción Electromagnética



Fuente: elaboración propia

En la figura se puede ver cómo, al variar F1, F2 y F3, se produce una variación de flujo magnético, lo que se manifiesta en una fem inducida (F4), F5 y F6 son características asociadas a la variación de flujo magnético.

A continuación se muestra la Tabla 2.2, en la cual, para las tres primeras subideas, menciona ejemplos de cómo pueden producir variación de flujo, y para el resto, detalla su significado. Las tres últimas subideas deben leerse como si fuera un solo texto continuo, la separación responde a fines de codificación.

Tabla 2.2: Descripción subideas Ley de Faraday

F1	Si un electroimán funciona con un determinado valor de corriente eléctrica y luego se varía el valor de esa corriente, en un área fija con respecto al electroimán variará el flujo magnético.
F2	El área de un conductor, al variar su valor, modifica el número de vectores de campo magnético que la atraviesan, variando con ello el flujo magnético sobre ella.
F3	Si el vector área fuese perpendicular a los vectores de campo magnético, ningún vector de campo magnético penetraría en el área y el flujo sería nulo, entonces un cambio en este ángulo tendría por consecuencia que algunos vectores de campo magnético atravesen el área, variando el valor del flujo.
F4	Cuando al menos una de las tres subideas anteriores varía en el tiempo, entonces en el conductor se induce una diferencia de potencial, lo que se manifiesta en una corriente eléctrica inducida que se propaga por el conductor,
F5	Siempre que se mantenga la variación de flujo magnético.
F6	El valor de la diferencia de potencial inducida será mayor mientras mayor sea la variación del flujo magnético por unidad de tiempo.

Fuente: elaboración propia

Cada una de estas subideas construye lo que es la Ley de Faraday. Además, debido a que esta ley no da el fundamento físico al signo negativo de la ecuación, es que se debe complementar con lo que Lenz estableció como explicación, lo que se conoce como Ley de Lenz. Para ello se presenta la Tabla 2.3 el detalle de esta ley. La idea de la ley de Lenz no será modelizada en esta secuencia didáctica.

Tabla 2.3: Descripción subideas Ley de Lenz

L1	<p>La corriente eléctrica inducida tendrá un sentido tal sobre el conductor, que el campo magnético que ésta produzca irá en función de lograr contrarrestar la variación de flujo que la originó, respondiendo a la conservación de la energía. Se distinguen dos casos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Caso 1 (L2): si existe un aumento del flujo sobre el área del conductor, la corriente inducida producirá un flujo sobre esa misma área que lo haga disminuir. ➤ Caso 2 (L3): si existe una disminución del flujo, entonces el flujo creado por la corriente inducida lo aumentará.
-----------	---

L4	Sentido corriente inducida: de esta manera, sobre el conductor pueden existir dos sentidos para la corriente inducida.
-----------	--

Fuente: elaboración propia

Estas dos leyes necesariamente se trabajan juntas, e inclusive, la literatura las conoce como la Ley de Faraday-Lenz. Esto ocurre porque Lenz plantea su ley en base al principio de Conservación de la Energía. De esta forma, haciendo referencia a este principio, el signo negativo de la Ley de Faraday establece una diferencia entre las corrientes inducidas por un aumento del flujo magnético y las que son debidas a una disminución de dicha magnitud. No obstante, para determinar el sentido de la corriente inducida, Lenz propuso que la fem y la corriente inducidas tienen un sentido tal que tiende a producir un flujo que se opone a la variación de flujo que las produce.

2.6 Instrumento de evaluación de la propuesta didáctica

Cuando se habla de procesos de enseñanza y aprendizaje, tal como señala Sandoval (2009), se debe comprender que la evaluación es una actividad educativa que permite regular los procesos de aprendizaje de quienes son educados. Así, la responsabilidad que tiene el profesor es proporcionar las herramientas que apoyen al estudiante en la autorregulación de sus aprendizajes. Por ende, la evaluación cumple funciones de diagnóstico e información en relación con los logros de aprendizaje a nivel de dominios de conocimiento y contribuye al aprendizaje, ya que es una manera de control del propio aprendizaje, lo que implica que el docente debe tener una clara comprensión de lo que sus estudiantes saben y de lo que no saben, debe tener la capacidad de evaluar si las estrategias de enseñanza y programas de instrucción que estamos utilizando son adecuados o no. Por estas razones, es importante señalar que un verdadero proceso de evaluación, independiente de su enfoque, es aquel que se preocupa por comprender la naturaleza del aprendizaje y de concebir al individuo como un ser integral, el cual está influenciado por su contexto, su familia, su origen cultural y por unas condiciones de aprendizaje particulares.

De esta forma, la primera evaluación que se considera como un inicio de la secuencia didáctica es la aplicación de una evaluación diagnóstica, la cual implica conocer los intereses, capacidades, destrezas, habilidades y actitudes que los estudiantes poseen para con el contenido y el desarrollo de éste, bajo la metodología y recursos propuestos.

Posterior al diagnóstico, el instrumento evaluativo propuesto a utilizar durante el proceso de la secuencia será una rúbrica. Esta se define como un conjunto de criterios o parámetros desde

los cuales se juzga, valora y conceptúa sobre un determinado aspecto del proceso educativo (Martínez-Rojas, 2008). También puede ser entendida como pautas que permiten anar criterios, niveles de logro y descriptores cuando de juzgar o evaluar un aspecto del proceso educativo se trata (Vera, 2004, citado en Martínez-Rojas, 2008). Por lo tanto, este autor la considera una matriz, es decir, un listado del conjunto de criterios específicos y fundamentales que permiten valorar el aprendizaje, los conocimientos o las competencias logrados por el estudiante en un trabajo o materia particular.

De acuerdo a lo anterior, estas evaluaciones integran un amplio rango de criterios que van dando un análisis cualitativo del progreso de quién o qué se evalúa, es decir, desde un nivel básico hasta uno avanzado. Así, estas escalas ordinales destacan una evaluación del desempeño centrada en aspectos cualitativos, no obstante sí es posible cuantificar las observaciones.

Algunos aspectos importantes de por qué la utilización de una rúbrica es que se evalúa de forma objetiva, se clarifican los objetivos que deben lograr los estudiantes y cómo alcanzarlos, permite al profesor tener claro los criterios a evaluar, además de proveerle información acerca de la efectividad del proceso de enseñanza que está utilizando.

Según Mertler (2001), citado en Martínez-Rojas (2008), puede haber dos tipos de rúbricas. Una rúbrica holística, que permite dar una visión general del desempeño del estudiante, sin definir los aspectos fundamentales asociados al proceso. Y la rúbrica analítica, la cual posee detalles más específicos de la evaluación, por lo que es más compleja. La Tabla 2.4 muestra los elementos básicos de una rúbrica.

Tabla 2.4 Elementos de una rúbrica

Conceptos/rubros	Escalas/niveles ejecución (cuantitativo/cualitativo/mixto)			
	4	3	2	1
Aspectos a evaluar	Criterios evidencias a alcanzar	Criterios evidencias a alcanzar	Criterios evidencias a alcanzar	Criterios evidencias a alcanzar

Fuente: elaboración propia basada en elementos de rúbrica de Martínez-Rojas (2008)

La información de la Tabla 2.4 muestra lo que la rúbrica debe poseer y Martínez-Rojas (2008), complementado la información con Gatica-Lara y Uribarren-Berrueta (2012), especifican que para la elaboración de una rúbrica primero se deben definir cada uno de los criterios a evaluar, y para ello es importante también tener definidos los objetivos de aprendizaje o, como en el caso de los planes y programas utilizados por el Ministerio de Educación en cuarto año de enseñanza

media, definir los aprendizajes esperados para tal rúbrica. Luego, se deben definir descriptores de estos criterios a evaluar, así como también la puntuación de cada criterio, en términos numéricos. No siempre todos tienen un mismo valor, a veces es necesario darle mayor relevancia a ciertos criterios, por lo que es importante definir cuáles de ellos tienen mayor relevancia, y esto traducido a un puntaje que será mayor respecto de los otros. Posterior a esto, se debe dar un orden de estos descriptores para determinar la evaluación global de la rúbrica. Y finalmente, hay que realizar una revisión del diseño y estructura de este instrumento, lo que permitirá reflexionar acerca de su impacto educativo.

Otro tipo de evaluación que será parte de nuestra propuesta es una autoevaluación que debe realizar el estudiante al finalizar la propuesta. Este instrumento permite valorar las distintas características del alumno, su forma de aprender, su interés por aprender, reconocer algunas experiencias previas, etc., es decir, está en directa sintonía con lo que es la diversidad en el aula.

Según Calatayud (2002), citado en Calatayud (2008), la autoevaluación es una estrategia con la cual se educa considerando la responsabilidad y sirve para valorar, criticar y reflexionar acerca del proceso de enseñanza y aprendizaje de cada estudiante, por parte del profesor. Algunos beneficios importantes de este instrumento es que los estudiantes toman conciencia de su progreso el proceso, es un factor de motivación y refuerzo del aprendizaje, permite al docente conocer cuán importante es para el estudiante aprender, la metodología utilizada, etc., es por esta razón que bajo el paradigma trabajado en esta secuencia es de vital importancia considerar los aspectos en los que el estudiante es capaz de medir su propia actitud, aprendizaje, participación, entre otros aspectos.

Capítulo 3

Propuesta de una secuencia didáctica para la enseñanza de la Inducción Electromagnética

Este capítulo presenta la propuesta, tanto es aspectos generales como en el detalle de su estructura. Se analizan los resultados de las encuestas aplicadas a profesores expertos para validar la secuencia didáctica, con el fin de que la experiencia en el aula de los validadores permita enriquecer este seminario de grado. Finalmente, se entregan las indicaciones necesarias para que el docente, en una posible implementación, tenga en consideración acerca de la serie de actividades construidas para el modelo conceptual de Inducción Electromagnética.

3.1 Descripción general de la propuesta

Esta propuesta didáctica consiste en una secuencia de tres clases, sobre el contenido de Inducción Electromagnética, el cual será trabajado articulando un espacio de educación no formal. La clase 1 tiene una duración de dos horas pedagógicas (noventa minutos) la cual se trabajará previo a una visita a un museo, la clase 2 se extiende por toda una mañana, concretamente, 4 horas cronológicas, y se realizará en el museo, y la clase 3, al igual que la primera, posee una duración de 2 horas pedagógicas y se realiza después de haber realizado la visita pedagógica. Todas las actividades propuestas están asociadas a la metodología de la modelización y a la perspectiva sociocultural expuesta en el marco teórico.

Debido a la necesidad de complementar la propuesta del MINEDUC, cuya base son los contenidos establecidos en los programas de estudio, durante la secuencia se abordará el AE09 que establece el programa de Física de cuarto año medio, con el fin de permitir superar ciertas dificultades conceptuales asociadas al fenómeno, logrando manejar las variables que intervienen en la generación de la diferencia de potencial inducida, lo que permite directamente fortalecer la propuesta a nivel nacional del MINEDUC, y apuntar a mejorar las habilidades en las cuales PISA evalúa a los estudiantes chilenos en el ámbito de las ciencias. Esto se traduce en lograr que los estudiantes se apropien del fenómeno, y a través de éste, puedan explicar y tomar decisiones referentes a situaciones que vivan en su cotidianidad.

La primera etapa que contempla la construcción de la secuencia, fue establecer el modelo de “visitas centradas en el aprendizaje” o modelo VCA descrito en el capítulo 2, el cual se muestra a continuación en la Tabla 3.1:

Tabla 3.1 Modelo VCA para la secuencia

Primer principio	Diseño de una secuencia didáctica para la enseñanza de la inducción electromagnética que incluye una visita al museo interactivo mirador.	Dos módulos de la Sala de Electromagnetismo que permiten trabajar la inducción electromagnética. Dos módulos de la Sala de Energía, para contextualizar el aprendizaje de la inducción electromagnética a solucionar una problemática dentro del enfoque CTSA.
Segundo principio	Diseño de 3 guías (previa a la visita, durante la visita y posterior a la visita).	La secuencia consta de tres guías, cada una para una clase. La clase 1 posee 16 actividades para realizarlas en el aula, la clase 2 posee 34 actividades, para llevarse a cabo en el museo y la clase 3 posee 16 actividades, también para hacerlas en el aula.
Tercer principio	Proponer estrategias de enseñanza que se puedan adaptar al contexto no formal del museo.	Trabajo cooperativo, discusión y debate de ideas, consenso de ideas, aplicación del conocimiento a situaciones cotidianas, resolución de problemas asociados al ambiente y la tecnología, creación de modelo conceptual del fenómeno

Fuente: elaboración propia en base a modelo VCA (Morentin y Guisasola, 2014)

De esta forma, lo primero que se estableció es cómo hacer la secuencia y qué contenido abordar. Luego, se define el recurso a usar, es decir, guías de trabajos grupales, cantidad de éstas, y algunos recursos en el aula (videos) y otros del museo (stands). Finalmente, se establece lo que se requerirá para llevar a cabo la propuesta en términos de aprendizaje, es decir, estrategias en base al lenguaje, la interacción entre sus pares, su profesor, la interacción con los recursos, la capacidad de exponer y consensuar ideas y la argumentación, con lo que construirán un modelo final del fenómeno de Inducción Electromagnética.

Una segunda etapa de la construcción de la propuesta fue definir qué ideas del modelo de IEM estarían presentes por clases. En lo que respecta a la metodología de la modelización, se definió sólo modelizar la idea de variación de flujo magnético, por lo que se establecieron subideas que configuran este modelo, basado en la Ley de Faraday. Además, se complementa con subideas relacionadas con la Ley de Lenz, la cual interpreta físicamente el signo negativo de la ecuación, bajo el principio de Conservación de la Energía.

A continuación, se detallan las ideas presentes en cada una de las clases diseñadas en la Figura 3.1:

Figura 3.1: Subideas del modelo presentes en cada clase

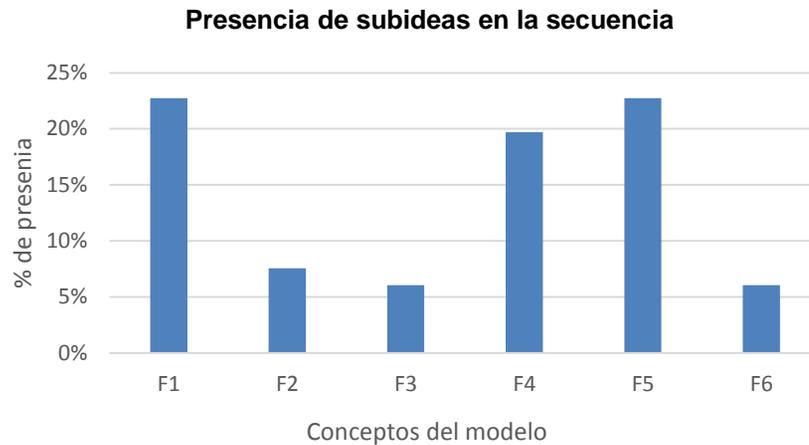


Fuente: elaboración propia

Este esquema evidencia la presencia de las subideas en cada una de las clases construidas y que todas forman parte de la idea central a modelizar, es decir, la Ley de Faraday, y transversalmente a toda la propuesta se trabaja la competencia de la argumentación.

Además, haciendo un análisis de qué tan presentes están estas ideas en la secuencia didáctica completa, establecimos los siguientes resultados, sintetizados en el Gráfico 3.1. La idea F1 corresponde a la intensidad de campo, F2 al área del conductor, F3 al ángulo área-campo, F4 a la Fem inducida, F5 a la variación del flujo en el tiempo y F6 a la relación del flujo con la fem inducida.

Gráfico 3.1: Presencia de subideas durante la secuencia



Fuente: elaboración propia

El Gráfico 3.1 da cuenta de una mayor presencia de la idea F1, ya que es la base de la Ley de Faraday. Existe además una gran presencia de las ideas F4 y F5, que conforman los aspectos en los cuales se manifiesta la ocurrencia de este fenómeno. Los conceptos F2, F3 y F6 son complementarios a los otros, ya que tienen relación con las variables que controlan el desarrollo de este fenómeno, por lo que no se encontrarían tan presentes durante la secuencia.

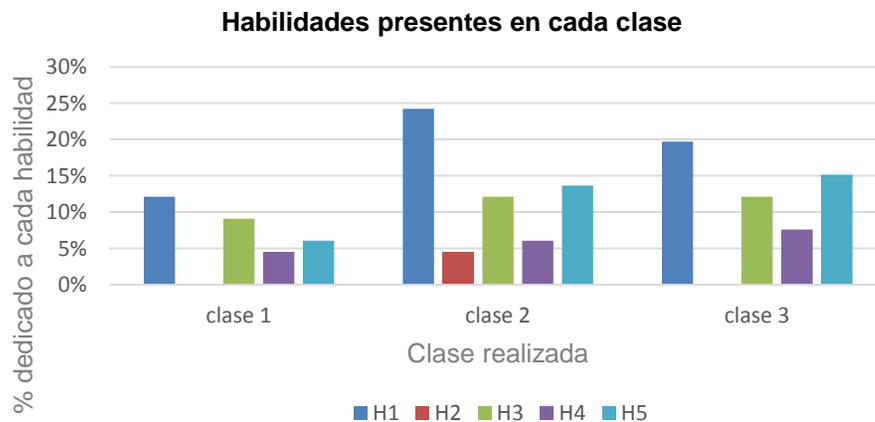
Con respecto a cómo las ideas progresan durante el desarrollo de las actividades, se observa que en la primera clase los estudiantes desarrollan las subideas en relación a las variables del flujo magnético, estableciendo cómo éstas pueden implicar en la variación de flujo. Al final de esta clase, los estudiantes logran enunciar el modelo inicial de la Ley de Faraday, atendiendo al concepto de variación de flujo y sus consecuencias en un conductor, como la aparición de una diferencia de potencial y corriente eléctrica inducida.

En la segunda clase, los estudiantes enriquecen este modelo inicial, a través de las ideas F.5 y F.6, es decir, a través de su interacción con los stands del museo, logran establecer las condiciones para mantener la diferencia de potencial y corriente inducidas en el tiempo, junto con lograr identificar las condiciones bajo las cuales la magnitud de la diferencia de potencial y corriente inducidas puede aumentar o disminuir.

En la tercera clase, los estudiantes sintetizan las subideas trabajadas para expresar el modelo conceptual final de la ley de Faraday, complementándolo con lo establecido en la idea de la ley de Lenz, la cual no es modelizada dentro de esta secuencia.

Una tercera etapa de la propuesta didáctica fue definir qué habilidades del pensamiento científico y del tipo social serán trabajadas en las diferentes actividades. Estas fueron habilidades sociales, en específico, H1 = argumentación científica y H2 = argumentación en torno a controversias y problemáticas de interés público, y habilidades del pensamiento científico, es decir, H3= observación y descripción, H4 = registro e interpretación de datos y H5 = comprender y aplicar el conocimiento científico. El Gráfico 3.2 detalla qué habilidades están presentes en cada una de las clases, según los códigos ya establecidos.

Gráfico 3.2: Habilidades según cada clase



Fuente: elaboración propia

Se aprecia que hay una predominancia de la argumentación científica (H1) en las 3 clases la argumentación respecto de problemáticas sociales y medioambientales, (H2) se trata solo en el museo, consecuentemente hay un aumento en la observación y explicación (H3) ya que se trabaja en el museo en la clase 2, de manera análoga comprender y aplicar el conocimiento científico (H5) se ve con mayor presencia en la clase 3.

Una última fase de la propuesta fue establecer qué etapas de la modelización se encontrarían presentes en cada clase, lo que se determinó según lo que Garrido (2016) plantea que se debe realizar para modelizar, es decir, para la clase 1 se trabajan las etapas de sentir la necesidad del modelo y expresar un modelo inicial. Para la clase 2 se trabajan las etapas de revisar y evaluar el modelo, y finalmente en la clase 3 se establecen las etapas de consensuar ideas y aplicar el modelo a la explicación de nuevos fenómenos.

Teniendo establecidos estos aspectos generales de la secuencia, a continuación se detalla la propuesta diseñada para construir el modelo de IEM.

3.2 Detalle de la secuencia didáctica

La propuesta didáctica, como se menciono anteriormente, está dividida en tres guías, las cuales se detallarán a continuación:

- **Clase 1**

La clase 1 contempla un test de diagnóstico y una guía de actividades para ser desarrollada en la sala de clases.

El test de diagnóstico, detallado en la Tabla 3.2, está considerado que sea grupal, no más de 4 personas, pero mínimo 2, esto es debido a que se considera desde un inicio los estudiantes pongan en práctica lo que es la argumentación científica, respondiendo de acuerdo a lo que aprendieron previamente en esta unidad, pero con la cooperación de todos en la construcción de las respuestas del test.

Tabla 3.2: Test de diagnóstico

Test de diagnóstico	
Este apartado contiene el test diagnóstico que los estudiantes deben realizar antes de iniciar cualquier tipo de actividad con las guías de trabajo.	
Nombre:	
Curso:	Fecha:
Objetivos:	
<ul style="list-style-type: none">• Reconocer los conocimientos previos que poseen los estudiantes para comprender los conceptos asociados a la inducción electromagnética.	
Instrucciones:	
<ul style="list-style-type: none">• Lee atentamente y responde lo solicitado.	
1. En la siguiente imagen de un imán de barra, dibujen las líneas de campo magnético, mostrando cómo se forman en este objeto. Luego, a través de flechas, establezcan cuál es el sentido de estas líneas.	
	
2. Define brevemente los siguientes conceptos:	
Fuerza:	
Corriente eléctrica:	

Movimiento relativo:	
Campo magnético y líneas de campo magnético:	
Conductor eléctrico:	
Diferencia de potencial eléctrico:	

Luego de responder este test, los estudiantes dan inicio la guía de esta clase, trabajando en grupos de 4 personas y poniendo en práctica diferentes habilidades sociales y de pensamiento científico, que se detallarán a continuación en la Tabla 3.3.

Tabla 3.3: Guía para la clase 1

Clase 1
<p>Objetivos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Distinguir entre los conceptos de flujo y variación de flujo a través de la interpretación de elementos audiovisuales que favorezcan la discusión entre pares, para construir el modelo de Inducción Electromagnética. • Relacionar el movimiento relativo entre un imán y una bobina, a través del apoyo de material audiovisual, para observar la variación de flujo magnético. <p>El desarrollo tecnológico que permite que nuestra vida hoy sea más cómoda, producto de la existencia de los motores eléctricos y los generadores de electricidad, depende directamente de unos descubrimientos realizados hace casi 200 años. Estos artefactos habría parecido imposible tenerlos si no hubiese sido por los logros obtenidos por Michael Faraday, quien sentó las bases teóricas para su posterior desarrollo. Este inglés, que vivió en el siglo XIX, nos permitió comprender la importancia de que la electricidad y el magnetismo son aspectos de la naturaleza que no pueden considerarse independientes el uno del otro, como ya lo intuía William Gilbert.</p> <p>El fenómeno que estudiaremos marcó un cambio en nuestra forma de desarrollarnos como sociedad. Su nombre es “Inducción Electromagnética”.</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: center;">Imagen 3.1 Video Faraday</p> <p>Para comprender este fenómeno debemos partir por el concepto de flujo magnético. En grupos de 4 integrantes, que mantendrán en las tres clases de este tema, realicen las siguientes actividades, teniendo en cuenta que deben escuchar respetuosamente las ideas de sus compañeros y considerar los aportes de todos los integrantes de su grupo.</p> <p>1. En la imagen siguiente, una misma área formada por un conductor se encuentra en distintos puntos de un campo magnético. Determinen cuántas líneas de campo magnético penetran al conductor en cada caso, considerando que el plano del conductor mencionado se encuentra perpendicular al plano de la imagen. Junto con lo anterior, y recordando sus conocimientos de campo magnético, identifiquen la relación existente entre</p>

el número de líneas que penetran el área fija del conductor con la intensidad del campo en cada punto.

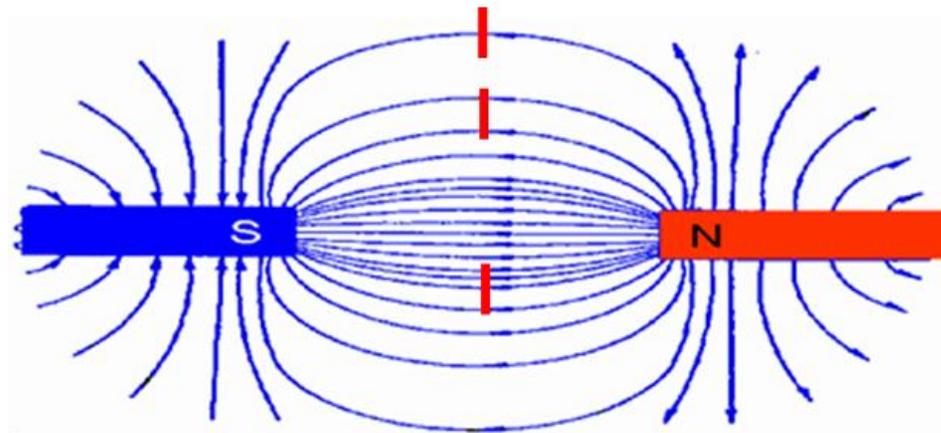


Imagen 3.2 Campo magnético

2. Existe un concepto asociado a las líneas de campo que se denomina flujo magnético. A partir de lo que observan en la ilustración, con sus palabras elaboren su propia definición de este concepto.

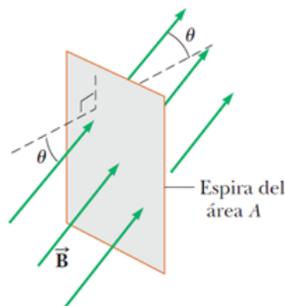


Imagen 3.3 Flujo magnético

Flujo magnético: _____

3. Comparen sus definiciones con la siguiente definición de flujo magnético:

“Debido a que un campo magnético lo podemos representar mediante líneas de inducción, y como sabemos que el vector campo magnético B en cualquier punto de estas líneas es tangente a ellas, definimos flujo magnético como una representación de cuántos vectores de campo magnético atraviesan el área de un conductor, atendiendo a la magnitud de la componente del vector campo magnético que es perpendicular al plano del conductor”.

Considerando los siguientes conceptos, seleccionen cuáles están dentro de su definición previa:

CONCEPTO	SI	NO
Líneas de campo magnético		
Vector campo magnético		
Ángulo entre vectores campo magnético y área de la espira		

Matemáticamente, el flujo magnético puede ser cuantificado mediante la siguiente expresión:

$$\Phi_B = \vec{B} \cdot \vec{A} = BA \cos \theta$$

Recordatorio matemático

El vector \vec{A} representa el vector área de una porción del plano (en este caso cada espira), que es perpendicular al plano de la espira y cuyo sentido está dado por el pulgar al aplicar la regla de la mano derecha. Al considerar que los dedos de la mano se cierran según el sentido de la corriente, el pulgar apuntará fuera del plano, mostrando el sentido del vector. Lo puedes observar en el vector rojo de la siguiente imagen.

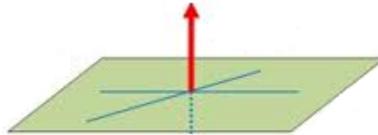
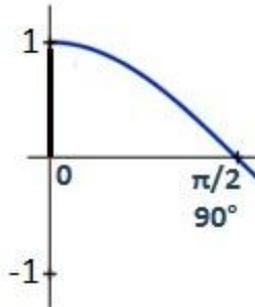


Imagen 3.4 Vector

4. Considerando el recuadro y la expresión matemática anterior, discutan entre ustedes e identifiquen en las imágenes de la tabla los siguientes casos para el flujo magnético: el flujo es máximo, existe flujo y el flujo es nulo. El área del conductor se presenta de perfil. Adicionalmente, dado el gráfico de la función coseno entre cero y Pi medios que se da a continuación, señalen a qué ángulos o intervalo de ángulos entre los vectores campo magnético y área corresponde cada tipo de flujo.



Función Coseno entre cero y Pi medios
Imagen 3.5 Función coseno

	 Imagen 3.6 Flujo 1	 Imagen 3.7 Flujo 2	 Imagen 3.8 Flujo 3
Flujo			
Ángulo(s)			

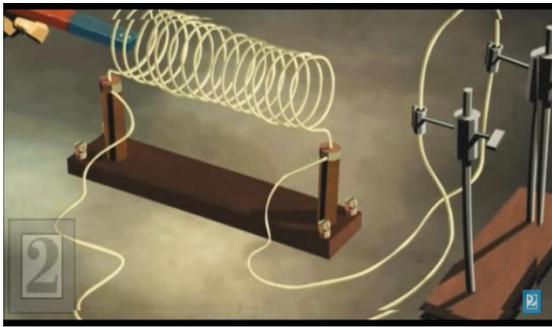
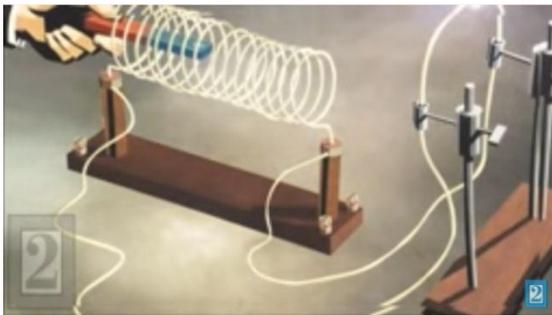
5. Revisen la imagen de la pregunta 1 y respondan: ¿Qué hubiese sucedido con el flujo magnético si el área del conductor hubiera aumentado su magnitud? ¿Y si hubiese disminuido?

6. Sobre la misma imagen de la pregunta anterior, donde el área del conductor es fija, respondan ¿Qué sucede con el flujo magnético en las zonas donde el campo es más intenso? ¿Y dónde es menos intenso?

Intensidad de campo mayor	Intensidad de campo menor

7. A continuación, veremos el video de Michael Faraday difundiendo su hallazgo. Anoten la condición que menciona el personaje para que exista la corriente inducida en la brecha del conductor.

8. Para analizar en primera instancia qué ocurre con el movimiento del imán, utilicen las siguientes imágenes. Dibujen la bobina y las líneas de campo magnético cuando el imán está entrando a la bobina y cuando está adentro.

 <p data-bbox="495 1171 706 1197">Imagen 3.9 Video 1</p>	
 <p data-bbox="495 1537 706 1562">Imagen 3.10 Video 2</p>	

9. En la siguiente imagen, se puede observar un imán que se mueve hacia la derecha dentro de una bobina fija. De acuerdo a sus dibujos de la pregunta anterior, determinen en qué posiciones del imán el flujo magnético dentro de la bobina es mayor y menor (consideren el aporte de todas las espiras). Junto con lo anterior, determinen en qué zonas del recorrido del imán existe un aumento o disminución de flujo.

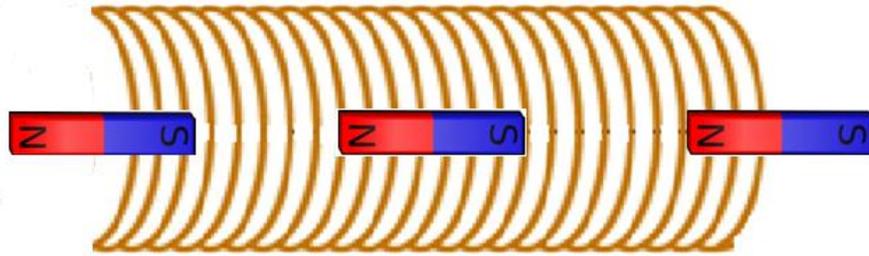


Imagen 3.11 Imanes

10. A partir de lo anterior, concluyan, ¿Qué produce el movimiento del imán dentro de la bobina en términos de flujo magnético?

11. Con respecto a sus respuestas de la pregunta 9, dibujen un gráfico donde se muestre la relación flujo magnético versus tiempo.



12. Como pueden visualizar en su gráfico, el flujo magnético no se mantiene constante. ¿Qué ven en el video como resultado de que el flujo magnético varíe en el tiempo dentro de la bobina?

Como bien recordarán de la unidad anterior de electricidad, la aparición de una corriente eléctrica está supeditada a la existencia de una diferencia de potencial eléctrico, lo que puede asegurarse con una fuente de voltaje, como una pila. Pero, como pudieron observar en el video de Michael Faraday, no se muestran indicios de alguna pila que genere esta corriente eléctrica. Así también, si observas el siguiente video, te darás cuenta que sí hay generación de electricidad a través del movimiento de las aspas de un aerogenerador.



Imagen 3.12 Energía

13. Entonces, expliquen ¿Cómo se produce la corriente eléctrica en estos casos, donde no se observa una fuente de voltaje?

14. En base a la imagen siguiente, discutan qué ocurriría si el imán se mantiene fijo en su posición de la izquierda y la bobina es la que se mueve hacia la izquierda. ¿Habría también una variación del flujo magnético? Expliquen.

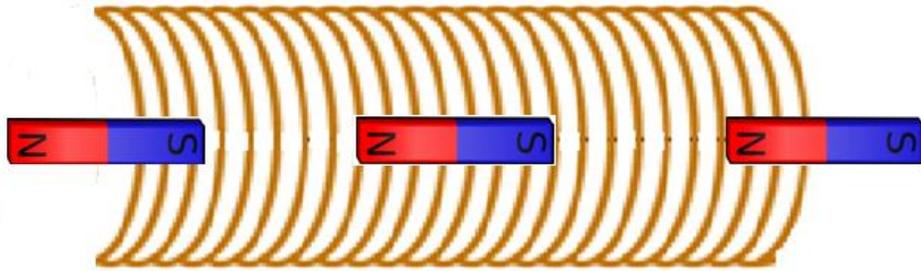


Imagen 3.11 Imanes

15. Cuando Faraday movía el imán, con esto variaba el flujo magnético y se producía una corriente eléctrica. Por consecuencia, ¿Qué es lo que realmente se produce al variar el flujo?

16. En esta clase han podido percatarse que, al existir movimiento relativo entre un imán y una bobina, existe una variación de flujo en la bobina que induce una diferencia de potencial eléctrico en ella, manifestándose una corriente eléctrica. ¿Qué importancia tendrá este fenómeno en el funcionamiento de las centrales de energía?

La temática de estas preguntas y la profundización en el fenómeno de Inducción Electromagnética serán protagonistas de la próxima clase, en la cual visitaremos el Museo Interactivo Mirador.

Los objetivos de esta clase hacen referencia, en un primer punto, a distinguir el concepto de flujo del de variación de flujo, de manera de abordar lo expuesto en la literatura en cuanto a las dificultades en el aprendizaje de la Inducción Electromagnética. En un segundo punto, a que los estudiantes logren asociar el movimiento relativo entre un imán y una bobina con el concepto de variación de flujo, marcando el vínculo entre lo sugerido por el MINEDUC y nuestra propuesta, que comprende enseñar el contenido a través de la descripción del concepto de flujo magnético.

La introducción de la clase, que conforma la etapa 1, pretende situar el fenómeno en su dimensión histórica y visualizar sus efectos en la sociedad, haciendo énfasis en la figura de Michael Faraday.

En la etapa 2, que comprende las preguntas 1 a 6, se formaliza el concepto de flujo. Los estudiantes trabajan con las variables que inciden en el flujo, como se puede observar en la expresión matemática dada, de manera de observar cómo cada una de ellas puede influir para producir una variación de flujo.

En la etapa 3, que comprende las preguntas 7 a 14, está enfocada a superar la dificultad en el aprendizaje de confundir flujo con variación de flujo como causante de la Inducción, detectada en la literatura. Además, pretende lograr asociar el movimiento relativo entre un imán y una bobina con el concepto de variación de flujo a través de situaciones gráficas, junto con determinar que cuando ocurre Inducción, se genera una diferencia de potencial. Todo lo anterior parte de una motivación dada por un video donde se muestra a Michael Faraday difundiendo su hallazgo, junto con un video de aerogeneradores. Adicionalmente, la pregunta 14 está enfocada a determinar que para que exista variación de flujo con las condiciones dadas, debe ocurrir un movimiento relativo.

En la etapa 4, se cierra con la pregunta que dará inicio a la siguiente clase en el museo, donde deben elaborar una hipótesis acerca del rol de este fenómeno en las centrales generadoras de energía.

Respecto de la modelización, la clase 1 presenta las siguientes etapas de esta metodología:

Tabla 3.4: Etapas de la modelización para la clase 1

Etapa 1: Sentir la necesidad del modelo	A partir de los videos de Michael Faraday y de los aerogeneradores, a los estudiantes se les conduce a una situación donde sus conocimientos previos no son capaces de explicar el fenómeno presentado, por lo que en ese punto sienten la necesidad de un nuevo modelo que les permita explicarlo.
Etapa 2: Expresar el modelo inicial	Los estudiantes, a partir de las preguntas 13 y 15, y considerando su trabajo con las preguntas previas, expresan sus primeras explicaciones acerca del modelo de Inducción Electromagnética, referidas específicamente a la subidea F4 del modelo. Con la pregunta 13 responden en términos de corriente eléctrica y con la 15 en términos de diferencia de potencial.

Fuente: elaboración propia

En esta primera clase el docente interactúa con los estudiantes de tal forma de poder formar nuevas ideas, introduciendo nuevos conceptos, es decir, flujo magnético y variación de flujo magnético, comentando las respuestas de los estudiantes en las diferentes actividades. Pide que comparen sus ideas, respecto a lo que es la definición formal del concepto. Además, va seleccionando ideas, centrando su atención en las respuestas de los estudiantes acerca de qué comprenden por variación de flujo magnético, lo que hace que también el profesor vuelva a permitir que los estudiantes repasen sus ideas, para expresar el modelo inicial acerca de la IEM.

- **Clase 2**

Para la clase 2, se detallan en la Tabla 3.5 la serie de actividades diseñadas.

Tabla 3.5: Guía para la clase 2

Clase 2

Objetivos:

- Experimentar con las variables que inciden en el fenómeno de IEM y profundizar en los detalles del fenómeno a través de los manipulativos presentes en la sala de Electromagnetismo del MIM, para desarrollar las ideas del modelo de Inducción Electromagnética.
- Relacionar el fenómeno de IEM con el funcionamiento de las centrales generadoras de energía, a través del uso de los manipulativos de las salas de Electromagnetismo y Energía, para establecer el vínculo de la IEM con el desarrollo de la vida cotidiana.

Como se estudió durante la clase anterior, la variación del flujo magnético es fundamental para la existencia del fenómeno de inducción electromagnética, y éste a su vez estaría vinculado al funcionamiento de las centrales generadoras de energía. Para poder comprender esta conexión visitarán las salas de Electromagnetismo y Energía del Museo, pero previamente a eso realizaremos unas breves actividades. A continuación, anoten su respuesta a la pregunta realizada al final de la clase anterior:

1. ¿Qué importancia tendrá el fenómeno de inducción electromagnética en el funcionamiento de las centrales generadoras de energía?

2. Discutan entre ustedes y representen las posibles configuraciones que podrían darse entre un imán y una bobina en una central hidroeléctrica, para la producción de electricidad.

Es importante que ustedes puedan comprender cómo se conecta la inducción electromagnética con la forma en que diferentes centrales generadoras de energía abastecen nuestros hogares día a día. Esto te permitirá visualizar posibles soluciones frente a situaciones problemáticas de nuestro país, como la que se describe a continuación:

“Durante los últimos años varias zonas del país han experimentado situaciones de sequía, en particular la zona comprendida entre las regiones de Atacama y La Araucanía. Si bien esta escasez tiene un carácter estacional, existen antecedentes que apuntan a un problema más permanente. Por ello, es relevante tomar medidas no sólo para superar la situación de corto plazo, sino también para abordar la escasez de forma más permanente, debido a que el 34% de la energía producida en el país se basa en los recursos hídricos. El Ministerio de Obras Públicas de nuestro país, señala que si no se toman medidas con prontitud en relación a la demanda de energía existente en la actualidad, para el año 2025 los recursos hídricos disponibles harán entrar al país en una crisis energética, llegando en algunas regiones hasta un déficit del 100%.”

Fuente: Ministerio de Obras Públicas, Chile (2011)

3. Si la disponibilidad de agua en el futuro para mover las turbinas de las centrales hidroeléctricas no es del todo segura, ¿Con qué otros recursos se podría asegurar el movimiento de estas turbinas, manteniendo la eficacia?

Para que tu solución pueda ser una opción válida para las formas alternativas de generar energía, necesitan evidenciar el fenómeno en estudio, y para lograr esto, sus primeros pasos dentro del museo deben ser directamente hacia la Sala de Electromagnetismo, a los stands que se detallan a continuación.

Pueden partir por cualquiera de los dos stands.

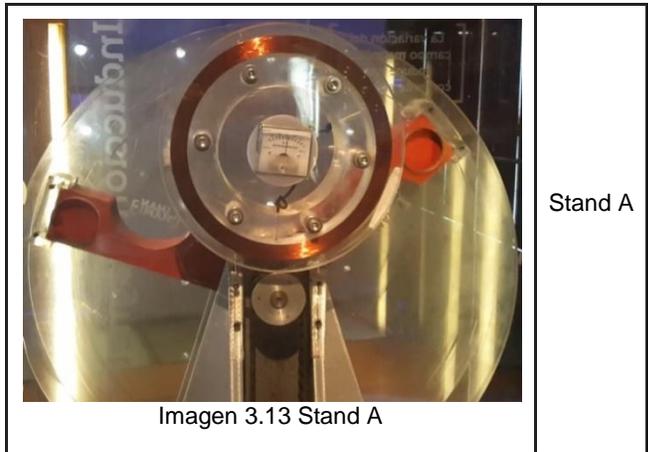


Imagen 3.13 Stand A

Respondan las siguientes preguntas lo más detalladamente posible:

A.1 Muevan la manivela varias veces en distinta dirección y respondan, ¿Qué sucede con las ampollitas?

A.2 Utilicen el concepto de flujo para responder: ¿Por qué cuando mueven la manilla se encienden las ampollitas?

A.3 Como pueden observar, en la parte posterior de las ampollitas verán un instrumento que, como ya pudieron estudiar durante la primera unidad de fuerza eléctrica y cargas eléctricas, es conocido como amperímetro, el cual mide la intensidad de corriente eléctrica. Respecto a este instrumento, ¿Qué sucede en él cuando los imanes se mueven y pasan uno tras otro cerca de la bobina?. Al mover lentamente los imanes, ¿Qué sucede cuando el imán se acerca a la bobina y cuando se aleja de ella? Representen estas tres situaciones gráficamente.

Imanes en rotación	
Imán acercándose	Imán alejándose

A.4 La rapidez angular corresponde al valor angular que un objeto en rotación cubre en un determinado tiempo. ¿Qué relación tendrá esta variable con el fenómeno que estamos estudiando? Para establecer una conexión, giren la manivela para que los imanes lo hagan con distintas rapidez angulares y observen qué ocurre con los valores máximos y mínimos que registra el amperímetro cuando mueven los imanes a distintas rapidez. Dibujen los registros del amperímetro para tres rapidez angulares distintas,

ordenando los dibujos de menor rapidez angular a mayor.

Como han podido observar, al mover la manivela los imanes pasan uno tras otro al costado de la bobina. En términos de flujo magnético, cuando los imanes se acercan a la bobina, las líneas de campo dentro de ella aumentan, por lo que el flujo aumenta. Cuando los imanes se alejan, las líneas de campo dentro de ella disminuyen, por lo que el flujo disminuye.

A.5 Revisen sus dibujos de la pregunta A.3 y respondan: Si el flujo aumenta, ¿Tiene asociados valores positivos en el amperímetro? Si el flujo disminuye, ¿Qué tipo de valores marca el amperímetro?

A.6 Entonces, ¿Por qué el amperímetro marca valores positivos y negativos de manera cíclica cuando mueven la manivela? Respondan en términos de flujo magnético.

A.7 La corriente que ustedes estudiaron en la primera unidad de electricidad se denomina corriente continua, averigüen dentro de la sala de Electromagnetismo cuál es el nombre de la corriente eléctrica que se produce en este stand.

A.8 Según lo que vieron en este stand, ¿Qué condición debe darse con respecto al flujo magnético en el tiempo para mantener este tipo de corriente?

El flujo puede variar tanto positiva como negativamente, y en ambos casos se induce una diferencia de potencial, manifestándose una corriente eléctrica.

A.9 Expliquen con sus palabras lo que significa que el flujo varíe positiva o negativamente (Pista: utilicen el concepto de Delta)

A.10 Al girar los imanes más rápidamente, pudieron observar cómo la magnitud de la corriente inducida aumentaba. Si la diferencia de potencial inducida es la causa de esta corriente, ¿Qué relación existirá entre la magnitud de la diferencia de potencial inducida y la magnitud de la variación de flujo en el tiempo?

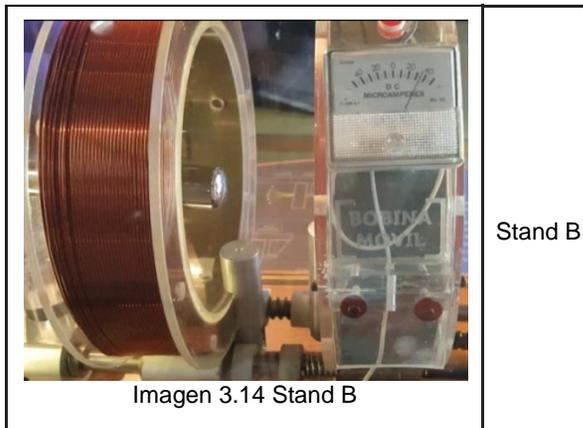
De las observaciones que realizaron en el amperímetro, pudieron notar que existen dos sentidos distintos para la corriente inducida, y de sus conocimientos previos, saben que por un conductor a través del cual circula corriente eléctrica se genera un campo magnético. En la siguiente clase, uniremos estas dos ideas

para dar respuesta a qué sentido toma la corriente inducida en un conductor.

A.11 Con lo que han aprendido hasta ahora, expliquen para qué es necesario mover la manivela.

A.12 A continuación, dejen de mover la manivela y observen lo que sucede con las ampollitas. Elijan otras posiciones de los imanes con respecto a la bobina y dejen los imanes fijos, observando qué ocurre en cada caso con las ampollitas. En cada uno de estos casos, ¿Cómo es el flujo magnético en el tiempo a través del área de la bobina? Consideren el aporte de los tres imanes.

A.13 Con respecto a lo que han discutido y concluido, ¿Basta con que exista flujo magnético para que exista Inducción Electromagnética?



Respondan las siguientes preguntas lo más detalladamente posible:

B.1 Muevan la bobina hasta situarla en distintos puntos fijos y aprieten el botón que pueden encontrar en el stand. Expliquen, ¿Por qué la ampollita se prende al realizar lo anterior?

B.2 Vuelvan a mover la bobina, de manera que al principio se encuentre lo más próxima posible a la bobina fija y al final lo más distante posible. Consideren posiciones intermedias fijas y observen lo que ocurre en el proceso con el amperímetro. Dibujen lo que sucede en el amperímetro con las posiciones fijas del principio y el final.

--	--

B.3 Dibujen el campo magnético que se genera alrededor de la bobina fija, cuando en ella existe corriente eléctrica, mientras mantienen presionado el botón. Dibujen la bobina fija lo más a la izquierda posible.

B.4 Dibujen lo que sucede con el campo magnético cuando en la bobina fija no hay corriente y señalen el valor del flujo sobre la bobina móvil en este caso, para cualquier posición de ella. El flujo magnético se mide en Webers (Wb).

Valor flujo =

B.5 Discutan entre ustedes y respondan: ¿Qué le sucede al flujo sobre la bobina móvil antes de apretar el botón, cuando lo aprietan y sueltan y después de soltar el botón?

B.6 Expliquen por qué en este caso existe Inducción sin que haya movimiento relativo entre la fuente de campo magnético y la bobina móvil.

B.7 En el dibujo de su respuesta B.3, dibujen ahora la bobina móvil en las mismas posiciones con las cuales respondieron la pregunta B.2, y señalen en cuál de estas dos posiciones el flujo magnético es mayor. ¿Cómo se relaciona el flujo magnético con la distancia?

B.8 De su respuesta B.2 determinen cómo se relaciona la magnitud de la corriente eléctrica inducida con la distancia entre las dos bobinas. Si la corriente eléctrica es una consecuencia de una diferencia de potencial eléctrico, determinen también lo que sucede con la magnitud de la diferencia de potencial inducida a medida que la bobina móvil se aleja.

B.9 Basándose en su dibujo de la pregunta B.3, señalen la relación existente la intensidad del campo y las distintas posiciones de la bobina móvil.

B.10 Con lo que han aprendido hasta ahora, expliquen por qué se prende la ampolleta de la bobina móvil al presionar el botón.

4. Habiendo interactuado con ambos stands, discutan y respondan las dos preguntas siguientes, ¿Qué condiciones deben darse para que la diferencia de potencial inducida se mantenga en el tiempo?

5. ¿Qué relación existe entre la variación de flujo en el tiempo y la magnitud de la diferencia de potencial inducida?

Ahora que ya han visitado la sala de Electromagnetismo, los invitamos a que recorran libremente la sala de Energía del Museo, la cual está adyacente a la de Electromagnetismo, y en base a lo que observen en ella respondan las siguientes preguntas:

6. Como pueden ver, existen diversas formas de aprovechar los recursos naturales y generar electricidad a través de ellos. Mencionen los distintos tipos de centrales que están presentes en la sala e indiquen cuáles de ellas podrían utilizarse en Chile para ayudar a mantener la producción de energía, debido a la problemática derivada de la disponibilidad de agua mencionada al principio de esta clase.

7. Establezcan las similitudes entre el stand A y un generador eólico. ¿Se producirá Inducción Electromagnética en el dispositivo eólico? De producirse, ¿En qué parte específica del aerogenerador se lleva a cabo? Expliquen.

8. ¿En qué parte específica de la central hidroeléctrica se producirá la Inducción electromagnética? Expliquen.

9. Con respecto a las dos centrales mencionadas en las preguntas anteriores, expliquen para qué es necesario generar movimiento.

Con lo que ya saben, revisen su respuesta de la pregunta 2, ¿Estaban muy alejados?

10. Como ya habrán podido percatarse, el fenómeno que estamos estudiando es clave en el funcionamiento de las centrales de energía, sin embargo, no todas las instalaciones se basan en este fenómeno. Mencionen una instalación presente en la sala que no funcione bajo la Inducción Electromagnética.

11. Finalmente, con lo que han aprendido hasta ahora, vuelvan a responder: ¿Qué importancia tendrá el fenómeno de inducción electromagnética en el funcionamiento de las centrales generadoras de energía?

Esta clase pretende que los estudiantes, a través de los manipulativos del museo, puedan experimentar con el fenómeno, de manera de añadir ideas al modelo que han ido desarrollando en la clase anterior. Adicionalmente, los estudiantes relacionarán el fenómeno con el funcionamiento de las centrales de energía, donde estarán insertos en una problemática CTSA.

En la etapa 1, que comprende las preguntas previas a la sala de Electromagnetismo y posteriores a ella, tiene por finalidad que, por un lado, los estudiantes reconozcan la presencia del fenómeno de Inducción Electromagnética en las centrales generadoras de energía y de qué manera, y por otro, desarrollar la alfabetización científica, de tal manera de que los estudiantes

desarrollen habilidades que les permitan participar en los debates sociales que incluyan temas científicos, conociendo la presencia de la Inducción en la vida cotidiana.

En la etapa 2, que comprende las preguntas del Stand A, pretende que los estudiantes, producto de su interacción con el manipulativo del museo, distingan los dos tipos de variación de flujo, conozcan las condiciones para mantener una corriente alterna, asocien la magnitud de la variación de flujo con la magnitud de la diferencia de potencial inducida y que refuercen la idea de que solo la variación de flujo produce Inducción, no bastando el solo hecho de existir flujo.

En la etapa 3, que comprende las preguntas del stand B, pretende que los estudiantes, producto de su interacción con el manipulativo del museo, conozcan un ejemplo donde se produce Inducción sin existir movimiento relativo entre la fuente de campo magnético y la bobina, junto con determinar la relación existente entre flujo magnético y la diferencia de potencial inducida con la distancia, donde tienen que poner en juego sus conocimientos durante la unidad.

Respecto a la modelización, la clase 2 presenta las siguientes etapas:

Tabla 3.6: Etapas de la modelización para la clase 2

Etapa 3: Evaluar el modelo	Con la experimentación del fenómeno en el museo, y a partir de sus respuestas a las preguntas A.12 y A.13, los estudiantes podrán cuestionarse sus ideas acerca del rol del flujo magnético en la Inducción Electromagnética, situación ha sido descrita anteriormente en los problemas conceptuales detectados en investigaciones sobre el aprendizaje de este tema. A partir de las preguntas A.3 a A.11 y de B.2 a B.10, los estudiantes podrán explorar nuevas características del fenómeno, conformadas en su mayoría por las subideas F5 y F6 del modelo.
Etapa 4: Revisar el modelo	Con las preguntas 4 y 5 se generaliza lo trabajado con las subideas F5 y F6 y, a través de la pregunta B.6, los estudiantes podrán comprender que no necesariamente debe existir movimiento relativo entre la bobina y la fuente de campo magnético para que exista Inducción Electromagnética, identificando este hecho como un caso particular.

Fuente: elaboración propia

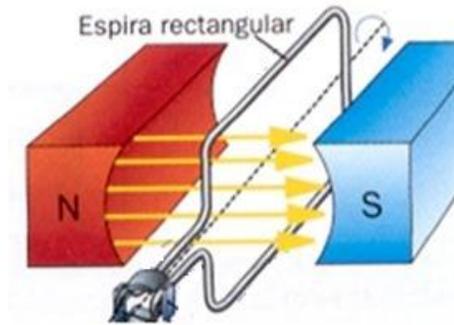
El rol del profesor en esta clase es fundamental, ya que debe gestionar tanto el uso del museo como los tiempos destinados a cada actividad. Además, respecto a lo que Mortimer y Scott (2003) señalan, el docente remarca las ideas trabajadas en la clase anterior, para que ahora puedan utilizarlas en los diferentes stands del MIM. Permite el desarrollo de ciertos conceptos necesarios, por ejemplo las subideas F5 y F6, y que son ideas que involucran directamente lo aprendido en la primera clase. Por otro lado, se van comprobando ideas, leyendo las respuestas, haciendo puestas en común dentro del museo, por cada stand, permitiendo que comparen sus respuestas, y que como curso puedan llegar a un consenso sobre todas las subideas que involucran la variación de flujo magnético. Finalmente, hace una revisión de las subideas, recapitulando actividades hechas en los stands, y hace un resumen de la experiencia, tanto como en el aprendizaje adquirido, como con las habilidades desarrolladas, incluyendo además un resumen de la experiencia misma, en términos motivacionales.

- **Clase 3**

Las actividades propuestas para la clase 3 se detallan a continuación en la Tabla 3.7.

Tabla 3.7: Guía para la clase 3

Clase 3
<p>Objetivos:</p> <ul style="list-style-type: none">• Sintetizar las ideas trabajadas durante las dos sesiones previas a través de preguntas dirigidas, para articular las ideas del modelo de Inducción Electromagnética.• Aplicar el concepto de Inducción Electromagnética a una situación nueva, a través de la manipulación de materiales concretos, para integrar conocimientos trabajados durante la unidad.
<p>Ahora que ya han visitado el museo y trabajado el tema con mayor detalle, a continuación los invitamos a articular las ideas trabajadas. Para ello, junto a su grupo de trabajo, respondan las siguientes preguntas:</p>
<p>1. Con respecto a lo tratado en la primera clase, respondan: ¿Qué condición es necesaria para que exista Inducción Electromagnética? Utilicen sus ideas de flujo magnético.</p> <hr/> <hr/>
<p>2. El que exista movimiento relativo entre una bobina y un imán, ¿Qué implica respecto del flujo magnético en la bobina?</p> <hr/> <hr/>
<p>3. Según lo respondido en las dos preguntas previas, contesten: ¿Cuándo se produce Inducción Electromagnética?</p> <hr/> <hr/>
<p>4. ¿Cuál es el resultado de la Inducción Electromagnética en un conductor?</p> <hr/> <hr/>
<p>5. Cuando visitaron el stand A de la sala de Electromagnetismo, pudieron observar una característica de la Inducción Electromagnética. Para que la diferencia de potencial y corriente eléctrica inducidas permanezcan, ¿Qué debe ocurrir con la variación de flujo en el tiempo? Revisen sus respuestas a las preguntas A.8.</p> <hr/> <hr/>
<p>6. En su interacción con los manipulativos del museo pudieron evidenciar otra propiedad del fenómeno. Revisen sus respuestas a la pregunta A.10 y respondan: ¿Cuál es la relación que existe entre la variación de flujo en el tiempo y el valor de la diferencia de potencial inducida?</p> <hr/> <hr/>
<p>7. Antes de integrar sus respuestas anteriores, describan lo que observan en la siguiente imagen, que muestra una situación donde está presente la Inducción.</p>



Dinamo

Imagen 3.15 Dinamo

8. Utilizando las ideas de sus respuestas anteriores, expliquen las tres preguntas siguientes: ¿Cómo se produce la Inducción Electromagnética en esta situación?

9. ¿Qué condición es necesaria para mantener la variación de flujo?

10. ¿Para qué sería necesario variar la rapidez angular con la que se gira la espira?

Lo que acaban de contestar corresponde a un ejemplo de lo que conceptualmente se conoce como la ley de Faraday, descubierta experimentalmente en 1831.

Nos queda tratar un último punto en esta sección. Ya saben que cuando se produce Inducción Electromagnética se induce una diferencia de potencial, lo que se manifiesta en una corriente inducida en el conductor. Pero, ¿En cuál de los dos sentidos del conductor la corriente fluye? Como recordarán de su interacción con el stand A, el amperímetro que éste traía incorporado marcaba tanto valores positivos como negativos, lo que se refleja en las siguientes imágenes. ¿A qué responde este hecho?



Imagen 3.16 Amperímetro 1



Imagen 3.17 Amperímetro 2

Para poder resolver esta problemática, necesitan la siguiente definición:

La corriente inducida tiene un sentido tal sobre el conductor, que el flujo magnético que ésta crea se opone a la variación de flujo que la originó.

Ley de Lenz

Una ayuda para resolver las siguientes preguntas es considerar la regla de la mano derecha. En la siguiente imagen se muestran los conceptos involucrados para esta regla en el contexto que trabajaremos. Los dedos se cierran en el sentido del campo y el pulgar señala el sentido de la corriente.

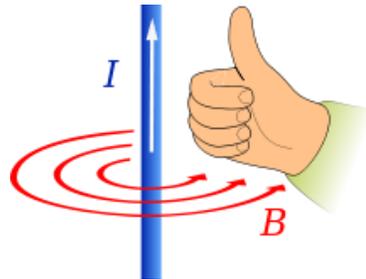
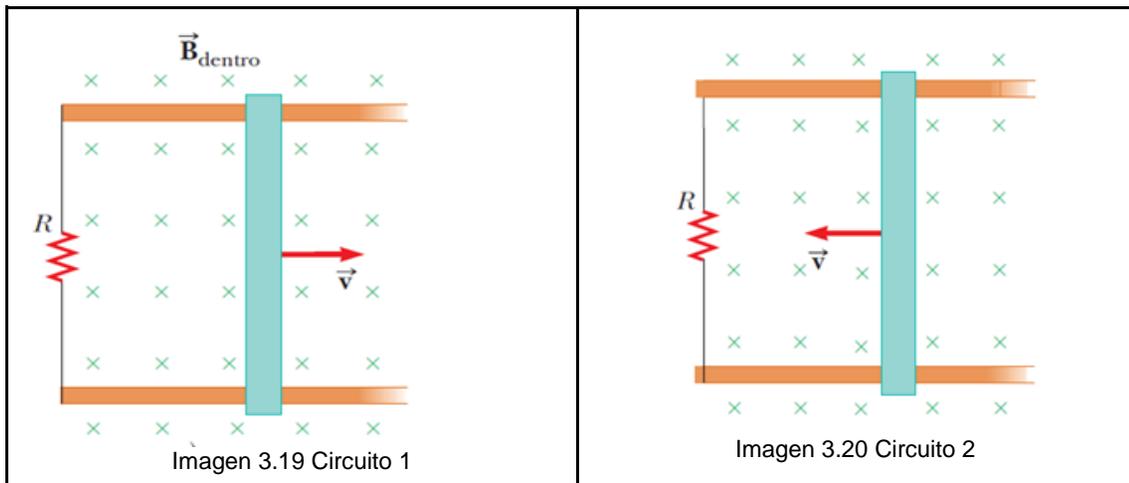


Imagen 3.18 Regla de la mano derecha

11. En las siguientes imágenes podrán observar un circuito compuesto por una barra conductora móvil que permite variar su área. El circuito está en presencia de un campo magnético uniforme. En base al principio de conservación de la energía, sabemos que el flujo no puede aumentar indefinidamente sobre el circuito. En base a esto, respondan cuál sería el sentido de propagación de la corriente inducida en cada caso.



Es decir, si existe un aumento de flujo sobre el circuito, la corriente inducida formará un campo magnético que a su vez producirá un flujo sobre el circuito que haga disminuir el aumento de flujo que la originó, y viceversa, respondiendo al principio de conservación de la energía.

12. Ahora que conocen la Ley de Lenz, expliquen por qué el amperímetro del stand A marca valores positivos y negativos de manera cíclica.

Para finalizar, por ahora, nuestro estudio sobre la Inducción Electromagnética, les proponemos realizar una última actividad.



Imagen 3.21 Tubos

Dispondrán de tres tubos de igual longitud: uno de plástico, uno de aluminio y uno de cobre; además de un imán pequeño. Coloquen los tubos de manera vertical y observen qué sucede con el tiempo de caída cuando el imán es soltado desde la parte superior del tubo.

13. Ordenen de menor a mayor los tiempos de caída para cada material del tubo.

14. Expliquen, ¿Por qué el imán en el tubo de cobre demora más en caer?

Como se podrán haber dado cuenta, existe una fuerza adicional al peso sobre el imán, pero ¿De dónde provendrá esta fuerza? Para llegar a responder esta pregunta, analicemos qué sucede con el imán mientras va cayendo.

15. Como ya saben, el imán es una fuente de campo magnético y el cobre es un material conductor. En este caso, el área del interior del tubo es fija, por lo que podemos considerar al tubo como si estuviera compuesto por muchas espiras delgadas de la misma área. Considerando lo anterior, respondan, ¿Qué sucede con el flujo magnético a través de estas espiras mientras el imán desciende y qué se induce en ellas?

16. El campo magnético generado por la corriente inducida posee un polo norte y un polo sur, como han estudiado durante la unidad. Expliquen qué sucede con la interacción entre los polos del campo magnético generado por la corriente inducida y los del imán, de manera de explicar la existencia de la fuerza adicional.

Compartan sus respuestas con el curso y escuchen la explicación del profesor.

Una primera parte de la clase tiene por finalidad sintetizar las ideas trabajadas, de manera que los estudiantes puedan articularlas formando el modelo conceptual de Inducción Electromagnética. La segunda parte pretende lograr la transferencia de lo aprendido a una situación nueva.

En la etapa 1, que comprende las preguntas 1 a 8, tiene por finalidad que los estudiantes sinteticen las ideas trabajadas en las dos sesiones previas, a partir de preguntas dirigidas y aplicando los conocimientos en la explicación de un dínamo.

En la etapa 2, que comprende las: preguntas 9 a 10, los estudiantes conocerán, formalizarán y aplicarán la ley de Lenz, a través de aplicaciones sobre imágenes, de manera de dar una respuesta más completa a preguntas previas de la secuencia.

En la etapa 3, que comprende las preguntas finales, los estudiantes deberán aplicar sus conocimientos de la unidad “Magnetismo y corriente eléctrica”, para explicar por qué un imán pequeño cae más lentamente en un tubo de cobre que en tubos de aluminio y plástico.

Respecto de la modelización, la clase 3 presenta las siguientes etapas:

Tabla 3.8: Etapas de la modelización para la clase 3

Etapa 5: Expresar/consensuar un modelo final	Con las preguntas 1 a 10, los estudiantes podrán sintetizar y articular sus ideas trabajadas durante las dos clases anteriores, de manera de generar finalmente el modelo correspondiente a la ley de Faraday.
Etapa 6: Utilizar el modelo para predecir o explicar un nuevo fenómeno	A partir de las preguntas 13 a 16, los estudiantes podrán aplicar sus conocimientos para explicar una situación nueva donde está inserta la Inducción Electromagnética de forma protagónica.

Fuente: elaboración propia

Esta última clase será la que le permita al profesor poner en práctica intervenciones donde deberá seleccionar las ideas fundamentales para poder asociar lo que es la Ley de Faraday con la Ley de Lenz, que les permite entender el signo negativo de la primera. El seleccionar y remarcar las ideas claves de los estudiantes permitirá que ellos puedan construir finalmente el modelo conceptual de la IEM. Debe haber una puesta en común, compartiendo estas ideas, y verificar que todos hayan adquirido el mismo significado de lo que implica el fenómeno de Inducción Electromagnética en su vida cotidiana y en el desarrollo económico, social y cultural de las personas. Hace una revisión final que permitirá que expliquen la actividad del tubo, y en donde como curso deben compartir las ideas acerca de este fenómeno.

3.3 Validación y refinamiento de la propuesta

Después de la construcción de la propuesta didáctica, fue necesario que profesores expertos revisaran cada uno de los objetivos propuestos y las actividades asociadas a éstos. Para ello se debía tener en cuenta que los docentes a cargo de esta etapa tuviesen el conocimiento

necesario para validar los aspectos asociados al contenido y los aspectos asociados al ámbito pedagógico, es decir, necesariamente debían ser profesores dictando cátedras en relación a Electromagnetismo, y que además estén o hayan hecho clases tanto en colegios como a nivel universitario. Por lo tanto, en relación al contenido a enseñar, la primera profesora experta para validar la propuesta fue la docente Magalí Reyes, con casi 50 años de experiencia a nivel universitario, dictando la cátedra de Electromagnetismo y Física Moderna, en la carrera de Pedagogía en Física y Matemática de la Universidad de Santiago de Chile.

El segundo profesor experto fue el docente Manuel Pinilla, profesor del Departamento de Física de la Universidad de Santiago, con experiencia tanto a nivel universitario como en nivel escolar. Finalmente el tercer profesor fue el docente Roberto Yáñez, con 6 años de experiencia a nivel escolar y enseñando el concepto de Inducción Electromagnética en cuarto año medio.

Para estos profesores se construyeron rúbricas de tipo analíticas, con el fin de que evaluaran la propuesta. Cada una de las clases fue dividida por etapas, por ende, los docentes debían ir evaluando según la forma de exponer la información, cómo se hacían las preguntas, entre otros aspectos. Además se les solicitó agregar comentarios respecto a cada etapa de las clases y a la clase en su totalidad.

La escala Likert construida para las rúbricas fue de acuerdo a la actitud que ellos muestran según las preguntas, es decir, el que ellos contesten de acuerdo indicaría una actitud favorable en su respuesta a la pregunta. Mientras mayor sea su cantidad de preguntas en la dimensión positiva, tendrá una actitud más favorable. Mientras mayor ítems con respuestas positivas, mayor fiabilidad de la información, además si los criterios están bien establecidos, la información entregada es válida, lo que complementa la fiabilidad de ésta.

A modo de resumir la información obtenida por las validaciones se construyó una tabla de síntesis. A cada criterio de la escala Likert se le asignó una puntuación, donde el criterio “Completamente de acuerdo” tiene un valor de 4 puntos, “De acuerdo” tiene 3 puntos, “En desacuerdo” tiene 2 puntos y “Completamente en Desacuerdo” tiene 1 punto. A continuación la Tabla 3.1 entrega las puntuaciones generales de las respuestas de los profesores expertos, según etapas de cada clase, además de un promedio de estos valores.

Tabla 3.9: Validación profesores expertos

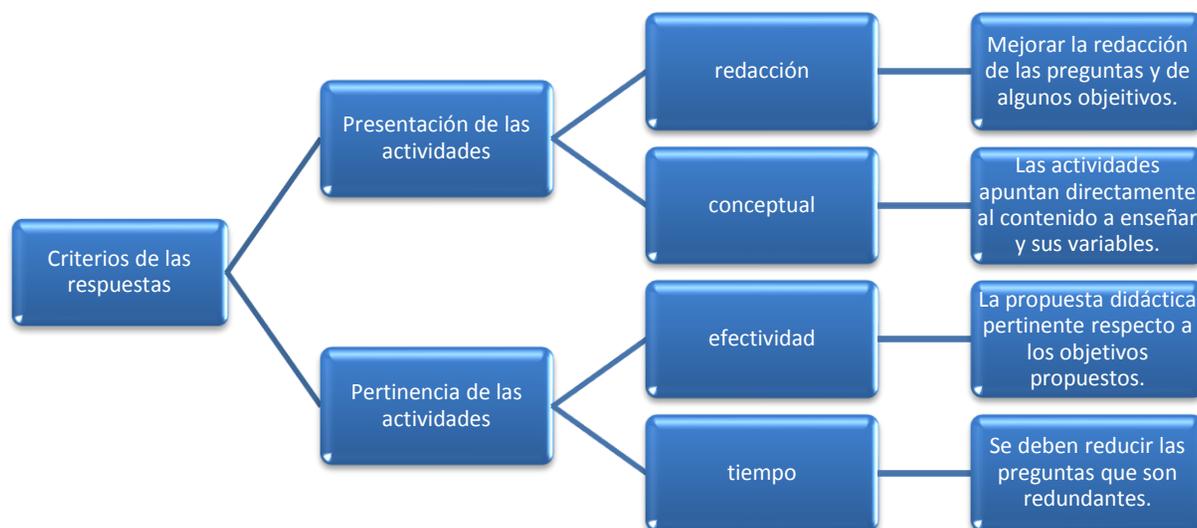
CLASES	ETAPAS	PROFESOR 1	PROFESOR 2	PROFESOR 3	PROMEDIO
C1	Test Diagnóstico	3	4	3	3.3

	1	4	3	4	3.7
	2	3	3	3	3
	3	4	4	4	4
	4	4	4	4	4
	Clase en General	4	3	4	3.7
C2	1	4	3	4	3.7
	2	4	4	4	4
	3	4	4	4	4
	Clase en General	4	4	4	4
C3	1	4	4	4	4
	2	4	4	4	4
	3	4	4	4	4
	Clase en General	4	4	4	4

Fuente: elaboración propia

Como se puede observar en la Tabla 3.9 los resultados fueron favorables para cada una de las clases, por los 3 profesores expertos. Los puntajes más bajos, se relacionan directamente con las observaciones generales realizadas a cada una de las etapas de las clases. Estos comentarios se resumen en la siguiente Figura 3.2 que divide las respuestas en 4 dimensiones, las cuales son la redacción, el concepto, la efectividad y el tiempo.

Figura 3. Resumen de comentarios generales de profesores expertos



Fuente: elaboración propia

Es así como los profesores validadores señalan que la propuesta es pertinente tanto en las actividades para construir un modelo conceptual de la Inducción Electromagnética, como de la posibilidad de implementar y que se logren los objetivos propuestos.

A partir de estos comentarios generales, las rúbricas analíticas para validar las etapas de cada clase y los comentarios de las profesoras correctoras de este Seminario, se realizaron algunas modificaciones a la propuesta didáctica. Estos cambios se detallan a continuación.

- **Clase 1**

La siguiente Tabla 3.10 Muestra los cambios realizados en la clase 1:

Tabla 3.10: refinamiento clase 1

	PROPUESTA INICIAL	PROPUESTA DESPUÉS DE LOS CAMBIOS												
Test Diagnóstico	1. En la siguiente imagen de un imán de barra, dibujen el campo magnético, mostrando cómo se forman las líneas de campo. Luego, a través de flechas, establezcan cuál es el sentido de estas líneas.	1. En la siguiente imagen de un imán de barra, dibujen las líneas de campo magnético, mostrando cómo se forman en este objeto. Luego, a través de flechas, establezcan cuál es el sentido de estas líneas.												
	Se agrega la palabra “líneas de campo magnético”, ya que no es posible dibujar el campo magnético por sí solo. Esto es sugerencia de profesor experto 3.													
	2. Definir el concepto: Campo magnético	2. Definir el concepto: Campo magnético y líneas de campo magnético.												
Se agrega que definan las líneas de campo magnético, esto es por sugerencia del profesor corrector 3.														
Clase 1	1. En la imagen siguiente, el área fija que forma un conductor se encuentra en distintos puntos de un campo magnético.	1. En la imagen siguiente, una misma área formada por un conductor se encuentra en distintos puntos de un campo magnético.												
	Se cambia la redacción de esta primera frase de la pregunta 1 debido a que es confusa. Esta es sugerencia de la profesora correctora Macarena Soto.													
	3. Comparen sus definiciones con la siguiente definición de flujo magnético	Considerando los siguientes conceptos, seleccionen cuáles están dentro de su definición previa:												
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>CONCEPTO</th> <th>SI</th> <th>NO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Líneas de campo magnético</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Vector campo magnético</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Ángulo entre vector campo magnético y área de la espira</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	CONCEPTO	SI	NO	Líneas de campo magnético			Vector campo magnético			Ángulo entre vector campo magnético y área de la espira		
CONCEPTO	SI	NO												
Líneas de campo magnético														
Vector campo magnético														
Ángulo entre vector campo magnético y área de la espira														
Se agrega un cuadro donde puedan hacer su comparación de la definición. Esto fue sugerido por los profesores expertos 1 y 3.														
	13. Como bien recordarán de la unidad anterior de electricidad, la aparición de una corriente eléctrica está supeditada a la existencia de una diferencia de potencial eléctrico, lo que puede asegurarse con una fuente de voltaje, como una pila. Pero como pudieron	Como bien recordarán de la unidad anterior de electricidad, la aparición de una corriente eléctrica está supeditada a la existencia de una diferencia de potencial eléctrico, lo que puede asegurarse con una fuente de voltaje, como una pila. Pero, como pudieron observar en el video de Michael Faraday, no												

	<p>observar en el video, no se muestran indicios de alguna pila, entonces ¿Cómo se produce la corriente? Cuando Faraday movía el imán, con esto variaba el flujo magnético, como ya saben. Entonces, ¿Qué es lo que realmente se produce al variar el flujo?</p>	<p>se muestran indicios de alguna pila que genere esta corriente eléctrica. Así también, si observas el siguiente video, te darás cuenta que sí hay generación de electricidad a través del movimiento de las aspas de un aerogenerador. 13. Entonces, expliquen ¿Cómo se produce la corriente eléctrica en estos casos, donde no se observa una fuente de voltaje?</p>
<p>La pregunta 13 pasa a ser un enunciado, describiendo una situación particular y agregando la temática de los aerogeneradores. Se agrega una foto explicativa y se cambia la redacción de lo que será la pregunta 13. Esta sugerencia es realizada por profesora correctora Macarena Soto.</p>		
	<p>14. Revisen la imagen de la pregunta 9 y discutan qué hubiera ocurrido si el imán se hubiera mantenido fijo en su posición de la izquierda y hubiera sido la bobina la que se moviera hacia la izquierda. ¿Habría habido también una variación del flujo magnético? Expliquen.</p>	<p>14. En base a la imagen siguiente, discutan qué hubiera ocurrido si el imán se hubiera mantenido fijo en su posición de la izquierda y hubiera sido la bobina la que se moviera hacia la izquierda. ¿Habría habido también una variación del flujo magnético? Expliquen.</p>
<p>Se le agrega la imagen a esta pregunta y se cambia la redacción. Esto es por sugerencia de profesora experta Magalí Reyes.</p>		
	<p>15. Cuando Faraday movía el imán, con esto variaba el flujo magnético y se producía una corriente eléctrica. Por consecuencia, ¿Qué es lo que realmente se produce al variar el flujo? 16. En esta clase han podido percatarse que, al existir movimiento relativo entre un imán y una bobina, existe una variación de flujo en la bobina que induce una diferencia de potencial eléctrico en ella, manifestándose una corriente eléctrica. ¿Qué importancia tendrá este fenómeno en el funcionamiento de las centrales de energía? 17. En esta clase han podido percatarse que, al existir movimiento relativo entre un imán y una bobina, existe una variación de flujo en la bobina que induce una diferencia de potencial eléctrico en ella, manifestándose una corriente eléctrica. ¿Qué importancia tendrá este fenómeno en el funcionamiento de las centrales de energía?</p>	<p>15. En primer lugar, describan lo que observan en el video. 16. Con lo que han aprendido hoy, den una explicación de cómo funciona el montaje.</p>
<p>Se eliminan estas preguntas y se reemplazan por una pregunta 15 y 16, que apuntan a finalizar la guía de la clase 1. Esta sugerencia fue realizada por la profesora correctora Macarena Soto.</p>		

Fuente: elaboración propia

En términos generales, la clase 1 se redujo de 17 preguntas a 16. Hay dos preguntas que marcan las etapas de la modelización que antes no se podían distinguir y además se mejoró la redacción de varias de las preguntas, aspectos enfatizados por los profesores expertos. La invitación al MIM para la siguiente clase se dejó al final de todas las preguntas de la clase 1.

- Clase 2

Tabla 3.11: refinamiento clase 2

	PROPUESTA INICIAL	PROPUESTA DESPUÉS DE LOS CAMBIOS
Clase 2	A.1 Muevan la manivela varias veces en distinta dirección y observen qué sucede con las ampolletas. Utilicen el concepto de flujo para responder: ¿Por qué cuando mueven la manilla se encienden las ampolletas?	A.1 Muevan la manivela varias veces en distinta dirección y respondan, ¿Qué sucede con las ampolletas? A.2 Utilicen el concepto de flujo para responder: ¿Por qué cuando mueven la manilla se encienden las ampolletas?
	Se separan estas preguntas, ya que deben apuntar a que el estudiante primero observe y luego explique por qué. Esta es un sugerencia hecha por el profesor experto Roberto Yáñez.	
	A.10 Con lo que han aprendido hasta ahora, expliquen con mayor detalle por qué se prenden las ampolletas cuando giran la manivela.	A.11 Con lo que han aprendido hasta ahora, expliquen para qué es necesario mover la manivela.
	Se cambia la redacción de esta pregunta, apuntando al para qué del fenómeno. Sugerencia profesora correctora Soledad Saavedra.	
	A.12 Con respecto a lo que han discutido y concluido, ¿Basta con que exista flujo magnético para que exista Inducción Electromagnética?, ¿Cómo debe ser ese flujo magnético en el tiempo para que exista inducción y, en este caso, se prendan las ampolletas?	A.13 Con respecto a lo que han discutido y concluido, ¿Basta con que exista flujo magnético para que exista Inducción Electromagnética?
	Se elimina la segunda pregunta porque no es parte de la etapa de la modelización.	
		4. Habiendo interactuado con ambos stands, discutan y respondan las dos preguntas siguientes, ¿Qué condiciones deben darse para que la diferencia de potencial inducida se mantenga en el tiempo?
Se incorpora esta pregunta, que es la clave para hacer una revisión del modelo de IEM. Sugerencia de la profesora Macarena Soto.		
6. A través de un esquema, representen los componentes de una central hidroeléctrica.		
Por sugerencia de profesora correctora Soledad Saavedra, la pregunta se elimina.		
8. Con respecto a las dos centrales mencionadas en las preguntas anteriores, expliquen cómo el movimiento está asociado con la generación de electricidad.	9. Con respecto a las dos centrales mencionadas en las preguntas anteriores, expliquen para qué es necesario generar movimiento.	
Se cambia la redacción de la pregunta por sugerencia de la profesora correctora Soledad Saavedra.		

Fuente: elaboración propia

En términos generales, la guía para la clase 2 queda con una pregunta más que la primera propuesta. Además, se mejora la redacción de algunas preguntas y del segundo objetivo. Se establecen las preguntas que van asociadas a las etapas de la modelización a llevarse a cabo en el museo.

- **Clase 3**

Tabla 3.12: refinamiento clase 3

	PROPUESTA INICIAL	PROPUESTA DESPUÉS DE LOS CAMBIOS
Clase 3	Aplicar lo aprendido sobre Inducción Electromagnética a una situación nueva, a través de la manipulación de materiales concretos, para integrar conocimientos trabajados durante la unidad.	Aplicar el concepto de Inducción Electromagnética a una situación nueva, a través de la manipulación de materiales concretos, para integrar conocimientos trabajados durante la unidad.
	Se modifica la redacción del segundo objetivo de la clase, sugerencia de profesores expertos 1 y 3.	
	Utilizando las ideas de sus respuestas anteriores, expliquen: ¿Cómo se produce la Inducción en esta situación?, ¿Qué condición es necesaria para mantener la variación de flujo? y ¿Cómo se podría variar la magnitud de la diferencia de potencial inducida?	8. Utilizando las ideas de sus respuestas anteriores, expliquen las tres preguntas siguientes: ¿Cómo se produce la Inducción Electromagnética en esta situación? 9. ¿Qué condición es necesaria para mantener la variación de flujo? 10. ¿Para qué sería necesario variar la rapidez angular con la que se gira la espira?
	Por sugerencia de profesor corrector Roberto Yáñez, se separan las preguntas para que el estudiante no se confunda con lo que debe responder.	

Fuente: elaboración propia

La clase 3 es la menos modificada. Se toman en cuenta los comentarios en términos de redacción, y se vuelven a plantear las preguntas que puedan sonar confusas para los estudiantes.

3.4 Indicaciones al docente

En este apartado se encuentran las indicaciones al docente que implemente la secuencia didáctica diseñada, de manera de obtener un buen resultado. En una primera instancia, se encuentran las indicaciones generales, para luego ir al detalle en cada clase. Las indicaciones particulares pueden encontrarse en los recuadros del cuerpo de las guías que se adjuntan a continuación, donde además se incluyen las respuestas que se esperarían de los estudiantes para cada pregunta.

3.4.1 Indicaciones generales

En primer lugar, si bien las respuestas a las actividades son individuales, las tres clases deben ser realizadas en grupos de 4 personas, a fin de favorecer el diálogo entre los estudiantes. El docente debe generar espacios para la discusión durante la secuencia, de manera que pueda realizar un análisis del discurso, más allá de lo estipulado por las rúbricas disponibles. Para lograr lo anterior, se sugiere grabar las conversaciones o elaborar apuntes mientras las discusiones se llevan a cabo.

Es importante que el profesor visite el museo antes de implementar la secuencia, de manera que adquiera conocimiento sobre cómo contar con los recursos del museo frente a posibles dudas que puedan ir surgiendo durante el desarrollo de las actividades y sobre el funcionamiento de los manipulativos a los cuales nos referimos.

Se sugiere que el profesor esté presente cuando se esté preguntando sobre las ideas clave del modelo, ya que cuando esto ocurre, las conversaciones entre los estudiantes mejoran su nivel.

El profesor debe respetar el hecho que las actividades están diseñadas para primero observar los fenómenos, y luego de eso se pasa a las ideas que están detrás.

Los estudiantes deben responder al inicio de la segunda clase la misma respuesta a la pregunta final de la primera clase. Para esto, el profesor debe indicarles que lleven esta respuesta escrita al museo. Para responder las actividades de la tercera clase, es fundamental contar con las respuestas de la clase realizada en el museo, por lo que se debe indicar al final de esta clase que deben conservar las guías y llevarlas a la clase siguiente.

La cantidad de líneas para las respuestas presentes en las guías es meramente simbólico, no representando que se espera que todas las respuestas tengan la misma extensión. Usted podrá modificarlas libremente.

Debido a que la segunda clase realizada en el museo tiene una larga extensión (idealmente toda una mañana), se recomienda dar dos recreos intermedios, de manera de evitar la desconcentración debida al cansancio y también para dar un espacio para que los estudiantes tengan una interacción libre con los otros stands, que seguramente llamarán su atención.

Si existe la posibilidad, se recomienda que la visita al museo sea en compañía de otro profesor de la especialidad, de manera de cubrir de mejor forma las discusiones del total de grupos.

3.4.2 Indicaciones particulares

Se detallan a continuación las consideraciones que el docente debe tener para cada una de las clases:

Clase 1
<p>Objetivos:</p> <ul style="list-style-type: none">• Distinguir entre los conceptos de flujo y variación de flujo a través de la interpretación de

elementos audiovisuales que favorezcan la discusión entre pares, para construir el modelo de Inducción Electromagnética.

- Relacionar el movimiento relativo entre un imán y una bobina, a través del apoyo de material audiovisual, para observar la variación de flujo magnético.

El desarrollo tecnológico que permite que nuestra vida hoy sea más cómoda, producto de la existencia de los motores eléctricos y los generadores de electricidad, depende directamente de unos descubrimientos realizados hace casi 200 años. Estos artefactos habría parecido imposible tenerlos si no hubiese sido por los logros obtenidos por Michael Faraday, quien sentó las bases teóricas para su posterior desarrollo. Este inglés, que vivió en el siglo XIX, nos permitió comprender la importancia de que la electricidad y el magnetismo son aspectos de la naturaleza que no pueden considerarse independientes el uno del otro, como ya lo intuía William Gilbert.

El fenómeno que estudiaremos marcó un cambio en nuestra forma de desarrollarnos como sociedad. Su nombre es “Inducción Electromagnética”.



Imagen 3.1 Video Faraday

Para comprender este fenómeno debemos partir por el concepto de flujo magnético. En grupos de 4 integrantes realicen las siguientes actividades.

1. En la imagen siguiente, una misma área formada por un conductor se encuentra en distintos puntos de un campo magnético. Determinen cuántas líneas de campo magnético penetran al conductor en cada caso, considerando que el plano del conductor mencionado se encuentra perpendicular al plano de la imagen. Junto con lo anterior, y recordando sus conocimientos de campo magnético, identifiquen la relación existente entre el *número de líneas* que penetran el área fija del conductor con la *intensidad del campo* en cada punto.

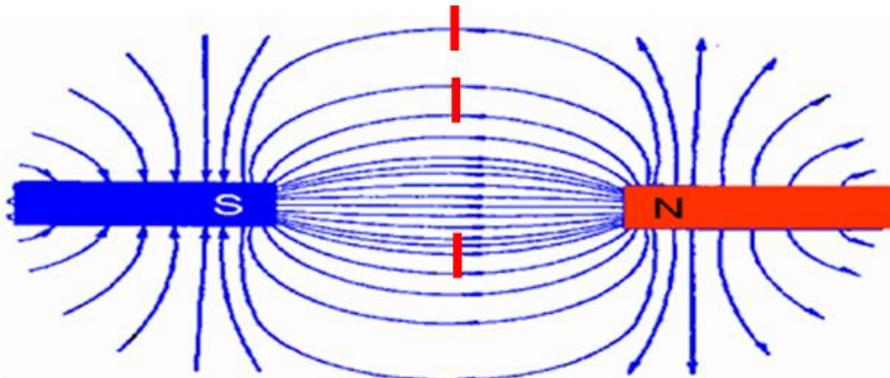


Imagen 3.2 Campo magnético

R: Sobre la de arriba, una línea. Sobre la del medio, dos líneas. Sobre la de abajo, cuatro líneas. Si un área fija es penetrada por una mayor cantidad de líneas, entonces en ese punto existe una mayor intensidad de campo magnético.

2. Existe un concepto asociado a las líneas de campo que se denomina flujo magnético. A partir de lo que observan en la ilustración, con sus palabras elaboren su propia definición de este concepto.

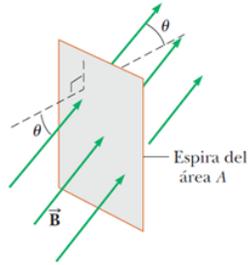


Imagen 3.3 Flujo magnético

Flujo magnético: **corresponde a cuántos vectores de campo magnético penetran el área de la espira.**

Se sugiere que el docente revise si los estudiantes recuerdan los conceptos de espira y bobina.

3. Comparen sus definiciones con la siguiente definición de flujo magnético:

“Debido a que un campo magnético lo podemos representar mediante líneas de inducción, y como sabemos que el vector campo magnético B en cualquier punto de estas líneas es tangente a ellas, definimos flujo magnético como una representación de cuántos vectores de campo magnético atraviesan el área de un conductor, atendiendo a la magnitud de la componente del vector campo magnético que es perpendicular al plano del conductor”.

Considerando los siguientes conceptos, seleccionen cuáles están dentro de su definición previa:

CONCEPTO	SI	NO
Líneas de campo magnético		
Vector campo magnético		
Ángulo entre vectores campo magnético y área de la espira		

Matemáticamente, el flujo magnético puede ser cuantificado mediante la siguiente expresión:

$$\Phi_B = \vec{B} \cdot \vec{A} = BA \cos \theta$$

Recordatorio matemático

El vector \vec{A} representa el vector área de una porción del plano (en este caso cada espira), que es perpendicular al plano de la espira y cuyo sentido está dado por el pulgar al aplicar la regla de la mano derecha. Al considerar que los dedos de la mano se cierran según el sentido de la corriente, el pulgar apuntará fuera del plano, mostrando el sentido del vector. Lo puedes observar en el vector rojo de la siguiente imagen.

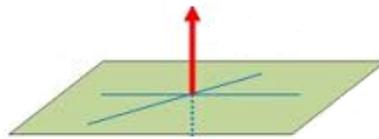
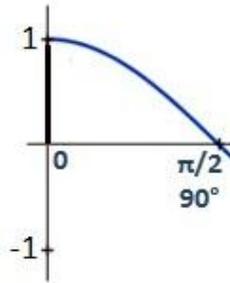
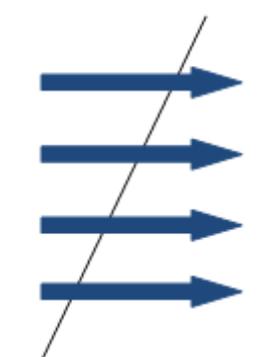
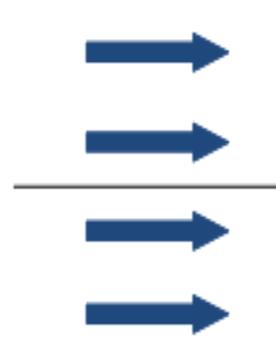
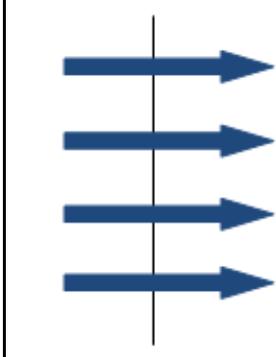


Imagen 3.4 Vector

4. Considerando el recuadro y la expresión matemática anteriores, discutan entre ustedes e identifiquen en las imágenes de la tabla los siguientes casos para el flujo magnético: el flujo es máximo, existe flujo y el flujo es nulo. El área del conductor se presenta de perfil. Adicionalmente, dado el gráfico de la función coseno entre cero y Pi medios que se da a continuación, señalen a qué ángulos o intervalo de ángulos entre los vectores campo magnético y área corresponde cada tipo de flujo.



Función Coseno entre cero y Pi medios
Imagen 3.5 Función coseno

			
	Imagen 3.6 Flujo 1	Imagen 3.7 Flujo 2	Imagen 3.8 Flujo 3
Flujo	Existe flujo	El flujo es nulo	El flujo es máximo
Ángulo(s)	$0 < \theta < \pi/2$	$\theta = \pi/2$	$\theta = 0$

5. Revisen la imagen de la pregunta 1 y respondan: ¿Qué hubiera sucedido con el flujo magnético si el área del conductor hubiera aumentado su magnitud? ¿Y si hubiera disminuido?

R: Si el área del conductor hubiera aumentado su magnitud, entonces el flujo magnético sobre ella también habría aumentado. Si el área hubiera disminuido su magnitud, habría ocurrido lo contrario.

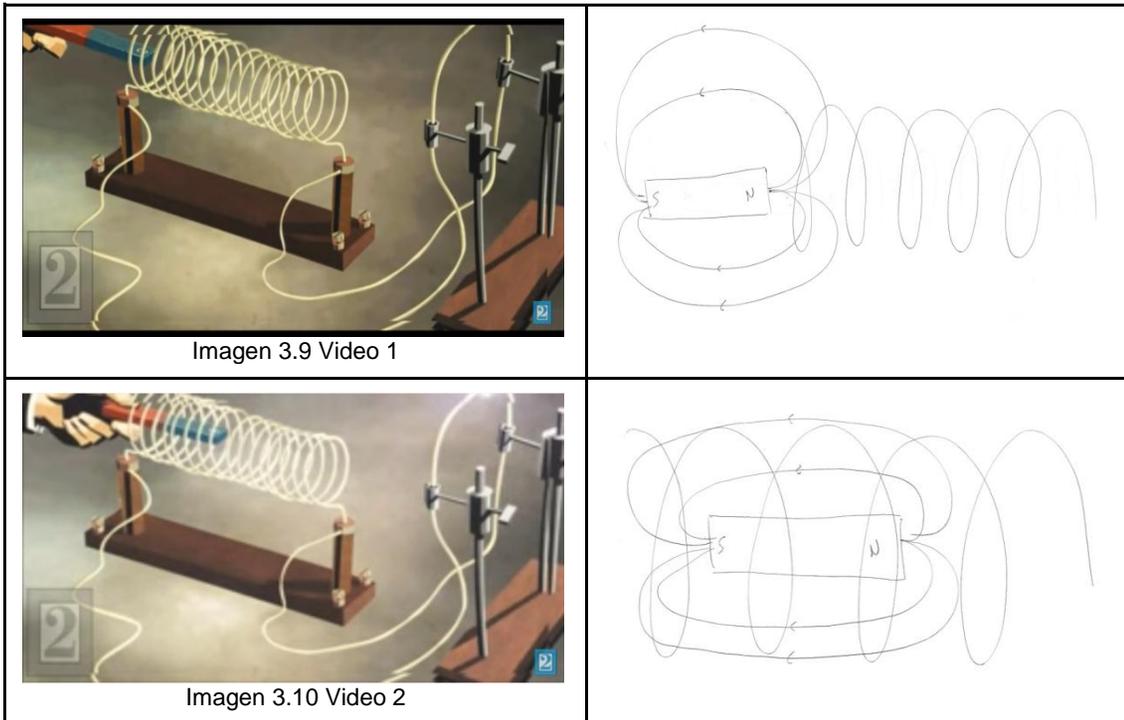
6. Sobre la misma imagen de la pregunta anterior, donde el área del conductor es fija, respondan ¿Qué sucede con el flujo magnético en las zonas donde el campo es más intenso? ¿Y dónde es menos intenso?

Intensidad de campo mayor	Intensidad de campo menor
En la imagen, el área del conductor es fija, y el ángulo en el cuál las líneas penetran el área también es fijo, entonces, si la intensidad de campo es mayor en una de las tres zonas, por la expresión matemática anterior, el flujo magnético tendrá un mayor valor.	En las zonas donde el campo es menos intenso, el flujo magnético será menor.

7. A continuación, veremos el video de Michael Faraday difundiendo su hallazgo. Anoten la condición que menciona el personaje para que exista la corriente inducida en la brecha del conductor.

R: Se induce una corriente eléctrica solo cuando el imán está en movimiento.

8. Para analizar en primera instancia qué ocurre con el movimiento del imán, utilicen las siguientes imágenes. Dibujen la bobina y las líneas de campo magnético cuando el imán está entrando a la bobina y cuando está adentro.



9. En la siguiente imagen, se puede observar un imán que se mueve hacia la derecha dentro de una bobina fija. De acuerdo a sus dibujos de la pregunta anterior, determinen en qué posiciones del imán el flujo magnético dentro de la bobina es mayor y menor (consideren el aporte de todas las espiras). Junto con lo anterior, determinen en qué zonas del recorrido del imán existe un aumento o disminución de flujo.

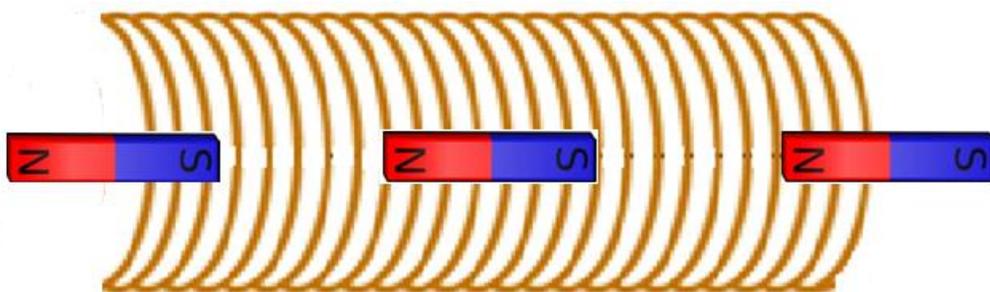


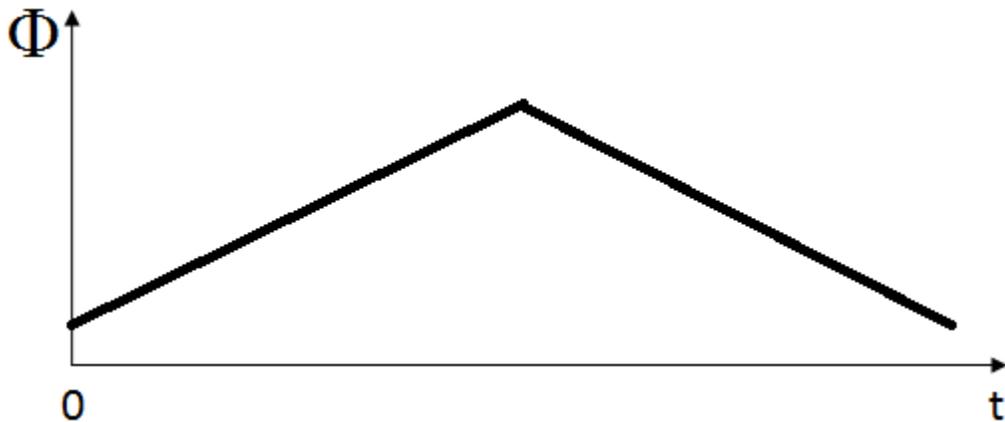
Imagen 3.11 Imanes

R: El flujo magnético es mayor cuando el imán está en la posición del medio, y es menor cuando está en los extremos de la bobina. Desde que el imán se introduce en la bobina hasta que alcanza la posición del medio, el flujo magnético sobre ella va aumentando; desde que el imán pasa la posición del medio, el flujo magnético va disminuyendo.

10. A partir de lo anterior, concluyan, ¿Qué produce el movimiento del imán dentro de la bobina en términos de flujo magnético?

R: El movimiento del imán produce una variación del flujo magnético dentro de la bobina.

11. Con respecto a sus respuestas de la pregunta 9, dibujen un gráfico donde se muestre la relación flujo magnético versus tiempo.



12. Como pueden visualizar en su gráfico, el flujo magnético no se mantiene constante. ¿Qué ven en el video como resultado que el flujo magnético varíe en el tiempo dentro de la bobina?

R: Que se produce una corriente eléctrica.

Como bien recordarán de la unidad anterior de electricidad, la aparición de una corriente eléctrica está supeditada a la existencia de una diferencia de potencial eléctrico, lo que puede asegurarse con una fuente de voltaje, como una pila. Pero, como pudieron observar en el video de Michael Faraday, no se muestran indicios de alguna pila que genere esta corriente eléctrica. Así también, si observas el siguiente video, te darás cuenta que sí hay generación de electricidad a través del movimiento de las aspas de un aerogenerador.



Imagen 3.12 Energía

13. Entonces, expliquen ¿Cómo se produce la corriente eléctrica en estos casos, donde no se observa una fuente de voltaje?

R: En el caso del video de Faraday, la corriente se produce debido a la variación de flujo magnético en el tiempo dentro de la bobina. En el caso del video de los aerogeneradores, debe existir una configuración de imanes y bobinas que produzcan el mismo efecto del video de Faraday.

14. En base a la imagen siguiente, discutan qué hubiera ocurrido si el imán se hubiera mantenido fijo en su posición de la izquierda y hubiera sido la bobina la que se moviera hacia la izquierda. ¿Habría habido también una variación del flujo magnético? Expliquen.

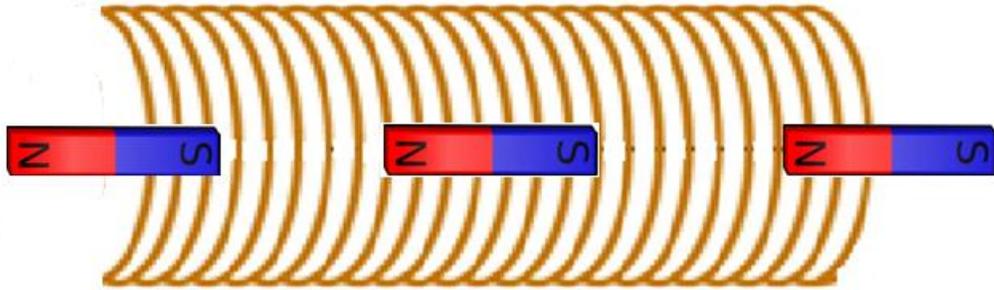


Imagen 3.11 Imanes

R: Sí, ya que el número de líneas de campo magnético que penetran la bobina también variaría en este caso, variando la intensidad de campo magnético y con ello el flujo magnético.

15. Cuando Faraday movía el imán, con esto variaba el flujo magnético y se producía una corriente eléctrica. Por consecuencia, ¿Qué es lo que realmente se produce al variar el flujo?

R: Como la corriente eléctrica es una consecuencia de la existencia de una diferencia de potencial, al variar el flujo realmente se produce una diferencia de potencial.

16. En esta clase han podido percatarse que, al existir movimiento relativo entre un imán y una bobina, existe una variación de flujo en la bobina que induce una diferencia de potencial eléctrico en ella, manifestándose una corriente eléctrica. ¿Qué importancia tendrá este fenómeno en el funcionamiento de las centrales de energía?

R: Si se puede producir una corriente eléctrica al existir movimiento relativo entre un imán y una bobina, entonces las centrales de energía deben aprovechar este hecho para la producción de energía eléctrica, moviendo imanes con respecto a bobinas o al contrario.

La temática de esta pregunta y la profundización en el fenómeno de inducción electromagnética serán protagonistas de la próxima clase, en la cual visitaremos el museo.

Clase 2

Objetivos:

- Experimentar con las variables que inciden en el fenómeno de IEM y profundizar en los detalles del fenómeno a través de los manipulativos presentes en la sala de Electromagnetismo del MIM, para desarrollar las ideas del modelo de Inducción Electromagnética.
- Relacionar el fenómeno de IEM con el funcionamiento de las centrales generadoras de energía, a través del uso de los manipulativos de las salas de Electromagnetismo y Energía, para establecer el vínculo de la IEM con el desarrollo de la vida cotidiana.

Como se estudió durante la clase anterior, la variación del flujo magnético es fundamental para la existencia del fenómeno de inducción electromagnética, y éste a su vez estaría vinculado al funcionamiento de las centrales generadoras de energía. Para poder comprender esta conexión visitarán las salas de Electromagnetismo y Energía del Museo, pero previamente a eso realizaremos unas breves actividades. A continuación, anoten su respuesta a la pregunta realizada al final de la clase anterior:

1. ¿Qué importancia tendrá el fenómeno de inducción electromagnética en el funcionamiento de las centrales generadoras de energía?

R: Si se puede producir una corriente eléctrica al existir movimiento relativo entre un imán y una bobina, entonces las centrales de energía deben aprovechar este hecho para la producción de energía eléctrica, moviendo imanes con respecto a bobinas o al contrario.

2. Discutan entre ustedes y representen las posibles configuraciones que podrían darse entre un imán y una bobina en una central hidroeléctrica, para la producción de electricidad.

Respuestas de los estudiantes

Es importante que ustedes puedan comprender cómo se conecta la inducción electromagnética con la forma en que diferentes centrales generadoras de energía abastecen nuestros hogares día a día. Esto te permitirá visualizar posibles soluciones frente a situaciones problemáticas de nuestro país, como la que se describe a continuación:

“Durante los últimos años varias zonas del país han experimentado situaciones de sequía, en particular la zona comprendida entre las regiones de Atacama y La Araucanía. Si bien esta escasez tiene un carácter estacional, existen antecedentes que apuntan a un problema más permanente. Por ello, es relevante tomar medidas no sólo para superar la situación de corto plazo, sino también para abordar la escasez de forma más permanente, debido a que el 34% de la energía producida en el país se basa en los recursos hídricos. El Ministerio de Obras Públicas de nuestro país, señala que si no se toman medidas con prontitud en relación a la demanda de energía existente en la actualidad, para el año 2025 los recursos hídricos disponibles harán entrar al país en una crisis energética, llegando en algunas regiones hasta un déficit del 100%.”

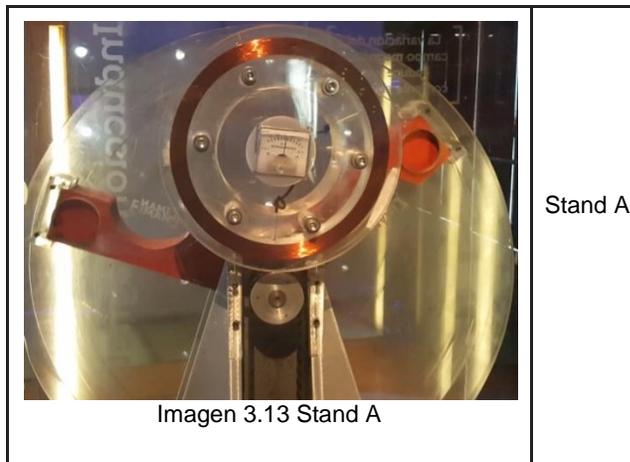
Fuente: Ministerio de Obras Públicas, Chile (2011)

3. Si la disponibilidad de agua en el futuro para mover las turbinas de las centrales hidroeléctricas no es del todo segura, ¿Con qué otros recursos se podría asegurar el movimiento de estas turbinas, manteniendo la eficacia?

R: con gases a alta presión o viento.

Para que tu solución pueda ser una opción válida para las formas alternativas de generar energía, necesitan evidenciar el fenómeno en estudio, y para lograr esto, sus primeros pasos dentro del museo deben ser directamente hacia la Sala de Electromagnetismo, a los stands que se detallan a continuación. Pueden partir por cualquiera de los dos stands.

El profesor debe comentar que las explicaciones que vienen en los stands deben servir como guía, pero en ningún caso se pueden utilizar como respuesta a lo solicitado.



Respondan las siguientes preguntas lo más detalladamente posible:

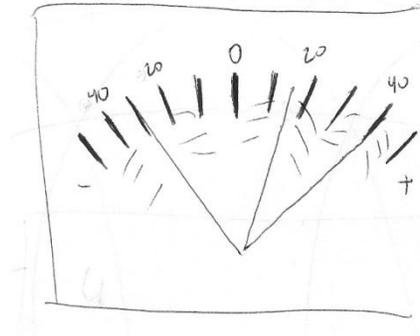
A.1 Muevan la manivela varias veces en distinta dirección y respondan, ¿Qué sucede con las ampolletas?

R: Al mover la manivela las ampolletas se encienden.

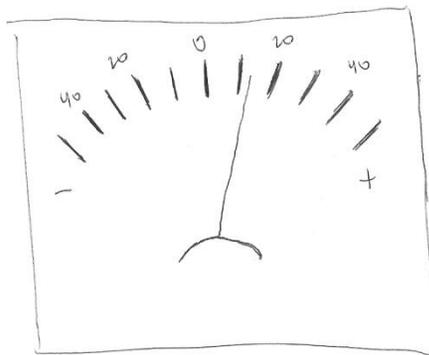
A.2 Utilicen el concepto de flujo para responder: ¿Por qué cuando mueven la manilla se encienden las ampolletas?

R: Cuando movemos la manilla, los imanes comienzan a girar, produciendo que el número de líneas de campo que penetran el área de bobina varíe en el tiempo. Con esto, varía el flujo magnético y se induce una diferencia de potencial, lo que produce una corriente eléctrica que enciende las ampolletas.

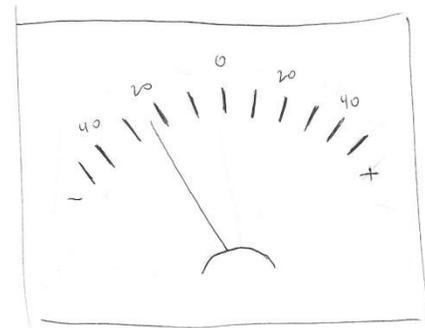
A.3 Como pueden observar, en la parte posterior de las ampollitas verán un instrumento que, como ya pudieron estudiar durante la primera unidad de fuerza eléctrica y cargas eléctricas, es conocido como amperímetro, el cual mide la intensidad de corriente eléctrica. Respecto a este instrumento, ¿Qué sucede en él cuando los imanes se mueven y pasan uno tras otro cerca de la bobina? Al mover lentamente los imanes, ¿Qué sucede cuando el imán se acerca a la bobina y cuando se aleja de ella? Representen estas tres situaciones gráficamente.



Imanes en rotación

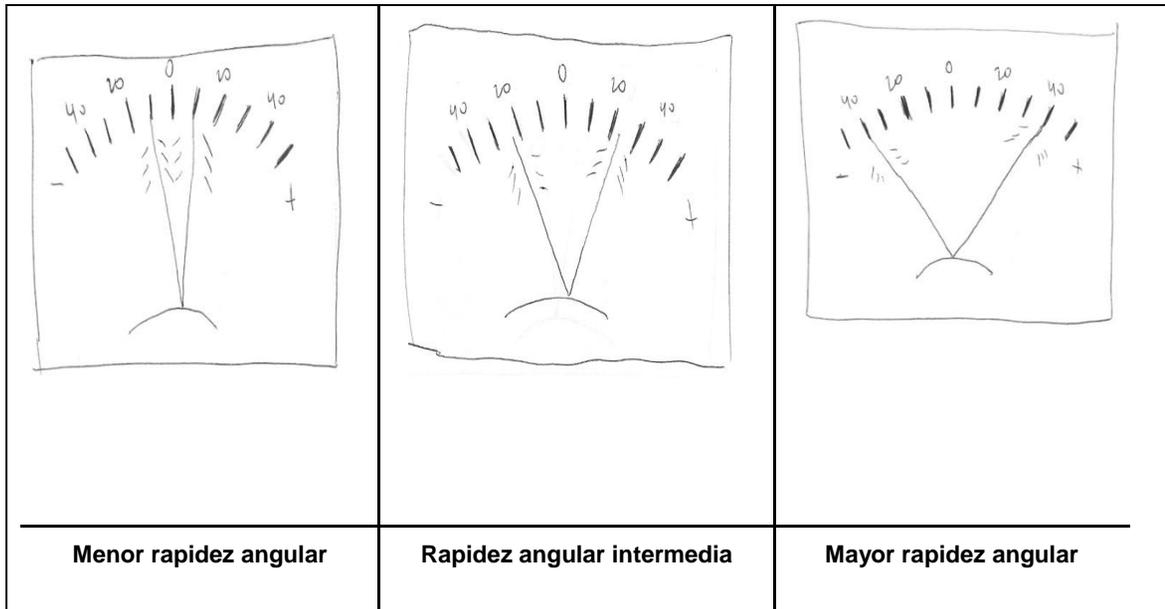


Imán acercándose



Imán alejándose

A.4 La rapidez angular corresponde al valor angular que un objeto en rotación cubre en un determinado tiempo. ¿Qué relación tendrá esta variable con el fenómeno que estamos estudiando? Para establecer una conexión, giren la manivela para que los imanes lo hagan con distintas rapidez angular y observen qué ocurre con los valores máximos y mínimos que registra el amperímetro cuando mueven los imanes a distintas rapidez angular. Dibujen los registros del amperímetro para tres rapidez angular distintas, ordenando los dibujos de menor rapidez angular a mayor.



Como han podido observar, al mover la manivela los imanes pasan uno tras otro al costado de la bobina. En términos de flujo magnético, cuando los imanes se acercan a la bobina, las líneas de campo dentro de ella aumentan, por lo que el flujo aumenta. Cuando los imanes se alejan, las líneas de campo dentro de ella disminuyen, por lo que el flujo disminuye.

A.5 Revisen sus dibujos de la pregunta A.3 y respondan: Si el flujo aumenta, ¿Tiene asociados valores positivos en el amperímetro? Si el flujo disminuye, ¿Qué tipo de valores marca el amperímetro?

R: Cuando el flujo aumenta, el amperímetro marca valores positivos. Cuando el flujo disminuye, el amperímetro marca valores negativos.

A.6 Entonces, ¿Por qué el amperímetro marca valores positivos y negativos de manera cíclica cuando mueven la manivela? Respondan en términos de flujo magnético.

R: Porque cuando se mantiene el giro de los imanes al mover la manivela, el flujo aumenta cuando el imán se acerca, luego disminuye cuando se aleja, repitiéndose este proceso para los imanes en sucesión.

A.7 La corriente que ustedes estudiaron en la primera unidad de electricidad se denomina corriente continua, averigüen dentro de la sala de Electromagnetismo cuál es el nombre de la corriente eléctrica que se produce en este stand.

R: Corriente alterna.

A.8 Según lo que vieron en este stand, ¿Qué condición debe darse con respecto al flujo magnético en el tiempo para mantener este tipo de corriente?

R: El flujo debe mantener su variación en el tiempo, aumentando y disminuyendo alternadamente.

El flujo puede variar tanto positiva como negativamente, y en ambos casos se induce una diferencia de potencial, manifestándose una corriente eléctrica.

A.9 Expliquen con sus palabras lo que significa que el flujo varíe positiva o negativamente (Pista: utilicen el concepto de Delta)

R: Cuando el flujo varía positivamente, el valor del flujo final es mayor que su valor inicial, de manera que la diferencia entre el valor final e inicial es positiva. Cuando varía negativamente, el valor del flujo final es menor que el valor inicial, de manera que la diferencia entre el valor final e

inicial es negativa.

A.10 Al girar los imanes más rápidamente, pudieron observar cómo la magnitud de la corriente inducida aumentaba. Si la diferencia de potencial inducida es la causa de esta corriente, ¿Qué relación existirá entre la magnitud de la diferencia de potencial inducida y la magnitud de la variación de flujo en el tiempo?

R: Mientras mayor sea la magnitud de la variación de flujo en el tiempo, mayor será la magnitud de la diferencia de potencial inducida, y viceversa.

De las observaciones que realizaron en el amperímetro, pudieron notar que existen dos sentidos distintos para la corriente inducida, y de sus conocimientos previos, saben que por un conductor a través del cual circula corriente eléctrica se genera un campo magnético. En la siguiente clase, uniremos estas dos ideas para dar respuesta a qué sentido toma la corriente inducida en un conductor.

A.11 Con lo que han aprendido hasta ahora, expliquen para qué es necesario mover la manivela.

R: Para que así los imanes giren y el flujo magnético varíe tanto positiva como negativamente en el tiempo, y así en ambos casos se induzca una diferencia de potencial, lo que se manifestará en una corriente eléctrica que logre encender las ampolletas.

A.12 A continuación, dejen de mover la manivela y observen lo que sucede con las ampolletas. Elijan otras posiciones de los imanes con respecto a la bobina y dejen los imanes fijos, observando qué ocurre en cada caso con las ampolletas. En cada uno de estos casos, ¿Cómo es el flujo magnético en el tiempo a través del área de la bobina? Consideren el aporte de los tres imanes.

R: En estos casos, el flujo magnético a través de la bobina se mantiene constante en el tiempo.

A.13 Con respecto a lo que han discutido y concluido, ¿Basta con que exista flujo magnético para que exista Inducción Electromagnética?

R: No basta con que exista flujo magnético. Para que se produzca la inducción electromagnética y se prendan las ampolletas, se requiere que ese flujo varíe en el tiempo.

Estas dos últimas preguntas del stand A refuerzan la idea trabajada en la primera clase, acerca de identificar el concepto de variación de flujo como causante de la diferencia de potencial inducida, a fin de trabajar el principal error conceptual identificado en la literatura, que establece que los estudiantes consideran al flujo como el causante.

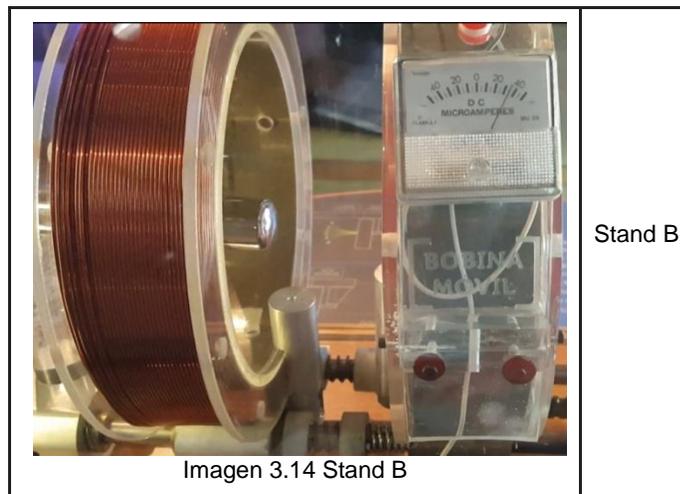


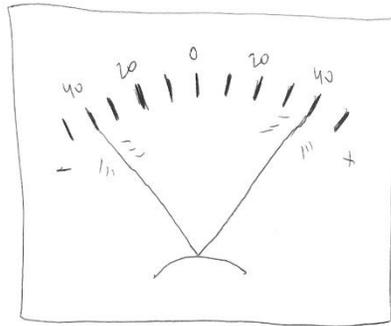
Imagen 3.14 Stand B

Respondan las siguientes preguntas lo más detalladamente posible:

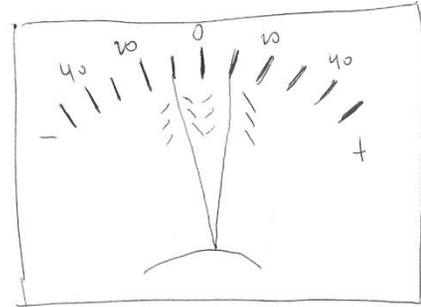
B.1 Muevan la bobina hasta situarla en distintos puntos fijos y aprieten el botón que pueden encontrar en el stand. Expliquen, ¿Por qué la ampollita se prende al realizar lo anterior?

R: Porque sobre el área de la bobina móvil se produce una variación de flujo magnético.

B.2 Vuelvan a mover la bobina, de manera que al principio se encuentre lo más próxima posible a la bobina fija y al final lo más distante posible. Consideren posiciones intermedias fijas y observen lo que ocurre en el proceso con el amperímetro. Dibujen lo que sucede en el amperímetro con las posiciones fijas del principio y el final.

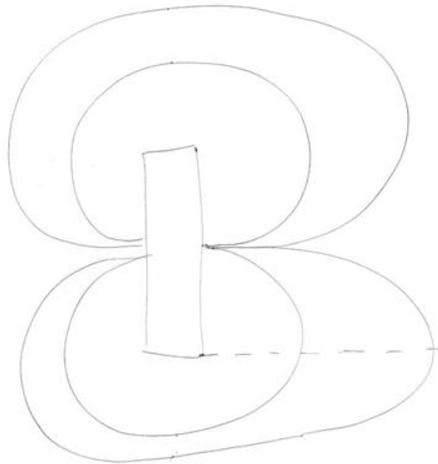


Más próxima



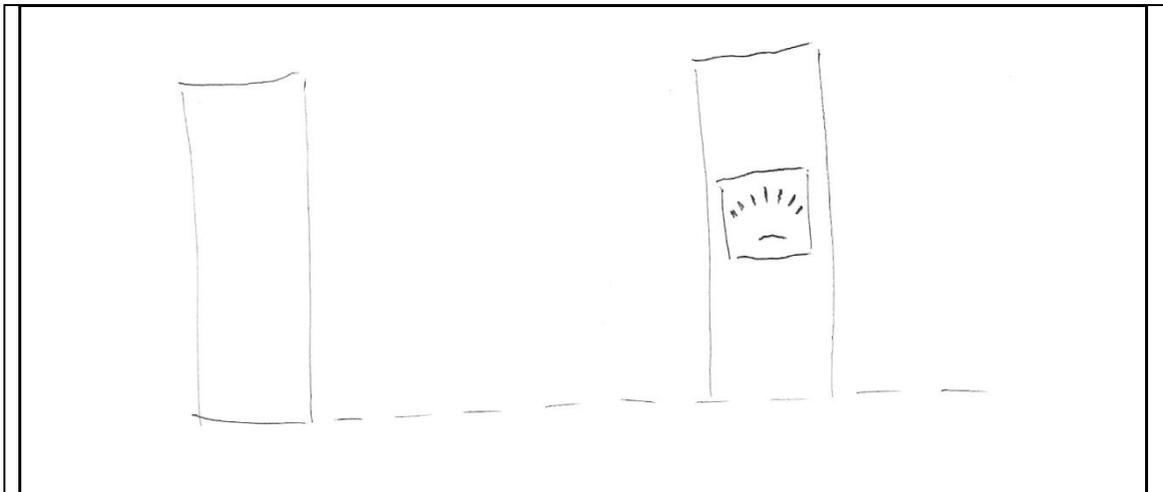
Más lejana

B.3 Dibujen el campo magnético que se genera alrededor de la bobina fija, cuando en ella existe corriente eléctrica, mientras mantienen presionado el botón. Dibujen la bobina fija lo más a la izquierda posible.



En esta pregunta, el docente debe verificar que las líneas de campo magnético que se dibujen sean las correspondientes a una bobina circular que porta corriente y no las de un imán de barra.

B.4 Dibujen lo que sucede con el campo magnético cuando en la bobina fija no hay corriente y señalen el valor del flujo sobre la bobina móvil en este caso, para cualquier posición de ella. El flujo magnético se mide en Webers (Wb).



Valor flujo = **0 (Wb)**

En esta pregunta, el docente debe estar presente para que los estudiantes no se confundan con el distractor de considerar el valor del flujo sobre la bobina móvil cuando en la bobina fija no hay corriente. La respuesta es que sobre la bobina móvil el flujo es cero Webers.

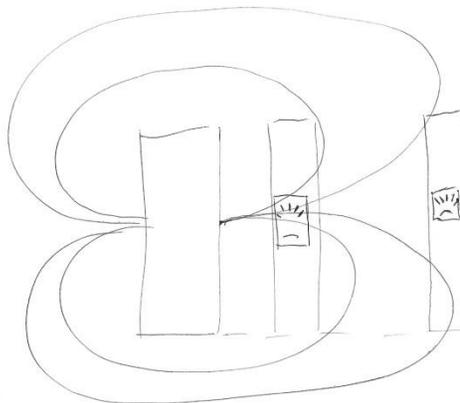
B.5 Discutan entre ustedes y respondan: ¿Qué le sucede al flujo sobre la bobina móvil antes de apretar el botón, cuando lo aprietan y sueltan y después de soltar el botón?

R: Antes de apretar el botón no hay corriente eléctrica, por lo que no se genera campo magnético alrededor de la bobina fija y por lo tanto el flujo magnético sobre la bobina móvil es nulo. Al apretar y soltar el botón, la corriente que se genera en el instante en que se mantiene apretado el botón, genera un campo magnético que produce una variación de flujo sobre la bobina móvil, ya que el flujo aumenta de cero a un valor máximo, luego, al cesar la corriente en la bobina fija, el campo magnético se extingue, provocando que el flujo varíe de un valor máximo a un valor nulo. Después de soltar el botón, ocurre lo mismo que antes de apretarlo.

B.6 Expliquen por qué en este caso existe Inducción sin que haya movimiento relativo entre la fuente de campo magnético y la bobina móvil.

R: Existe inducción debido a que la variación de flujo en este caso se produce por consecuencia de la creación y extinción del campo magnético alrededor de la bobina fija.

B.7 En el dibujo de su respuesta B.3, dibujen ahora la bobina móvil en las mismas posiciones con las cuales respondieron la pregunta B.2, y señalen en cuál de estas dos posiciones el flujo magnético es mayor. ¿Cómo se relaciona el flujo magnético con la distancia?



R: El valor del flujo magnético es mayor en la posición de la bobina móvil más cercana a la bobina fija. Mientras la distancia entre las bobinas aumenta, el flujo magnético en la bobina móvil disminuye.

B.8 De su respuesta B.2 determinen cómo se relaciona la magnitud de la corriente eléctrica inducida con la distancia entre las dos bobinas. Si la corriente eléctrica es una consecuencia de una diferencia de potencial eléctrico, determinen también lo que sucede con la magnitud de la diferencia de potencial inducida a medida que la bobina móvil se aleja.

R: Si la distancia entre las dos bobinas aumenta, las magnitudes tanto de la corriente eléctrica como la diferencia de potencial inducidas disminuyen.

B.9 Basándose en su dibujo de la pregunta B.3, señalen la relación existente la intensidad del campo y las distintas posiciones de la bobina móvil.

R: Mientras las posiciones de la bobina móvil se alejan de la bobina fija, la intensidad de campo magnético disminuye.

B.10 Con lo que han aprendido hasta ahora, expliquen por qué se prende la ampolleta de la bobina móvil al presionar el botón.

R: Al presionar el botón se establece una corriente eléctrica en la bobina fija y esto produce que se genere un campo magnético alrededor de ella. Por consecuencia, se establecen dos momentos para la variación de flujo, cuando el flujo aumenta de cero a un valor máximo y cuando el flujo varía desde el valor máximo hasta un valor nulo. En ambos casos de variación de flujo se induce una diferencia de potencial y por ende una corriente eléctrica, encendiendo las ampolletas.

4. Habiendo interactuado con ambos stands, discutan y respondan las dos preguntas siguientes, ¿Qué condiciones deben darse para que la diferencia de potencial inducida se mantenga en el tiempo?

R: Se debe mantener la variación de flujo en el tiempo.

5. ¿Qué relación existe entre la variación de flujo en el tiempo y la magnitud de la diferencia de potencial inducida?

R: Mientras mayor sea la variación de flujo por unidad de tiempo, mayor será la magnitud de la diferencia de potencial inducida, y viceversa.

Ahora que ya han visitado la sala de Electromagnetismo, los invitamos a que recorran libremente la sala de Energía del Museo, la cual está adyacente a la de Electromagnetismo, y en base a lo que observen en ella respondan las siguientes preguntas:

6. Como pueden ver, existen diversas formas de aprovechar los recursos naturales y generar electricidad a través de ellos. Mencionen los distintos tipos de centrales que están presentes en la sala e indiquen cuáles de ellas podrían utilizarse en Chile para ayudar a mantener la producción de energía, debido a la problemática derivada de la disponibilidad de agua mencionada al principio de esta clase.

R: Central eólica, central geotérmica, planta solar.

7. Establezcan las similitudes entre el stand A y un generador eólico. ¿Se producirá Inducción Electromagnética en el dispositivo eólico? De producirse, ¿En qué parte específica del aerogenerador se lleva a cabo? Expliquen.

R: Sí se produce inducción, ya que los aerogeneradores alimentan de electricidad a la ciudad. La inducción ocurre en la cabeza del aerogenerador, ya que es donde el movimiento de las aspas se puede aprovechar para producir el movimiento relativo entre los imanes y la bobina.

8. ¿En qué parte específica de la central hidroeléctrica se producirá la Inducción electromagnética? Expliquen.

R: En la turbina, ya que allí se puede aprovechar su movimiento para producir el movimiento relativo entre imanes y bobinas.

9. Con respecto a las dos centrales mencionadas en las preguntas anteriores, expliquen para qué es necesario generar movimiento.

R: Para que así se pueda establecer la variación de flujo, al generarse un movimiento relativo entre imanes y bobina.

Con lo que ya saben, revisen su respuesta de la pregunta 2, ¿Estaban muy alejados?

10. Como ya habrán podido percatarse, el fenómeno que estamos estudiando es clave en el funcionamiento de las centrales de energía, sin embargo, no todas las instalaciones se basan en este fenómeno. Mencionen una instalación presente en la sala que no funcione bajo la Inducción Electromagnética.

R: Las plantas solares.

11. Finalmente, con lo que han aprendido hasta ahora, vuelvan a responder: ¿Qué importancia tendrá el fenómeno de inducción electromagnética en el funcionamiento de las centrales generadoras de energía?

R: La inducción electromagnética es el fenómeno físico a través del cual la mayoría de las centrales generan electricidad, a través del aprovechamiento del movimiento que se traduce en variación de flujo magnético.

Clase 3

Objetivos:

- Sintetizar las ideas trabajadas durante las dos sesiones previas a través de preguntas dirigidas, para articular las ideas del modelo de Inducción Electromagnética.
- Aplicar el concepto de Inducción Electromagnética a una situación nueva, a través de la manipulación de materiales concretos, para integrar conocimientos trabajados durante la unidad.

Ahora que ya han visitado el museo y trabajado el tema con mayor detalle, a continuación los invitamos a articular las ideas trabajadas. Para ello, junto a su grupo de trabajo, respondan las siguientes preguntas:

1. Con respecto a lo tratado en la primera clase, respondan: ¿Qué condición es necesaria para que exista Inducción Electromagnética? Utilicen sus ideas de flujo magnético.

R: Que exista variación de flujo magnético en el tiempo.

2. El que exista movimiento relativo entre una bobina y un imán, ¿Qué implica respecto del flujo magnético en la bobina?

R: Implica que en la bobina se produce una variación de flujo magnético.

3. Según lo respondido en las dos preguntas previas, contesten: ¿Cuándo se produce Inducción Electromagnética?

R: Cuando dentro de una bobina existe variación de flujo magnético, producto del movimiento relativo entre un imán y una bobina.

4. ¿Cuál es el resultado de la Inducción Electromagnética en un conductor?

R: En un conductor se induce una diferencia de potencial, lo que se manifiesta en una corriente eléctrica inducida.

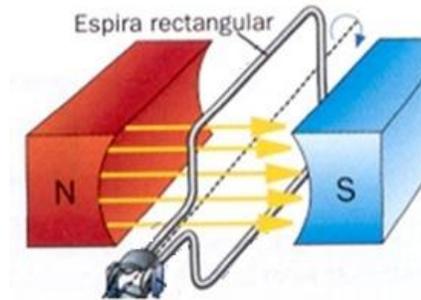
5. Cuando visitaron el stand A de la sala de Electromagnetismo, pudieron observar una característica de la Inducción Electromagnética. Para que la diferencia de potencial y corriente eléctrica inducidas permanezcan, ¿Qué debe ocurrir con la variación de flujo en el tiempo? Revisen sus respuestas a las preguntas A.8.

R: La variación de flujo debe mantenerse en el tiempo, ya que la diferencia de potencial y la corriente inducidas solo existirán mientras exista variación de flujo.

6. En su interacción con los manipulativos del museo pudieron evidenciar otra propiedad del fenómeno. Revisen sus respuestas a la pregunta A.10 y respondan: ¿Cuál es la relación que existe entre la variación de flujo en el tiempo y el valor de la diferencia de potencial inducida?

R: Mientras más varíe el flujo por unidad de tiempo, mayor será el valor de la diferencia de potencial inducida.

7. Antes de integrar sus respuestas anteriores, describan lo que observan en la siguiente imagen, que muestra una situación donde está presente la Inducción.



Dinamo

Imagen 3.15 Dinamo

R: Existe una espira rectangular en presencia de un campo magnético uniforme, que está siendo rotada en torno a un eje de simetría.

8. Utilizando las ideas de sus respuestas anteriores, expliquen las tres preguntas siguientes: ¿Cómo se produce la Inducción Electromagnética en esta situación?

R: La variación de flujo se logra al rotar la espira, con esto se varía el ángulo en el cual los vectores de campo magnético atraviesan el área de la espira, área que también varía en el tiempo, considerando que la imagen muestra el área máxima; el área mínima se daría cuando el vector área de la espira forma un ángulo de 90° con respecto a los vectores campo magnético.

9. ¿Qué condición es necesaria para mantener la variación de flujo?

R: Para mantener la variación de flujo es necesario que la rotación de la espira se mantenga, así permanentemente se mantiene una variación del área de la espira y del ángulo con el cual los vectores de campo magnético atraviesan el área.

10. ¿Para qué sería necesario variar la rapidez angular con la que se gira la espira?

R: Para aumentar o disminuir la variación de flujo por unidad de tiempo, y así generar una diferencia de potencial inducida de mayor o menor magnitud.

Lo que acaban de contestar corresponde a un ejemplo de lo que conceptualmente se conoce como la ley de Faraday, descubierta experimentalmente en 1831.

A partir de aquí es un buen momento para calificar los aprendizajes, ya que aquí es donde se completan las ideas del modelo conceptual trabajado, correspondiente a la ley de Faraday.

Nos queda tratar un último punto en esta sección. Ya saben que cuando se produce Inducción Electromagnética se induce una diferencia de potencial, lo que se manifiesta en una corriente inducida en el conductor. Pero, ¿En cuál de los dos sentidos del conductor la corriente fluye? Como recordarán de su interacción con el stand A, el amperímetro que éste traía incorporado marcaba tanto valores positivos como negativos, lo que se refleja en las siguientes imágenes. ¿A qué responde este hecho?



Imagen 3.16 Amperímetro 1



Imagen 3.17 Amperímetro 2

Para poder resolver esta problemática, necesitan la siguiente definición:

La corriente inducida tiene un sentido tal sobre el conductor, que el flujo magnético que ésta crea se opone a la variación de flujo que la originó.

Ley de Lenz

Una ayuda para resolver las siguientes preguntas es considerar la regla de la mano derecha. En la siguiente imagen se muestran los conceptos involucrados para esta regla en el contexto que trabajaremos. Los dedos se cierran en el sentido del campo y el pulgar señala el sentido de la corriente.

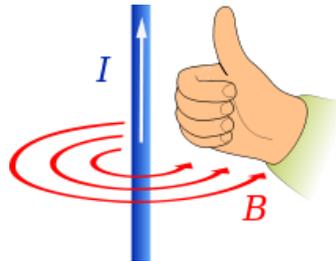


Imagen 3.18 Regla de la mano derecha

11. En las siguientes imágenes podrán observar un circuito compuesto por una barra conductora móvil que permite variar su área. El circuito está en presencia de un campo magnético uniforme. En base al principio de conservación de la energía, sabemos que el flujo no puede aumentar indefinidamente sobre el circuito. En base a esto, respondan cuál sería el sentido de propagación de la corriente inducida en cada caso.

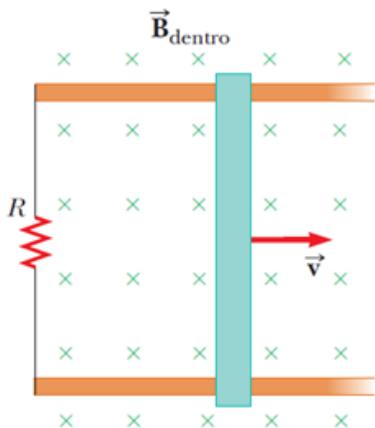


Imagen 3.19 Circuito 1

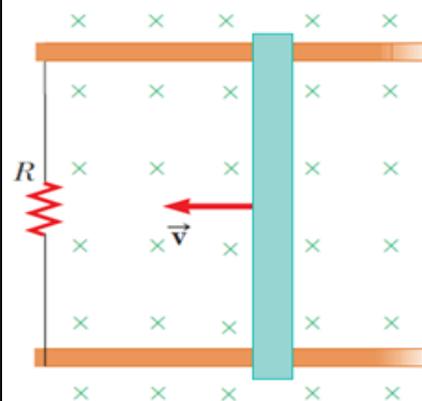


Imagen 3.20 Circuito 2

R: En el caso de la izquierda, el movimiento de la barra produce que el área de la espira aumente, aumentando con esto el flujo. Como el flujo no puede aumentar indefinidamente, la corriente inducida lo hará disminuir. A través de la regla de la mano derecha, el campo generado por la corriente inducida en el plano de la imagen irá hacia fuera de la página, por lo que el sentido de la corriente será antihorario.

En el caso de la derecha, el movimiento de la barra produce que el área de la espira disminuya, disminuyendo con esto el flujo. Entonces, el flujo de la corriente inducida lo hará aumentar. A través de la regla de la mano derecha, el campo generado por la corriente inducida en el plano de la imagen irá hacia dentro de la página, por lo que el sentido de la corriente será horario.

Es decir, si existe un aumento de flujo sobre el circuito, la corriente inducida formará un campo magnético que a su vez producirá un flujo sobre el circuito que haga disminuir el aumento de flujo que la originó, y viceversa, respondiendo al principio de conservación de la energía.

12. Ahora que conocen la ley de Lenz, expliquen por qué el amperímetro del stand A marca valores positivos y negativos de manera cíclica.

R: Cuando los imanes se acercaban a la bobina, el flujo sobre ella aumentaba, por lo que la corriente inducida producía una disminución del flujo, lo que se traducía en una corriente que iba en sentido horario desde el lugar donde se encontraba la manivela. Cuando los imanes se alejaban de la bobina, el flujo sobre ella disminuía, por lo que la corriente inducida producía un aumento del flujo, lo que se traducía en una corriente que iba en sentido antihorario desde el lugar donde se encontraba la manivela. Así, se podía leer en el amperímetro que los sentidos para la corriente eran oscilantes.

Para finalizar, por ahora, nuestro estudio sobre la Inducción Electromagnética, les proponemos realizar una última actividad.



Imagen 3.21 Tubos

Dispondrán de tres tubos de igual longitud: uno de plástico, uno de aluminio y uno de cobre; además de un imán pequeño. Coloquen los tubos de manera vertical y observen qué sucede con el tiempo de caída cuando el imán es soltado desde la parte superior del tubo.

13. Ordenen de menor a mayor los tiempos de caída para cada material del tubo.

R: Tubo de plástico, tubo de aluminio y tubo de cobre.

14. Expliquen, ¿Por qué el imán en el tubo de cobre demora más en caer?

R: De alguna manera, se genera una fuerza sobre el imán contraria al peso.

Como se podrán haber dado cuenta, existe una fuerza adicional al peso sobre el imán, pero ¿De dónde provendrá esta fuerza? Para llegar a responder esta pregunta, analicemos qué sucede con el imán mientras va cayendo.

15. Como ya saben, el imán es una fuente de campo magnético y el cobre es un material conductor. En este caso, el área del interior del tubo es fija, por lo que podemos considerar al tubo como si estuviera compuesto por muchas espiras delgadas de la misma área. Considerando lo anterior, respondan, ¿Qué sucede con el flujo magnético a través de estas espiras mientras el imán desciende y qué se induce en ellas?

R: Cuando el imán desciende produce una variación de flujo magnético en estas espiras delgadas, aumentando el flujo en las espiras que están debajo de él y disminuyendo el flujo en las espiras que están sobre él, induciendo una diferencia de potencial y corrientes eléctricas con sentido contrario, según la espira esté sobre o bajo el imán.

16. El campo magnético generado por la corriente inducida posee un polo norte y un polo sur, como han estudiado durante la unidad. Expliquen qué sucede con la interacción entre los polos del campo magnético generado por la corriente inducida y los del imán, de manera de explicar la existencia de la fuerza adicional.

R: A través de la ley de Lenz se puede establecer que los polos de los campos magnéticos generados por las corrientes inducidas tienen sus polos norte hacia el imán. Para que la fuerza sea ascendente, el imán debe orientarse de tal manera que su polo sur esté arriba y su polo norte abajo, ya que de esta manera los polos opuestos de arriba generan una atracción y los polos iguales de abajo generan una repulsión.

Compartan sus respuestas con el curso y escuchen la explicación del profesor.

Luego de esta actividad, se debe realizar una puesta en común donde se escuchen las explicaciones de todos los grupos de trabajo, para finalizar con la explicación del profesor.

3.5 Evaluación de la propuesta

En los mismos grupos conformados para la realización de la secuencia, participarán del siguiente debate:

Se realizará un concierto de rock a beneficio de los diferentes colegios municipales de la ciudad de San Pedro de Atacama, pero ésta presenta un gran déficit de recursos hídricos, por lo que la ciudad se ve en la necesidad de buscar una solución para poder generar la suficiente energía y permitir que se realice el concierto.

La ciudad dispone de las siguientes opciones para centrales generadoras de energía:

Tabla 3.13 Detalle de centrales

Fuente	Inversión	Costos fijos explotación	Costos variables	Seguridad suministro	Horas/año
Carbón	Baja	Medios	Medios	Alta	6000
Gas ciclo combinado	Media	Bajos	Medios/altos	Alta	6000

Gas ciclo simple	Media	Medios	Altos	Alta	>3000
Nuclear	Muy alta	Altos	Muy bajos	Media	8000
Hidráulica c/regulación	Muy alta	Medios	Muy bajos	Alta	1500
Hidráulica fluyente	Altos	Medios	Muy bajos	Intermitente	>2000
Eólica	Altos	Bajos	Casi cero	Intermitente	2500
Solar*	Muy alta	Muy altos	Casi cero	Intermitente	2000

Fuente: Fundación Luis Stilve / *La fuente solar mencionada se refiere a una central termosolar.

Definan cuál de estas opciones sería la más viable para la ciudad, argumentando el por qué de su elección, considerando las variables presentadas en la tabla anterior.

Además, mencionen cómo tanto los instrumentos y la iluminación de ese día funcionarán, indicando cómo se produce el fenómeno de Inducción Electromagnética en la central escogida, qué requisito es necesario para mantener la corriente inducida y de qué manera se podría aumentar la magnitud de esta corriente.

El debate dura 12 minutos por tema y se divide en:

- Introducción a cargo del moderador
- 3 minutos para que cada grupo exponga su postura frente al tema
- 4 minutos de confrontación entre los grupos
- 5 minutos para el cierre a cargo del moderador

El profesor es el moderador del debate y la rúbrica que poseerá para evaluar el desempeño de los estudiantes podrá ser encontrada en el apéndice.

Conclusiones

De acuerdo a los objetivos planteados en este Seminario de Grado, pudimos concluir que éstos se cumplieron gracias a las diferentes validaciones realizadas por los profesores expertos. Ellos pudieron probar que, efectivamente, nuestra propuesta didáctica sí es capaz de lograr que los estudiantes puedan aprender el fenómeno, aplicándolo a la resolución de un problema medioambiental. Además, las actividades sí están diseñadas para poder desarrollar lo que es la argumentación, permitiendo potenciar esta habilidad social en los escolares.

No obstante a lo anterior, debemos dar cuenta que ningún profesor experto fue capaz de comentar si las actividades construidas están dentro de lo que la modelización de la modelización establece. Debido a esto, podemos afirmar que las guías podrían tener ciertas mejoras en lo que a esto se refiere.

En el diseño de las clases, a través de las tres validaciones realizadas por los profesores expertos, comprendimos que un factor que determina la eficiencia de la propuesta se vincula con el cómo los estudiantes interpretan las preguntas. Esto ocurre debido a que cuando se construyeron las preguntas, las respuestas se pensaron desde nuestra propia perspectiva, sin considerar que son los estudiantes quienes serán los que efectivamente respondan. No obstante, esto permitió considerar estos aspectos que son fundamentales al momento de construir secuencias didácticas que aporten al aprendizaje. Así, como profesores en constante formación, debemos conocer claramente lo que los estudiantes son capaces de hacer en sus diferentes etapas de su vida escolar, es decir, debemos diseñar espacios en los cuales los estudiantes puedan superar la zona de desarrollo próximo. Por esto, el diseñar un contexto de aprendizaje que involucre una problemática real de la vida de los estudiantes es importante, ya que permite el desarrollo del lenguaje como un modo social de pensamiento.

A través de haber detectado las diferentes dificultades de los estudiantes asociadas a la Inducción Electromagnética y los bajos niveles de desempeño en el área de las ciencias de los estudiantes chilenos, se pudo establecer que ellos deben transitar por diferentes momentos de aprendizaje, que no sólo les permita describir los fenómenos, sino también aplicarlos en su vida cotidiana y en la resolución de problemas, para que de esta manera se consoliden mejores aprendizajes, con los cuales los estudiantes puedan participar socialmente en la toma de decisiones.

Tomando en cuenta los diferentes contextos de educación definidos, pudimos identificar que el uso de museos sí responde a complementar lo que es la educación formal de las escuelas.

Además, permite potenciar las actitudes favorables hacia las ciencias, cuando las actividades sí se diseñan considerando a estos espacios como un contexto más de educación, y no como un espacio de diversión. Por otro lado, la articulación de diferentes espacios de educación favorecen el desarrollo de habilidades sociales como la argumentación, debido a que la interacción tanto con los recursos del museo como entre estudiantes, que son guiados por el profesor, permite que las ideas que se van construyendo y consensuando, se reflejen a través de argumentos que son la evidencia del aprendizaje, lo que se relaciona directamente con la modelización, la cual fue nuestra base para el diseño de las actividades.

Considerando los comentarios de los validadores y de los profesores correctores, la propuesta resultó ser una innovación en términos de plantear un nuevo escenario de aprendizaje. No obstante, consideramos que nuestro trabajo podría haber otorgado datos de gran importancia si hubiera sido implementada, tal como fue sugerido en el proceso de elaboración del trabajo. Un aspecto a considerar como proyección de nuestra propuesta, da cuenta de una futura implementación, en la cual se realice una prueba piloto, que permita identificar aspectos que puedan ser mejorados, para posteriormente realizar la implementación de manera óptima. Esto podría ser llevado a cabo por futuros estudiantes seminaristas de nuestra carrera, quienes podrían utilizar técnicas de análisis del discurso, que les permitan evidenciar el aprendizaje y el desarrollo de habilidades mencionados en este trabajo, de manera de comprobar que los museos de ciencias no solo inciden positivamente en las actitudes hacia las ciencias, sino también arrojar datos que permitan evidenciar el rol de estos centros en el aprendizaje y desarrollo de habilidades científicas y sociales.

Consideramos que el acto de diseñar secuencias de aprendizaje es el fruto de la reflexión pedagógica, ya que aquí se pone en práctica lo pensado, creando entornos de aprendizajes más fructíferos. Luego de poner en práctica el nuevo diseño, se vuelve a reflexionar para establecer nuevas mejoras, de manera que se genera un ciclo de diseño y reflexión.

Finalmente, al realizar una evaluación de las validaciones, nos fue posible evidenciar que, a medida que fuimos avanzando en el diseño, las clases fueron mejorando su eficacia, lo que refleja que en el transcurso de la construcción de nuestra propuesta, el trabajo fue adquiriendo una mayor precisión, respecto a los objetivos propuestos a lograr.

Referencias bibliográficas

Acevedo, J., Vázquez, A. y Manassero, M. (2003). Papel de la educación CTS en una alfabetización científica y tecnológica para todas las personas. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 2(2), 80-111.

Recuperado de: http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen2/REEC_2_2_1.pdf (06-01-2017)

Aguirre, C. (2013). El museo y la escuela, conversaciones de complemento. Medellín, Colombia: Parque explora.

Aguirre, C. y Vázquez, A. (2004). Consideraciones generales sobre la alfabetización científica en los museos de ciencia como espacios educativos no formales. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 3 (3), 1-26.

Recuperado de: <https://www.researchgate.net/publication/28076576> (09-01-2017)

Almudí, J., Zuza, K. y Guisasaola, J. (2016). Aprendizaje de la teoría de inducción electromagnética en cursos universitarios de física general. Una enseñanza por resolución guiada de problemas. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 34(2), 7-24.

Recuperado de: <http://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/309277/399256> (29-10-2016)

Acher, A. (2014). Cómo facilitar la modelización científica en el aula. *Revista TED: Tecné, Episteme y Didaxi*, 36, 63-75.

Recuperado de: <http://www.scielo.org.co/pdf/ted/n36/n36a05.pdf> (09-01-2017)

Arbués, E. (comps.) (2014). Los museos como espacios sociales de educación. *Estudios sobre educación*, 27, 133-151.

Recuperado de: <https://www.unav.edu/publicaciones/revistas/index.php/estudios-sobre-educacion/article/view/489/356> (10-01-2017)

Calatayud, M. (2008). La autoevaluación como estrategia de aprendizaje para atender a la diversidad. *Revista educadores*.

Recuperado de: <http://www.educaweb.com/noticia/2008/01/28/autoevaluacion-como-estrategia-aprendizaje-atender-diversidad-2752/> (09-04-2017)

Cano, J., Gómez, J. y Cely, I. (2009). La enseñanza del concepto de corriente eléctrica desde un enfoque histórico-epistemológico (Tesis para optar a título de pregrado) Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.

Carrera, B. y Marcella, C.(comps.).(2001). Vygotsky: enfoque sociocultural. *Revista venezolana de educación*, 5(13), 41-44.

Céspedes, N. (2015). *Modelos y modelización como estrategia de producción de conocimiento en la enseñanza de la mecánica cuántica*. (Tesis de doctorado). Universidad Santo Tomás, Santiago, Chile.

Chaves, A. (2001). Implicaciones educativas de la teoría sociocultural de Vygotsky. *Revista Educación Universidad de Costa Rica*, 25(2), 59-65.

Coll, C. y Edwards, D. (1996). Las perspectivas socioculturales y el estudio del discurso en el aula. En Coll, C. y Edwards, D. (eds.), *Enseñanza, aprendizaje y discurso en el aula*. Madrid, España: Fundación infancia y aprendizaje.

Crujeiras, B. y Jiménez, M. (2012). Participar en las prácticas científicas: aprender sobre la ciencia diseñando un experimento sobre pastas de dientes. *Revista Alambique: Didáctica de las ciencias experimentales*, 72, 12-19.

Recuperado de:

[https://www.researchgate.net/publication/283569944 Participar en las practicas cientificas aprender sobre la ciencia disenando un experimento sobre pasta de dientes](https://www.researchgate.net/publication/283569944_Participar_en_las_practicas_cientificas_aprender_sobre_la_ciencia_disenando_un_experimento_sobre_pasta_de_dientes) (12-02-2016)

Cubero, R. y otros (comps.). (2008). La educación a través de su discurso. Prácticas educativas y construcción discursiva del conocimiento en el aula. *Revista de Educación*, 346, 71-104.

Recuperado de: http://www.revistaeducacion.educacion.es/re346/re346_03.pdf (20-02-2017)

Domínguez, P. (2009). Espacios educativos y museos de pedagogía, enseñanza y educación. *Cuestiones pedagógicas*, 19, 191-206.

Recuperado de: <http://institucional.us.es/revistas/cuestiones/19/11Alvarez.pdf> (09-01-2017)

Etchegaray, N., Ramírez, R. y Serrano, M. (2016). Aportes del MUCYTEC al desarrollo de actitudes favorables hacia las ciencias en estudiantes de enseñanza media. (Investigación de pregrado). Universidad de Santiago de Chile, Santiago, Chile.

Fernández, G., Stengler, E. y Vidalot, P. (2015). Actividades Educativas en el museo científico: de ciencia divertida a ciencia seductora. *Revista de Museología*, 63, 11-25.

Recuperado de: <http://eprints.uwe.ac.uk/25571/1/Article%20Guillermo%20Erik%20Pere.pdf> (12-01-2017)

Games, S., Mercado, J. y Parra, J. (2012). *Dificultades en el aprendizaje de la electricidad, un estudio en el Colegio Técnico Industrial Don Bosco Salesianos Antofagasta*. (Tesis para optar a título de pregrado) Universidad Católica del Norte, Antofagasta, Chile.

Garrido, N. (2013). *Analizando las interacciones entre iguales y con el profesor en sesión de laboratorio de Física*. (Tesis de maestría). Universidad Autónoma de Barcelona. Barcelona, España.

Garrido, A. (2016). *Modelització i models en la formació inicial de mestres de primària des de la perspectiva de la pràctica científica*. (Tesis de doctorado). Universidad Autónoma de Barcelona. Barcelona, España. Traducción propia.

Gatica-Lara, F. y Uribarren-Berrueta, T. (2012). ¿Cómo elaborar una rúbrica? *Investigación en Educación Médica*, 2(1), 61-65.

Recuperado de: http://riem.facmed.unam.mx/sites/all/archivos/V2Num01/10_PEM_GATICA.PDF (30-03-2017)

Guisasola, J. y otros (2005). Diseño de estrategias centradas en el aprendizaje para las visitas escolares a los museos de ciencias. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2, 19-32.

Recuperado de:

http://www7.uc.cl/sw_educ/educacion/grecia/plano/html/pdfs/linea_investigacion/Que_Ciencia_Enseñar_IEC/IEC_028.pdf (18-03-2017)

Guisasola, J. y Morentín, M. (2007). ¿Qué papel tienen las visitas escolares a los museos de ciencias en el aprendizaje de las ciencias? Una revisión de las investigaciones. *Revista Electrónica Enseñanza de las ciencias*, 25 (3), 401-414.

Recuperado: <https://ddd.uab.cat/record/39801> (22-08-2016)

Guisasola, J. y Morentín, M. (2010). Concepciones del profesorado sobre visitas escolares a museos de ciencias. *Revista Electrónica Enseñanza de las ciencias*, 28 (1), 127-140.
Recuperado de: <https://ddd.uab.cat/record/57189> (18-08-2016)

Guisasola, J., Zuza, K., Almudí, J. (2012). Revisión de la investigación acerca de las ideas de los estudiantes sobre la interpretación de los fenómenos de inducción electromagnética. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 30(2), 175-196.
Recuperado de: <http://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/viewFile/254509/391060> (10-05-2016)

Jiménez, M. y Puig, B. (2013). El papel de la argumentación en la clase de ciencias: llevando a cabo prácticas científicas. *Revista Alambique: Didáctica de las ciencias experimentales*, 75, 85-90.

Lemke, J. (1997). Dos minutos en una clase de ciencia. En Paidós Ibérica (eds.) *Aprender a hablar ciencia*. Barcelona, España: Paidós.

Martín, J. y Solbes, J. (2001). Diseño y evaluación de una propuesta para la enseñanza del concepto de campo de Física. *Revista Electrónica Enseñanza de las Ciencias*, 19(3), 393-403.
Recuperado de: <http://www.raco.cat/index.php/ensenanza/article/viewFile/21761/21595> (10-02-2017)

Martínez-Rojas, J. (2008). Las rúbricas en la evaluación escolar: su construcción y su uso. *Avances en Medición*, 6, 129-134.
Recuperado de: http://www.humanas.unal.edu.co/psicometria/files/9713/7036/4861/Encuesta_Cuestionario_O_P_rueba.pdf (30-03-2017)

Mercer, N. (1995). *La construcción guiada del conocimiento. El habla de profesores y alumnos*. Barcelona, España: Paidós.
Recuperado de: http://www.terras.edu.ar/biblioteca/6/PE_Mercer_2_Unidad_3.pdf (20-04-2017)

Mercer, N. (2004). Sociocultural discourse analysis: analysing classroom talk as a social mode of thinking. *Journal of Applied Linguistics*, (1), 137-168. Traducción propia.
Recuperado de: http://thinkingtogether.educ.cam.ac.uk/publications/journals/Mercer_JCL2005.pdf (20-02-2017)

Millar, R. y Abrahams, I. (2008) *Does Practical Work Really Work? A study of the effectiveness of practical work*. *International Journal of Science Education*, 30, 1945-1969. Traducción propia.
Recuperado de: <http://citeserx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.456.354&rep=rep1&type=pdf> (10-05-2016)

Ministerio de Educación. (2009). *Objetivos Fundamentales y Contenidos Mínimos Obligatorios de la Educación Básica y Media*. Santiago.

Ministerio de Educación. (2015). Física. Programa de Estudio | Actualización 2009. Cuarto año medio. Santiago.

Moreira, M. y Rodríguez, M. (2002). Modelos mentales y modelos conceptuales en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 2(3), p.37-57.
Recuperado de: <https://www.if.ufrgs.br/~moreira/modelosmentalesymodelosconceptuales.pdf> (10-12-2016)

Morentin, M. y Guisasola, J. (2014). La visita a un museo de ciencias en la formación inicial del profesorado de Educación Primaria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 11(3), 364-380.

Recuperado de: <http://www.redalyc.org/pdf/920/92031829009.pdf> (04-03-2017)

Mortimer, E., y Scott, P. (2003). *Meaning Making in Secondary Science Classrooms*. UK: Biddles Limited.

Naizaque, N. (2013). *Diseño de una estrategia didáctica para la enseñanza de la inducción electromagnética*. (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia.

OCDE. (2006). El programa PISA de la OCDE qué es y para qué sirve. Diciembre 2016, de OCDE

Recuperado de: <https://www.oecd.org/pisa/39730818.pdf> (04-03-2017)

OCDE. (2016). PISA 2015 resultados clave. Enero 2017, de OCDE Sitio web: <https://www.oecd.org/pisa/pisa-2015-results-in-focus-ESP.pdf>

Osborne, J. (2014). Teaching Scientific Practices: Meeting the Challenge of Change. *Revista Springer*, 25, p.177-196. Traducción propia.

Recuperado de: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10972-014-9384-1> (04-03-2017)

Oyuela D. y Garzón I. (2011). Secuencia de enseñanza para la presentación del análisis del fenómeno de inducción electromagnética. *Revista científica*, 13, 49-54.

Reynoso, E. (2014). Hacia dónde van los museos de ciencia: reflexiones y propuestas. *Revista Digital Universitaria*, 15(3), 1-25.

Recuperado de: <http://www.revista.unam.mx/vol.15/num3/art15/> (10-01-2017)

Revel, A., Meinardi, E. y Adúriz, A. (2014). La argumentación científica escolar: contribución a la comprensión de un modelo complejo. *Ciencia y Educación (BAURU)*, 20(4), 987-1001.

Sandoval, N. (2009). La evaluación de los aprendizajes desde un enfoque cognitivo. *Itinerario educativo*, 54, 97-106.

Sanmartí, N. (2002). Necesidades de formación del profesorado en función de las finalidades de la enseñanza de las ciencias. *Pensamiento educativo*, 30, 35-60.

Segarra, A., Vilches, A. y Gil, D. (2008). Los museos ciencias como instrumentos de alfabetización científica. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 22, 85-102.

Recuperado de: <https://www.uv.es/vilches/Documentos/Museos%20de%20ciencias.pdf> (21-01-2017)

Sepúlveda, P. (28 de Noviembre de 2016). Universidad de Harvard dice que escolares chilenos no son educados en habilidades sociales. La Tercera. Recuperado de: <http://www.latercera.com/noticia/uharvarddiceescolareschilenosnoeducadoshabilidadesocial.es/>

Serway, R. y Jewett, J. (2004). *Physics for Scientists and engineers*. USA: Thomson Brooks/Cole.

Tecpan, S., Benegas, J. y Zavala, G. (2015). Entendimiento conceptual y dificultades de aprendizaje de electricidad y magnetismo identificadas por profesores.

Recuperado de: <https://www.researchgate.net/publication/289250914>

Tipler, P. y Mosca, G.. (2010). Física para la ciencia y tecnología. Barcelona: Reverté

Vázquez, G. (1998). La educación no formal y otros conceptos próximos. En J. Sarramona, G. Vázquez y A. Colom. *Educación no formal* (p.11-25). Barcelona: Ariel.

Apéndice

Apéndice 1: Encuesta de validación de la propuesta para profesores expertos

Esta sección contiene los instrumentos utilizados por los expertos para validar nuestra secuencia didáctica.

Instrumento de validación

El objetivo de esta encuesta es validar la secuencia didáctica, de tres clases, elaborada para la enseñanza y el aprendizaje de la Inducción Electromagnética. Para el fin de la validación, cada clase fue dividida en etapas, de manera de lograr una mejor retroalimentación por parte de usted.

En cada etapa podrá encontrar afirmaciones frente a las cuales deberá establecer su grado de acuerdo, junto con una sección opcional de comentarios.

Adjunto a este instrumento, ponemos a su disposición los videos utilizados durante la secuencia.

En su calidad de experto, sus consideraciones nos serán de mucha utilidad para mejorar la propuesta didáctica, por lo que agradecemos su buena disposición y tiempo para contestar esta encuesta.

Para comenzar esta validación le solicitamos poder llenar los siguientes datos personales:

Profesor 1

Nombre:	Profesor experto 1
Título, grados académicos:	Profesor de estado de Matemática y Física. Magister en Ciencia, mención Geofísica. Magíster en Investigación Educativa.
Tipo de establecimiento donde se desempeña:	Universidad
Años de experiencia docente	49 años
¿Ha enseñado inducción electromagnética en cuarto año de enseñanza media?	SI

Encuesta de validación para la clase 1

- Etapa diagnóstica: La finalidad de esta etapa es conocer los conocimientos previos de los estudiantes al entrar en la secuencia de Inducción Electromagnética,

Criterio	Completamente de acuerdo	En acuerdo	En desacuerdo	Completamente en desacuerdo
La redacción de las preguntas es clara y permite que el estudiante comprenda lo consultado.		X		

La dificultad de las preguntas es adecuada para los estudiantes de cuarto año medio.		X		
Para usted como validador es claro identificar las respuestas a las preguntas realizadas.	X			
Las preguntas abordan conocimientos previos que facilitan comprender el contenido de inducción electromagnética.		X		

Agradecemos sus comentarios en cuanto a si existe alguna pregunta que pudiera mejorarse y cómo, en cuanto a alguno de los criterios anteriores o con respecto a aspectos que no hayan sido mencionados.

Definir mejor el concepto de área. Modificar la fórmula escrita, ya que hay elementos matemáticos mal utilizados.

- Etapa 1: Hasta antes de pregunta 1. Esta etapa está enfocada a la presentación del contenido a tratar.

¿Qué tan de acuerdo está con la siguiente afirmación?	Completamente de acuerdo	De acuerdo	En desacuerdo	Completamente en desacuerdo
La etapa permite al estudiante contextualizar históricamente el fenómeno y a su descubridor, junto con conocer su principal aplicación en la vida cotidiana.	X			

Agradecemos sus comentarios en cuanto al criterio anterior o con respecto a aspectos que no hayan sido mencionados.

Parece adecuado el apoyo del material audiovisual, para relacionar la variación del flujo magnético con el movimiento relativo entre bobina e imán.

- Etapa 2: Desde pregunta 1 hasta pregunta 6. Esta etapa está enfocada a trabajar con el concepto de flujo magnético y las variables que inciden en él, marcando el punto de separación con respecto al programa de estudios, donde se sugiere evitar este concepto.

¿Qué tan de acuerdo está con las	Completamente	De	En	Completamente
----------------------------------	---------------	----	----	---------------

siguientes afirmaciones?	de acuerdo	acuerdo	desacuerdo	en desacuerdo
Existe claridad en cuanto a lo que se pide en cada pregunta.		X		
La etapa permite al estudiante comprender el concepto de flujo magnético.	X			
La etapa permite al estudiante comprender la incidencia de las variables intensidad de campo, magnitud del área y ángulo entre el vector área y el vector campo magnético en la magnitud del flujo magnético.		X		

Agradecemos sus comentarios en cuanto a si existe alguna pregunta que pudiera mejorarse y cómo, en cuanto a alguno de los criterios anteriores o con respecto a aspectos que no hayan sido mencionados.

Pregunta 3. Debe haber espacio necesario para las comparaciones. Cuando se dan expresiones matemáticas, deben cuidar la simbología de las operaciones involucradas.

- Etapa 3: desde pregunta 7 hasta pregunta 14. Esta etapa está enfocada a superar la dificultad en el aprendizaje de confundir flujo con variación de flujo, detectada en la literatura (en la segunda clase se reitera este hecho). Además, pretende lograr asociar el movimiento relativo entre un imán y una bobina con el concepto de variación de flujo, junto con determinar que la Inducción genera una diferencia de potencial.

¿Qué tan de acuerdo está con las siguientes afirmaciones?	Completamente de acuerdo	De acuerdo	En desacuerdo	Completamente en desacuerdo
Existe claridad en cuanto a lo que se pide en cada pregunta.	X			
La etapa permite al estudiante distinguir el concepto de flujo del de variación de flujo.		X		
La etapa permite al estudiante relacionar el movimiento relativo entre un imán y una bobina con la variación de flujo magnético.	X			

La etapa permite al estudiante asociar la variación de flujo magnético con la aparición de una diferencia de potencial.	X			
---	---	--	--	--

Agradecemos sus comentarios en cuanto a si existe alguna pregunta que pudiera mejorarse y cómo, en cuanto a alguno de los criterios anteriores o con respecto a aspectos que no hayan sido mencionados.

Las preguntas deben ser lo más precisas posibles y para que los estudiantes no se confundan y traslapen las situaciones.

- Etapa 4: desde pregunta 15 hasta pregunta 17. Esta etapa está enfocada a la aplicación de lo aprendido a una situación nueva, que está tomada de la sala de electromagnetismo del museo.

¿Qué tan de acuerdo está con las siguientes afirmaciones?	Completamente de acuerdo	De acuerdo	En desacuerdo	Completamente en desacuerdo
Existe claridad en cuanto a lo que se pide en cada pregunta.	X			
La etapa permite a los estudiantes aplicar los conceptos trabajados en la explicación de una situación donde está presente la inducción electromagnética.	X			

Agradecemos sus comentarios en cuanto a si existe alguna pregunta que pudiera mejorarse y cómo, en cuanto a alguno de los criterios anteriores o con respecto a aspectos que no hayan sido mencionados.

Súper buena idea de la interacción en el museo interactivo.

- Clase en general.

¿Qué tan de acuerdo está con las siguientes afirmaciones?	Completamente de acuerdo	De acuerdo	En desacuerdo	Completamente en desacuerdo
---	--------------------------	------------	---------------	-----------------------------

Las actividades de la clase pueden ser realizadas dentro de los 90 minutos.	X			
La complejidad de las preguntas es apropiada para el nivel de los estudiantes.	X			

Agradecemos sus comentarios en cuanto a alguno de los criterios anteriores o con respecto a aspectos que no hayan sido mencionados.

Debería tenerse sumo cuidado al formular las preguntas, que éstas sean acotadas y precisas, puesto que la materia de campos en sí es compleja.

Encuesta de validación para la clase 2

- Etapa 1: Preguntas previas a la sala de Electromagnetismo y posteriores a ella. Esta etapa tiene por finalidad que por un lado, los estudiantes reconozcan la presencia del fenómeno de Inducción Electromagnética en las centrales generadoras de energía y de qué manera, y por otro, desarrollar la alfabetización científica, de tal manera de que los estudiantes puedan participar en los debates sociales que incluyan temas científicos, junto con conocer la presencia del fenómeno en la vida cotidiana.

¿Qué tan de acuerdo está con las siguientes afirmaciones?	Completamente de acuerdo	De acuerdo	En desacuerdo	Completamente en desacuerdo
Existe claridad en cuanto a lo que se pide en cada pregunta.	X			
La etapa permite al estudiante relacionar el fenómeno en estudio con el funcionamiento de las centrales de energía.	X			
La etapa permite al estudiante conocer la presencia del fenómeno en la vida cotidiana.		X		
La etapa permite al estudiante desarrollar conocimientos con los que puede participar socialmente.	X			

Agradecemos sus comentarios en cuanto a si existe alguna pregunta que pudiera mejorarse y cómo, en cuanto a alguno de los criterios anteriores o con respecto a aspectos que no hayan sido mencionados.

De acuerdo con el nexo entre lo realizado en la clase 1 y las preguntas de esta etapa en el museo.

- Etapa 2: Preguntas del Stand A. Esta etapa pretende que los estudiantes, producto de su interacción con el manipulativo del museo, distingan los dos tipos de variación de flujo, conozcan las condiciones para mantener una corriente alterna, asocien la magnitud de la variación de flujo con la magnitud de la diferencia de potencial inducida y que refuercen la idea de que solo la variación de flujo produce Inducción, no bastando el solo hecho de existir flujo, dificultad en el aprendizaje que encontramos en la literatura específica del tema.

¿Qué tan de acuerdo está con las siguientes afirmaciones?	Completamente de acuerdo	De acuerdo	En desacuerdo	Completamente en desacuerdo
Existe claridad en cuanto a lo que se pide en cada pregunta.		X		
La etapa permite al estudiante diferenciar el aumento de flujo de la disminución de flujo.	X			
La etapa permite al estudiante comprender que para que la corriente alterna se mantenga, la variación de flujo debe mantenerse en el tiempo.	X			
La etapa permite al estudiante asociar una mayor diferencia de potencial inducida con una mayor variación de flujo en el tiempo.	X			
La etapa permite al estudiante reforzar la idea de que la Inducción Electromagnética solo ocurre producto de la variación de flujo y no de la existencia de un flujo constante.	X			

Agradecemos sus comentarios en cuanto a si existe alguna pregunta que pudiera mejorarse y cómo, en cuanto a alguno de los criterios anteriores o con respecto a aspectos que no hayan sido mencionados.

Es importante el aterrizaje a lo cotidiano en las preguntas que se formulan

- Etapa 3: preguntas del stand B. Esta etapa pretende que los estudiantes, producto de su interacción con el manipulativo del museo, conozcan un ejemplo donde se produce Inducción sin existir movimiento relativo entre la fuente de campo magnético y la bobina, junto con determinar la relación existente entre flujo magnético y la diferencia de potencial inducida con la distancia.

¿Qué tan de acuerdo está con las siguientes afirmaciones?	Completamente de acuerdo	De acuerdo	En desacuerdo	Completamente en desacuerdo
Existe claridad en cuanto a lo que se pide en cada pregunta.		X		
La etapa permite al estudiante explicar cómo se produce la variación de flujo en esta situación.	X			
La etapa permite al estudiante establecer la relación existente entre la distancia y los conceptos de flujo magnético y diferencia de potencial inducida.	X			

Agradecemos sus comentarios en cuanto a si existe alguna pregunta que pudiera mejorarse y cómo, en cuanto a alguno de los criterios anteriores o con respecto a aspectos que no hayan sido mencionados.

Las preguntas deben ir encauzando las respuestas, ¡no contenerlas!

- Clase en general.

¿Qué tan de acuerdo está con las siguientes afirmaciones?	Completamente de acuerdo	De acuerdo	En desacuerdo	Completamente en desacuerdo
Las actividades de la clase pueden ser realizadas dentro de aproximadamente 4 horas.	X			
La complejidad de las preguntas es apropiada para el nivel de los estudiantes.	X			

Agradecemos sus comentarios en cuanto a alguno de los criterios anteriores o con respecto a aspectos que no hayan sido mencionados.

La clase está bien hecha en relación al contenido y a lo que ofrece el museo.

Encuesta de validación para la clase 3

- Etapa 1: Preguntas 1 a 8. Esta etapa tiene por finalidad que los estudiantes sinteticen las ideas trabajadas en las dos sesiones previas, llegando a establecer el modelo conceptual de la ley de Faraday.

¿Qué tan de acuerdo está con las siguientes afirmaciones?	Completamente de acuerdo	De acuerdo	En desacuerdo	Completamente en desacuerdo
Existe claridad en cuanto a lo que se pide en cada pregunta.	X			
La etapa permite al estudiante la síntesis de las ideas trabajadas en las dos clases previas.	X			
La etapa permite al estudiante aplicar el modelo en una situación donde está presente la Inducción Electromagnética.	X			

Agradecemos sus comentarios en cuanto a si existe alguna pregunta que pudiera mejorarse y cómo, en cuanto a alguno de los criterios anteriores o con respecto a aspectos que no hayan sido mencionados.

Se debe precisar el objetivo de la clase.

- Etapa 2: Preguntas 9 a 10. Esta etapa tiene por finalidad formalizar la idea de la ley de Lenz.

¿Qué tan de acuerdo está con las siguientes afirmaciones?	Completamente de acuerdo	De acuerdo	En desacuerdo	Completamente en desacuerdo
Existe claridad en cuanto a lo que se pide en cada pregunta.	X			
La etapa permite al estudiante comprender y aplicar la ley de Lenz.	X			

Agradecemos sus comentarios en cuanto a si existe alguna pregunta que pudiera mejorarse y cómo, en cuanto a alguno de los criterios anteriores o con respecto a aspectos que no hayan sido mencionados.

Si el objetivo es el descrito, entonces estas actividades sí cumplen con este objetivo.

- Etapa 3: Preguntas 11 a 14. La última etapa de la secuencia tiene por finalidad promover la transferencia de lo aprendido a una situación nueva.

¿Qué tan de acuerdo está con las siguientes afirmaciones?	Completamente de acuerdo	De acuerdo	En desacuerdo	Completamente en desacuerdo
Existe claridad en cuanto a lo que se pide en cada pregunta.	X			
La etapa permite al estudiante aplicar sus conocimientos de Inducción a una situación nueva	X			
La etapa permite al estudiante integrar conocimientos de la unidad “Magnetismo y corriente eléctrica”	X			

Agradecemos sus comentarios en cuanto a si existe alguna pregunta que pudiera mejorarse y cómo, en cuanto a alguno de los criterios anteriores o con respecto a aspectos que no hayan sido mencionados.

Las preguntas de aplicación responden a lo que es el fenómeno en estudio.

- Clase en general.

¿Qué tan de acuerdo está con las siguientes afirmaciones?	Completamente de acuerdo	De acuerdo	En desacuerdo	Completamente en desacuerdo
Las actividades de la clase pueden ser realizadas dentro de los 90 minutos de duración.	X			
La complejidad de las preguntas es apropiada para el nivel de los estudiantes.	X			

Agradecemos sus comentarios en cuanto a alguno de los criterios anteriores o con respecto a aspectos que no hayan sido mencionados.

La clase sí integra los conocimientos que se requieren acerca de la Inducción Electromagnética, para ser aplicados en un trabajo final.

Profesor 2

Nombre:	Profesor experto 2
Título, grados académicos:	Profesor de Estado en Física y Matemática. Magíster en Administración y Gestión Educacional.
Tipo de establecimiento donde se desempeña:	Universidad de Santiago de Chile Colegio El Carmen Teresiano La Reina
Años de experiencia docente	41 años
¿Ha enseñado inducción electromagnética en cuarto año de enseñanza media?	Sí

Encuesta de validación para la clase 1

- Etapa diagnóstica: La finalidad de esta etapa es conocer los conocimientos previos de los estudiantes al entrar en la secuencia de Inducción Electromagnética,

criterio	Completamente de acuerdo	En acuerdo	En desacuerdo	Completamente en desacuerdo
La redacción de las preguntas es clara y permite que el estudiante comprenda lo consultado.	X			
La dificultad de las preguntas es adecuada para los estudiantes de cuarto año medio.	X			
Para usted como validador es claro identificar las respuestas a las preguntas realizadas.	X			
Las preguntas abordan conocimientos previos que facilitan comprender el contenido de inducción electromagnética.	X			

Agradecemos sus comentarios en cuanto a si existe alguna pregunta que pudiera mejorarse y cómo, en cuanto a alguno de los criterios anteriores o con respecto a aspectos que no hayan sido mencionados.

Modificar los objetivos y que estén relacionados con las actividades, ya que estos no apuntan a la labor de los estudiantes.

Sugiere cambiar redacción respecto a la pregunta 1 y 2. Que en el test de diagnóstico expliquen con ejemplos cercanos al tema a tratar

- Etapa 1: Hasta antes de pregunta 1. Esta etapa está enfocada a la presentación del contenido a tratar

¿Qué tan de acuerdo está con la siguiente afirmación?	Completamente de acuerdo	De acuerdo	En desacuerdo	Completamente en desacuerdo
La etapa permite al estudiante contextualizar históricamente el fenómeno y a su descubridor, junto con conocer su principal aplicación en la vida cotidiana.		X		

Agradecemos sus comentarios en cuanto al criterio anterior o con respecto a aspectos que no hayan sido mencionados.

Esta etapa carece de distinción alguna en su carácter de antecedente histórico. No se describe más en detalle el uso en la vida cotidiana de la IEM. Es bueno el video para motivar el trabajo.

- Etapa 2: Desde pregunta 1 hasta pregunta 6. Esta etapa está enfocada a trabajar con el concepto de flujo magnético y las variables que inciden en él, marcando el punto de separación con respecto al programa de estudios, donde se sugiere evitar este concepto.

¿Qué tan de acuerdo está con las siguientes afirmaciones?	Completamente de acuerdo	De acuerdo	En desacuerdo	Completamente en desacuerdo
Existe claridad en cuanto a lo que se pide en cada pregunta.		X		
La etapa permite al estudiante comprender el concepto de flujo magnético.		X		
La etapa permite al estudiante comprender la incidencia de las variables intensidad de campo, magnitud del área y ángulo entre el vector área y el vector campo magnético en la magnitud del flujo magnético.		X		

Agradecemos sus comentarios en cuanto a si existe alguna pregunta que pudiera mejorarse y cómo, en cuanto a alguno de los criterios anteriores o con respecto a aspectos que no hayan sido mencionados.

Enumerar imágenes para evitar confusión y mejorar la redacción de las preguntas. Hay algunos errores ortográficos que se deben arreglar. Se puede mejorar la imagen de la pregunta 2. Indicar qué área de se espera en cada imagen de la pregunta 4.

- Etapa 3: desde pregunta 7 hasta pregunta 14. Esta etapa está enfocada a superar la dificultad en el aprendizaje de confundir flujo con variación de flujo, detectada en la literatura (en la segunda clase se reitera este hecho). Además, pretende lograr asociar el movimiento relativo entre un imán y una bobina con el concepto de variación de flujo, junto con determinar que la Inducción genera una diferencia de potencial.

¿Qué tan de acuerdo está con las siguientes afirmaciones?	Completamente de acuerdo	De acuerdo	En desacuerdo	Completamente en desacuerdo
Existe claridad en cuanto a lo que se pide en cada pregunta.	X			
La etapa permite al estudiante distinguir el concepto de flujo del de variación de flujo.	X			
La etapa permite al estudiante relacionar el movimiento relativo entre un imán y una bobina con la variación de flujo magnético.	X			
La etapa permite al estudiante asociar la variación de flujo magnético con la aparición de una diferencia de potencial.	X			

Agradecemos sus comentarios en cuanto a si existe alguna pregunta que pudiera mejorarse y cómo, en cuanto a alguno de los criterios anteriores o con respecto a aspectos que no hayan sido mencionados.

Mejorar redacción, evitando la redundancia en la utilización del vocabulario. Importante que los alumnos dominen el concepto de movimiento relativo, para determinar la dirección y sentido de las líneas de flujo.

- Etapa 4: desde pregunta 15 hasta pregunta 17. Esta etapa está enfocada a la aplicación de lo aprendido a una situación nueva, que está tomada de la sala de electromagnetismo del museo.

¿Qué tan de acuerdo está con las siguientes afirmaciones?	Completamente de acuerdo	De acuerdo	En desacuerdo	Completamente en desacuerdo
Existe claridad en cuanto a lo que se pide en cada pregunta.	X			
La etapa permite a los estudiantes aplicar los conceptos trabajados en la explicación de una situación donde está presente la inducción electromagnética.	X			

Agradecemos sus comentarios en cuanto a si existe alguna pregunta que pudiera mejorarse y cómo, en cuanto a alguno de los criterios anteriores o con respecto a aspectos que no hayan sido mencionados.

Importante utilizar al museo como una experiencia significativa. Bien planteadas las preguntas en la medida de que los conceptos y términos sean tratados y explicados.

- Clase en general.

¿Qué tan de acuerdo está con las siguientes afirmaciones?	Completamente de acuerdo	De acuerdo	En desacuerdo	Completamente en desacuerdo
Las actividades de la clase pueden ser realizadas dentro de los 90 minutos.		X		
La complejidad de las preguntas es apropiada para el nivel de los estudiantes.		X		

Agradecemos sus comentarios en cuanto a alguno de los criterios anteriores o con respecto a aspectos que no hayan sido mencionados.

Se debe mejorar la redacción en aspectos generales de la clase. Implementar una clase en el museo ayuda a lo que es la utilización de otros espacios de educación. Gestionar que todos los alumnos tengan acceso a los recursos propuestos, identificar elementos necesarios para motivar las actividades.

Encuesta de validación para la clase 2

- Etapa 1: Preguntas previas a la sala de Electromagnetismo y posteriores a ella. Esta etapa tiene por finalidad que por un lado, los estudiantes reconozcan la presencia del fenómeno de Inducción Electromagnética en las centrales generadoras de energía y de qué manera, y por otro, desarrollar la alfabetización científica, de tal manera de que los estudiantes puedan participar en los debates sociales que incluyan temas científicos, junto con conocer la presencia del fenómeno en la vida cotidiana.

¿Qué tan de acuerdo está con las siguientes afirmaciones?	Completamente de acuerdo	De acuerdo	En desacuerdo	Completamente en desacuerdo
Existe claridad en cuanto a lo que se pide en cada pregunta.		X		
La etapa permite al estudiante relacionar el fenómeno en estudio con el funcionamiento de las centrales de energía.		X		
La etapa permite al estudiante conocer la presencia del fenómeno en la vida cotidiana.		X		
La etapa permite al estudiante desarrollar conocimientos con los que puede participar socialmente.		X		

Agradecemos sus comentarios en cuanto a si existe alguna pregunta que pudiera mejorarse y cómo, en cuanto a alguno de los criterios anteriores o con respecto a aspectos que no hayan sido mencionados.

Falta diferenciar inicio del trabajo en la guía con respecto a objetivos al usar iniciales, usar siempre. Gestionar que el alumno primero observe e interactúe y luego responda las preguntas.

- Etapa 2: Preguntas del Stand A. Esta etapa pretende que los estudiantes, producto de su interacción con el manipulativo del museo, distingan los dos tipos de variación de flujo, conozcan las condiciones para mantener una corriente alterna, asocien la magnitud de la variación de flujo con la magnitud de la diferencia de potencial inducida y que refuercen la idea de que solo la variación de flujo produce Inducción, no bastando el solo hecho de existir flujo, dificultad en el aprendizaje que encontramos en la literatura específica del tema.

¿Qué tan de acuerdo está con las siguientes afirmaciones?	Completamente de acuerdo	De acuerdo	En desacuerdo	Completamente en desacuerdo
---	--------------------------	------------	---------------	-----------------------------

Existe claridad en cuanto a lo que se pide en cada pregunta.	X			
La etapa permite al estudiante diferenciar el aumento de flujo de la disminución de flujo.	X			
La etapa permite al estudiante comprender que para que la corriente alterna se mantenga, la variación de flujo debe mantenerse en el tiempo.	X			
La etapa permite al estudiante asociar una mayor diferencia de potencial inducida con una mayor variación de flujo en el tiempo.	X			
La etapa permite al estudiante reforzar la idea de que la Inducción Electromagnética solo ocurre producto de la variación de flujo y no de la existencia de un flujo constante.	X			

Agradecemos sus comentarios en cuanto a si existe alguna pregunta que pudiera mejorarse y cómo, en cuanto a alguno de los criterios anteriores o con respecto a aspectos que no hayan sido mencionados.

Las preguntas están bien redactadas, respecto de lo que ofrece el stand. Gestionar conocimientos previos respecto a los instrumentos de medición y el movimiento angular.

- Etapa 3: preguntas del stand B. Esta etapa pretende que los estudiantes, producto de su interacción con el manipulativo del museo, conozcan un ejemplo donde se produce Inducción sin existir movimiento relativo entre la fuente de campo magnético y la bobina, junto con determinar la relación existente entre flujo magnético y la diferencia de potencial inducida con la distancia.

¿Qué tan de acuerdo está con las siguientes afirmaciones?	Completamente de acuerdo	De acuerdo	En desacuerdo	Completamente en desacuerdo
Existe claridad en cuanto a lo que se pide en cada pregunta.		X		
La etapa permite al estudiante explicar cómo se produce la variación de flujo en esta situación.	X			

La etapa permite al estudiante establecer la relación existente entre la distancia y los conceptos de flujo magnético y diferencia de potencial inducida.	X			
---	---	--	--	--

Agradecemos sus comentarios en cuanto a si existe alguna pregunta que pudiera mejorarse y cómo, en cuanto a alguno de los criterios anteriores o con respecto a aspectos que no hayan sido mencionados.

Mejorar la redacción de algunas preguntas.

- Clase en general.

¿Qué tan de acuerdo está con las siguientes afirmaciones?	Completamente de acuerdo	De acuerdo	En desacuerdo	Completamente en desacuerdo
Las actividades de la clase pueden ser realizadas dentro de aproximadamente 4 horas.	X			
La complejidad de las preguntas es apropiada para el nivel de los estudiantes.	X			

Agradecemos sus comentarios en cuanto a alguno de los criterios anteriores o con respecto a aspectos que no hayan sido mencionados.

Sería bueno poder sintetizar algunas preguntas, y ser más preciso en lo que se pide. Quizá los estudiantes podrían confundirse y necesitar más apoyo del docente a cargo.

Encuesta de validación para la clase 3

- Etapa 1: Preguntas 1 a 8. Esta etapa tiene por finalidad que los estudiantes sinteticen las ideas trabajadas en las dos sesiones previas, llegando a establecer el modelo conceptual de la ley de Faraday.

¿Qué tan de acuerdo está con las siguientes afirmaciones?	Completamente de acuerdo	De acuerdo	En desacuerdo	Completamente en desacuerdo
Existe claridad en cuanto a lo que se pide en cada pregunta.	X			

La etapa permite al estudiante la síntesis de las ideas trabajadas en las dos clases previas.	X			
La etapa permite al estudiante aplicar el modelo en una situación donde está presente la Inducción Electromagnética.	X			

Agradecemos sus comentarios en cuanto a si existe alguna pregunta que pudiera mejorarse y cómo, en cuanto a alguno de los criterios anteriores o con respecto a aspectos que no hayan sido mencionados.

Mejorar la redacción de las preguntas. Está claro lo que se pide, pero quizá los estudiantes se confundan. Con estos conocimientos es totalmente posible que los estudiantes establezcan la Ley de Faraday.

- Etapa 2: Preguntas 9 a 10. Esta etapa tiene por finalidad formalizar la idea de la ley de Lenz.

¿Qué tan de acuerdo está con las siguientes afirmaciones?	Completamente de acuerdo	De acuerdo	En desacuerdo	Completamente en desacuerdo
Existe claridad en cuanto a lo que se pide en cada pregunta.	X			
La etapa permite al estudiante comprender y aplicar la ley de Lenz.	X			

Agradecemos sus comentarios en cuanto a si existe alguna pregunta que pudiera mejorarse y cómo, en cuanto a alguno de los criterios anteriores o con respecto a aspectos que no hayan sido mencionados.

Las preguntas cumplen con lo que se pide

- Etapa 3: Preguntas 11 a 14. La última etapa de la secuencia tiene por finalidad promover la transferencia de lo aprendido a una situación nueva.

¿Qué tan de acuerdo está con las siguientes afirmaciones?	Completamente de acuerdo	De acuerdo	En desacuerdo	Completamente en desacuerdo
---	--------------------------	------------	---------------	-----------------------------

Existe claridad en cuanto a lo que se pide en cada pregunta.	X			
La etapa permite al estudiante aplicar sus conocimientos de Inducción a una situación nueva	X			
La etapa permite al estudiante integrar conocimientos de la unidad "Magnetismo y corriente eléctrica"	X			

Agradecemos sus comentarios en cuanto a si existe alguna pregunta que pudiera mejorarse y cómo, en cuanto a alguno de los criterios anteriores o con respecto a aspectos que no hayan sido mencionados.

Quizá la actividad de los tubos se debe tener más atención en las explicaciones de los estudiantes.

- Clase en general.

¿Qué tan de acuerdo está con las siguientes afirmaciones?	Completamente de acuerdo	De acuerdo	En desacuerdo	Completamente en desacuerdo
Las actividades de la clase pueden ser realizadas dentro de los 90 minutos de duración.	X			
La complejidad de las preguntas es apropiada para el nivel de los estudiantes.	X			

Agradecemos sus comentarios en cuanto a alguno de los criterios anteriores o con respecto a aspectos que no hayan sido mencionados.

Mejorar la redacción y sintetizar más lo que se quiere preguntar. Poner atención en actividades que requieren poner a prueba ideas más complejas.

Profesor 3

Nombre:	Profesor experto 3
Título, grados académicos:	Grado Licenciado en Educación en Física y Matemática Título Profesor de Estado en Física y Matemática

Tipo de establecimiento donde se desempeña:	Particular Pagado
Años de experiencia docente	6 años
¿Ha enseñado inducción electromagnética en cuarto año de enseñanza media?	Sí

Encuesta de validación para la clase 1

- Etapa diagnóstica: La finalidad de esta etapa es conocer los conocimientos previos de los estudiantes al entrar en la secuencia de Inducción Electromagnética,

Criterio	Completamente de acuerdo	En acuerdo	En desacuerdo	Completamente en desacuerdo
La redacción de las preguntas es clara y permite que el estudiante comprenda lo consultado.		X		
La dificultad de las preguntas es adecuada para los estudiantes de cuarto año medio.		X		
Para usted como validador es claro identificar las respuestas a las preguntas realizadas.	X			
Las preguntas abordan conocimientos previos que facilitan comprender el contenido de inducción electromagnética.		X		

Agradecemos sus comentarios en cuanto a si existe alguna pregunta que pudiera mejorarse y cómo, en cuanto a alguno de los criterios anteriores o con respecto a aspectos que no hayan sido mencionados.

Dentro de los conceptos podrían agregar el concepto de:

Línea de Campo Magnético.

Al igual que el enunciado dice: "Dibujen el campo magnético" Debería decir: "Dibujen las **líneas** de campo magnético"

- Etapa 1: Hasta antes de pregunta 1. Esta etapa está enfocada a la presentación del contenido a tratar.

¿Qué tan de acuerdo está con la siguiente afirmación?	Completamente de acuerdo	De acuerdo	En desacuerdo	Completamente en desacuerdo
La etapa permite al estudiante contextualizar históricamente el fenómeno y a su descubridor, junto con conocer su principal aplicación en la vida cotidiana.	X			

Agradecemos sus comentarios en cuanto al criterio anterior o con respecto a aspectos que no hayan sido mencionados.

<p>Me parece que la contextualización es acorde al tema a tratar.</p> <p>Según mi parecer deben mejorar la redacción del segundo objetivo:</p> <p>“Relacionar el movimiento relativo entre un imán y una bobina, a través del apoyo de material audiovisual, para observar la variación de flujo magnético.”</p>
--

- Etapa 2: Desde pregunta 1 hasta pregunta 6. Esta etapa está enfocada a trabajar con el concepto de flujo magnético y las variables que inciden en él, marcando el punto de separación con respecto al programa de estudios, donde se sugiere evitar este concepto.

¿Qué tan de acuerdo está con las siguientes afirmaciones?	Completamente de acuerdo	De acuerdo	En desacuerdo	Completamente en desacuerdo
Existe claridad en cuanto a lo que se pide en cada pregunta.		X		
La etapa permite al estudiante comprender el concepto de flujo magnético.	X			
La etapa permite al estudiante comprender la incidencia de las variables intensidad de campo, magnitud del área y ángulo entre el vector área y el vector campo magnético en la magnitud del flujo magnético.		X		

Agradecemos sus comentarios en cuanto a si existe alguna pregunta que pudiera mejorarse y cómo, en cuanto a alguno de los criterios anteriores o con respecto a aspectos que no hayan sido mencionados.

En la pregunta número 3. Dice: “Compare” pero no se da ningún espacio para responder, deberían aprovechar esa instancia.

No aparece la expresión matemática de flujo magnético. No se entiende si deben escribirla los alumnos. No queda claro.

En aquellas que aparecen dos preguntas deberían separarlas o mejorar la redacción, o bien, crear un cuadro comparativo,

6. Sobre la misma imagen de la pregunta anterior, donde el área del conductor es fija, respondan ¿Qué sucede con el flujo magnético en las zonas donde el campo es más intenso? **¿Y donde es menos intenso?**

Intensidad de campo mayor	Intensidad de campo menor

- Etapa 3: desde pregunta 7 hasta pregunta 14. Esta etapa está enfocada a superar la dificultad en el aprendizaje de confundir flujo con variación de flujo, detectada en la literatura (en la segunda clase se reitera este hecho). Además, pretende lograr asociar el movimiento relativo entre un imán y una bobina con el concepto de variación de flujo, junto con determinar que la Inducción genera una diferencia de potencial.

¿Qué tan de acuerdo está con las siguientes afirmaciones?	Completamente de acuerdo	De acuerdo	En desacuerdo	Completamente en desacuerdo
Existe claridad en cuanto a lo que se pide en cada pregunta.	X			
La etapa permite al estudiante distinguir el concepto de flujo del de variación de flujo.		X		
La etapa permite al estudiante relacionar el movimiento relativo entre un imán y una bobina con la variación de flujo magnético.	X			
La etapa permite al estudiante asociar la variación de flujo magnético con la aparición de una diferencia de potencial.	X			

Agradecemos sus comentarios en cuanto a si existe alguna pregunta que pudiera mejorarse y cómo, en cuanto a alguno de los criterios anteriores o con respecto a aspectos que no hayan sido mencionados.

En aquellas que se preguntan varias cosas, deben separarlas ya que los alumnos tienden a confundir, a responder solo una, etc.

Ejemplo:

En la siguiente imagen, se puede observar un imán que se mueve hacia la derecha dentro de una bobina fija. De acuerdo a sus dibujos de la pregunta anterior, determinen en qué posiciones del imán el flujo magnético dentro de la bobina es mayor y menor (consideren el aporte de todas las espiras). Junto con lo anterior, determinen en qué zonas del recorrido del imán existe un aumento o disminución de flujo.

Deberían tener dos espacios ya que son dos preguntas diferentes.

- Etapa 4: desde pregunta 15 hasta pregunta 17. Esta etapa está enfocada a la aplicación de lo aprendido a una situación nueva, que está tomada de la sala de electromagnetismo del museo.

¿Qué tan de acuerdo está con las siguientes afirmaciones?	Completamente de acuerdo	De acuerdo	En desacuerdo	Completamente en desacuerdo
Existe claridad en cuanto a lo que se pide en cada pregunta.	X			
La etapa permite a los estudiantes aplicar los conceptos trabajados en la explicación de una situación donde está presente la inducción electromagnética.	X			

Agradecemos sus comentarios en cuanto a si existe alguna pregunta que pudiera mejorarse y cómo, en cuanto a alguno de los criterios anteriores o con respecto a aspectos que no hayan sido mencionados.

Excelente iniciativa la clase en el museo.

- Clase en general.

¿Qué tan de acuerdo está con las siguientes afirmaciones?	Completamente de acuerdo	De acuerdo	En desacuerdo	Completamente en desacuerdo
---	--------------------------	------------	---------------	-----------------------------

Las actividades de la clase pueden ser realizadas dentro de los 90 minutos.	X			
La complejidad de las preguntas es apropiada para el nivel de los estudiantes.	X			

Agradecemos sus comentarios en cuanto a alguno de los criterios anteriores o con respecto a aspectos que no hayan sido mencionados.

Mejoraría el orden y el formato de aquellas preguntas en donde se preguntan dos cosas ya que los alumnos tienen a confundirse.

Encuesta de validación para la clase 2

- Etapa 1: Preguntas previas a la sala de Electromagnetismo y posteriores a ella. Esta etapa tiene por finalidad que por un lado, los estudiantes reconozcan la presencia del fenómeno de Inducción Electromagnética en las centrales generadoras de energía y de qué manera, y por otro, desarrollar la alfabetización científica, de tal manera de que los estudiantes puedan participar en los debates sociales que incluyan temas científicos, junto con conocer la presencia del fenómeno en la vida cotidiana.

¿Qué tan de acuerdo está con las siguientes afirmaciones?	Completamente de acuerdo	De acuerdo	En desacuerdo	Completamente en desacuerdo
Existe claridad en cuanto a lo que se pide en cada pregunta.		X		
La etapa permite al estudiante relacionar el fenómeno en estudio con el funcionamiento de las centrales de energía.	X			
La etapa permite al estudiante conocer la presencia del fenómeno en la vida cotidiana.	X			
La etapa permite al estudiante desarrollar conocimientos con los que puede participar socialmente.	X			

Agradecemos sus comentarios en cuanto a si existe alguna pregunta que pudiera mejorarse y cómo, en cuanto a alguno de los criterios anteriores o con respecto a aspectos que no hayan sido mencionados.

Es importante la formalidad, no tutear al alumno.

Dice: Es clave que **puedas** comprender..

Debería decir: Es importante que **usted pueda** comprender..

En muchos colegios se pide que el material esté con dicha formalidad.

Excelente instancia para relacionar con algo cotidiano, muy bien!

- Etapa 2: Preguntas del Stand A. Esta etapa pretende que los estudiantes, producto de su interacción con el manipulativo del museo, distingan los dos tipos de variación de flujo, conozcan las condiciones para mantener una corriente alterna, asocien la magnitud de la variación de flujo con la magnitud de la diferencia de potencial inducida y que refuercen la idea de que solo la variación de flujo produce Inducción, no bastando el solo hecho de existir flujo, dificultad en el aprendizaje que encontramos en la literatura específica del tema.

¿Qué tan de acuerdo está con las siguientes afirmaciones?	Completamente de acuerdo	De acuerdo	En desacuerdo	Completamente en desacuerdo
Existe claridad en cuanto a lo que se pide en cada pregunta.		X		
La etapa permite al estudiante diferenciar el aumento de flujo de la disminución de flujo.	X			
La etapa permite al estudiante comprender que para que la corriente alterna se mantenga, la variación de flujo debe mantenerse en el tiempo.	X			
La etapa permite al estudiante asociar una mayor diferencia de potencial inducida con una mayor variación de flujo en el tiempo.	X			
La etapa permite al estudiante reforzar la idea de que la Inducción Electromagnética solo ocurre producto de la variación de flujo y no de la existencia de un flujo constante.	X			

Agradecemos sus comentarios en cuanto a si existe alguna pregunta que pudiera mejorarse y cómo, en cuanto a alguno de los criterios anteriores o con respecto a aspectos que no hayan sido mencionados.

La primera pregunta dice:

¿Por qué cuando mueven la manilla se encienden las ampolletas?

Deberían preguntar antes:

¿Qué ocurre cuando mueven la manilla?

Para que la respuesta sea: Se encienden las ampolletas.

Y la siguiente pregunta debe decir:

¿Por qué ocurre esto?

El cuadro A.3

No está rotulado: Debería decir arriba y en el costado izquierdo qué es lo que se pide.

- Etapa 3: preguntas del stand B. Esta etapa pretende que los estudiantes, producto de su interacción con el manipulativo del museo, conozcan un ejemplo donde se produce Inducción sin existir movimiento relativo entre la fuente de campo magnético y la bobina, junto con determinar la relación existente entre flujo magnético y la diferencia de potencial inducida con la distancia.

¿Qué tan de acuerdo está con las siguientes afirmaciones?	Completamente de acuerdo	De acuerdo	En desacuerdo	Completamente en desacuerdo
Existe claridad en cuanto a lo que se pide en cada pregunta.	X			
La etapa permite al estudiante explicar cómo se produce la variación de flujo en esta situación.	X			
La etapa permite al estudiante establecer la relación existente entre la distancia y los conceptos de flujo magnético y diferencia de potencial inducida.	X			

Agradecemos sus comentarios en cuanto a si existe alguna pregunta que pudiera mejorarse y cómo, en cuanto a alguno de los criterios anteriores o con respecto a aspectos que no hayan sido mencionados.

Mejorar redacción en B.2

Dice: **Dibujen lo sucede** en el amperímetro con las posiciones fijas del principio y el final.

- Clase en general.

¿Qué tan de acuerdo está con las siguientes afirmaciones?	Completamente de acuerdo	De acuerdo	En desacuerdo	Completamente en desacuerdo
Las actividades de la clase pueden ser realizadas dentro de aproximadamente 4 horas.	X			
La complejidad de las preguntas es apropiada para el nivel de los estudiantes.	X			

Agradecemos sus comentarios en cuanto a alguno de los criterios anteriores o con respecto a aspectos que no hayan sido mencionados.

En esta clase hay una gran cantidad de preguntas, esto es bueno, pero muchas de ellas son similares, en ocasiones es bueno tener menos cantidad de preguntas pero que se aprovechen de una mejor manera.

Los alumnos tienden a confundirse entre tantos términos.

Debiese haber un cuadro nuevamente de definiciones como en la etapa diagnóstica como por ejemplo las unidades de medida, etc.

Encuesta de validación para la clase 3

- Etapa 1: Preguntas 1 a 8. Esta etapa tiene por finalidad que los estudiantes sinteticen las ideas trabajadas en las dos sesiones previas, llegando a establecer el modelo conceptual de la ley de Faraday.

¿Qué tan de acuerdo está con las siguientes afirmaciones?	Completamente de acuerdo	De acuerdo	En desacuerdo	Completamente en desacuerdo
Existe claridad en cuanto a lo que se pide en cada pregunta.		X		
La etapa permite al estudiante la síntesis de las ideas trabajadas en las dos clases previas.	X			
La etapa permite al estudiante				

aplicar el modelo en una situación donde está presente la Inducción Electromagnética.				
---	--	--	--	--

Agradecemos sus comentarios en cuanto a si existe alguna pregunta que pudiera mejorarse y cómo, en cuanto a alguno de los criterios anteriores o con respecto a aspectos que no hayan sido mencionados.

<p>Mejorar el objetivo</p> <p>Dice: Aplicar lo aprendido sobre Inducción Electromagnética a una...</p> <p>Debería decir: Aplicar el concepto de inducción...</p> <p>Buenas preguntas de síntesis.</p>

- Etapa 2: Preguntas 9 a 10. Esta etapa tiene por finalidad formalizar la idea de la ley de Lenz.

¿Qué tan de acuerdo está con las siguientes afirmaciones?	Completamente de acuerdo	De acuerdo	En desacuerdo	Completamente en desacuerdo
Existe claridad en cuanto a lo que se pide en cada pregunta.	X			
La etapa permite al estudiante comprender y aplicar la ley de Lenz.	X			

Agradecemos sus comentarios en cuanto a si existe alguna pregunta que pudiera mejorarse y cómo, en cuanto a alguno de los criterios anteriores o con respecto a aspectos que no hayan sido mencionados.

Las preguntas 9 y 10 están acordes y cumplen con el objetivo.

- Etapa 3: Preguntas 11 a 14. La última etapa de la secuencia tiene por finalidad promover la transferencia de lo aprendido a una situación nueva.

¿Qué tan de acuerdo está con las siguientes afirmaciones?	Completamente de acuerdo	De acuerdo	En desacuerdo	Completamente en desacuerdo
---	--------------------------	------------	---------------	-----------------------------

Existe claridad en cuanto a lo que se pide en cada pregunta.	X			
La etapa permite al estudiante aplicar sus conocimientos de Inducción a una situación nueva	X			
La etapa permite al estudiante integrar conocimientos de la unidad "Magnetismo y corriente eléctrica"	X			

Agradecemos sus comentarios en cuanto a si existe alguna pregunta que pudiera mejorarse y cómo, en cuanto a alguno de los criterios anteriores o con respecto a aspectos que no hayan sido mencionados.

En la siguiente pregunta deberían poner un cuadro.

11. Ordenen de menor a mayor los tiempos de caída para cada material del tubo.

- Clase en general.

¿Qué tan de acuerdo está con las siguientes afirmaciones?	Completamente de acuerdo	De acuerdo	En desacuerdo	Completamente en desacuerdo
Las actividades de la clase pueden ser realizadas dentro de los 90 minutos de duración.	X			
La complejidad de las preguntas es apropiada para el nivel de los estudiantes.	X			

Agradecemos sus comentarios en cuanto a alguno de los criterios anteriores o con respecto a aspectos que no hayan sido mencionados.

Hay preguntas que presentan mucho texto, es mejor sintetizar un poco más la contextualización y que la pregunta sea más específica.

Apéndice 2: Autoevaluación

Autoevaluación Final

Instrucciones:

Para cada indicador, selecciona la valoración de acuerdo a la siguiente escala:

1- De acuerdo.

2 - Ni de acuerdo ni en desacuerdo.

3 - En desacuerdo.

Criterio	Indicadores	Valoración		
		3	2	1
1. Comprensión de los conceptos revisados en las clases.	Realicé el test de diagnóstico, aportando con ideas a mis compañeros.			
	Comprendí el concepto de la inducción electromagnética, y cómo aplicarla en situaciones cotidianas.			
2. Participación en clases.	Participo de las tres clases, aportando con ideas concretas y desarrollando las diferentes actividades de cada guía de trabajo.			
3. Discusión entre sus pares y con el profesor	Discutí con mis compañeros para llegar a un consenso acerca de los diferentes conceptos asociados a la inducción electromagnética.			
	Discutí con mi profesor para obtener una buena retroalimentación acerca de mis ideas.			
4. Actitud y disposición en la visita al museo	Visité el museo cooperando en el desarrollo de la actividad, ayudando a mis compañeros y participando activamente del análisis de las preguntas asociadas a la visita.			
	Utilice los manipulativos de buena forma, con el fin de cumplir con los objetivos de la actividad.			
5. Uso del lenguaje, de los conceptos y de los recursos	Mi lenguaje fue formal, utilicé el vocabulario aprendido y manipulé los recursos necesarios para comprender el fenómeno de inducción electromagnética.			

Apéndice 3: Rúbricas

Estas rúbricas fueron diseñadas para complementar la evaluación de las actividades. En el caso de la rúbrica para la evaluación final es necesaria para establecer una puntuación respecto del aprendizaje acerca del modelo de Inducción Electromagnética. No obstante, las siguientes rúbricas son un material opcional para evaluar cada guía trabajada en una posible implementación de la propuesta.

Apéndice 3.1: Rúbrica para evaluación final

Rubrica evaluación Debate					
Criterio a evaluar	Escala de evaluación				Puntaje obtenido
	Insuficiente (1)	Aprobado(2)	Notable(3)	Sobresaliente(4)	
Organización	Los argumentos no están vinculados a una idea principal	Una parte de los argumentos no están organizados en torno a una idea principal de forma clara y lógica	La mayoría de los argumentos están organizados de forma lógica en torno a una idea principal	Todos los argumentos están organizados de forma lógica en torno a una idea principal	
Debate	Los contra-argumentos no son precisos y/o relevantes	Algunos contra-argumentos son precisos, relevantes y fuertes, pero algunos son muy débiles	La mayoría de los contra-argumentos son precisos, relevantes y fuertes	Todos los contra-argumentos son precisos, relevantes y fuertes	
Uso de hechos	Los puntos principales no están apoyados por hechos	Cada punto principal esta adecuadamente apoyado con varios hechos, estadísticas y/o ejemplos pero algunos de los hechos no son relevantes	Casi todos los puntos principales están adecuadamente apoyados con varios hechos relevantes, estadísticas y/o ejemplos	Cada punto principal está bien apoyado con varios hechos relevantes estadísticas y/o ejemplos	
Manejo del modelo	No existe presencia de los conceptos del modelo.	Existen conceptos del modelo que no son correctos.	Se utilizan algunos de los conceptos del modelo.	Se utilizan todos los conceptos del modelo de manera correcta.	
Presentación y Lenguaje	Uno o más miembros del equipo tienen un estilo de presentación y lenguaje que no mantiene la atención de la audiencia	El equipo algunas veces usa gestos, contacto visual, tono de voz, nivel de entusiasmo y lenguaje en una forma que mantiene la atención de la audiencia	El equipo por lo general usa gestos, contacto visual, tono de voz, nivel de entusiasmo y lenguaje en una forma que mantiene la atención de la audiencia	El equipo usa continuamente gestos, contacto visual, tono de voz, nivel de entusiasmo y el lenguaje en una forma que mantiene la atención de la audiencia	

Fuente: elaboración propia, basado en rúbrica para evaluar debate en aula de CeDeC (2013)

Apéndice 3.2: Rúbricas complementarias para evaluar cada guía

Las siguientes rúbricas se elaboraron en caso de que el docente que implemente la propuesta didáctica necesite evaluar cada una de las guías elaboradas para cada clase. Son un material optativo, quedando a criterio del profesor su utilización.

1. Rúbrica para evaluar la clase 1:

Crterios	Muy Bueno(4)	Bueno(2)	Malo(0)	Puntaje
Reconoce situaciones en las que el flujo magnético varía	Reconoce y explica claramente cuando el flujo magnético varía sobre el área de un conductor, diferenciando entre la magnitud del área, intensidad de campo y ángulo entre vector área y vector campo magnético.	Reconoce y explica cuando el flujo magnético varía, pero no logra diferenciar entre la magnitud de área, intensidad de campo y ángulo entre el vector área y el vector campo magnético.	No es capaz de identificar situaciones de variación de flujo.	
Es capaz de reconocer bajo qué condiciones puede ocurrir el fenómeno	Explica y relaciona de manera precisa que los conceptos de movimiento relativo y variación de flujo en acción conjunta, es decir, movimiento relativo implica variación de flujo, éstas como condiciones necesarias para que el fenómeno ocurra.	Explica en términos de movimiento relativo o variación de flujo, de manera independiente entre sí, como las condiciones necesarias para que el fenómeno suceda.	No reconoce bajo ninguna circunstancia la ocurrencia del fenómeno.	

2. Rúbrica para evaluar la clase 2:

Crterios	Muy Bueno (4)	Bueno (2)	Malo (0)	Puntaje
Relaciona la magnitud de la velocidad angular con la intensidad de corriente	Reconoce y menciona la existencia de la relación entre variables, explicando el nexo existente.	Reconoce y menciona que existe relación, sin especificar cuál es.	No reconoce ni menciona ningún tipo de relación entre las variables	
Asocian los tipos de variación de flujo a los sentidos de corriente inducida	Establece los parámetros bajo los cuales se induce una corriente en un sentido u otro, dada la respectiva variación de flujo.	Establece y reconoce que la variación de flujo puede inducir una corriente de distintos sentidos.	Es incapaz de asociar un sentido de corriente a un tipo de variación de flujo.	
Asocian el movimiento de los imanes a los tipos de variación de flujo	Relaciona correctamente el movimiento de los imanes a las situaciones de aumento o disminución	Relaciona el movimiento de los imanes con variación de flujo pero no indica cuando aumenta o	No establece ninguna relación al movimiento de los imanes con variación de flujo magnético.	

	de flujo.	disminuye.		
Reconocer las condiciones que deben darse en términos de flujo magnético para que se produzca corriente alterna	Explica y menciona las condiciones necesarias bajo las cuales se produce corriente alterna.	Menciona una condición para que ocurra la situación pero no explica por qué.	No establece qué condiciones deben existir para que haya corriente alterna.	
Identifica cómo se produce el fenómeno IEM en esta exhibición (B)	Es capaz de reunir todos los elementos y explicar en términos de lo que pasa, en la bobina fija, y como influye en la bobina móvil.	Explica parte del fenómeno, no menciona el campo que se genera en la bobina fija.	No logra explicar el fenómeno visto en este manipulativo.	
Asocian las posiciones de la bobina móvil a una intensidad de campo que varía	Logra reconocer y explicar de qué manera varía la intensidad de campo en posiciones distintas del recorrido de la bobina móvil.	Es capaz de reconocer variación de intensidad de campo, pero no explica de qué manera ocurre.	No es capaz de reconocer la variación de la posición a una variación de intensidad de campo.	
Asocian la magnitud de la variación de flujo a la magnitud de la diferencia de potencial	Reconoce y explica la relación que existe entre las variables, haciendo énfasis en cómo el comportamiento de una afecta la otra.	Menciona que existe relación pero no explica de qué manera es.	No reconoce relación entre las variables.	
Asocian la magnitud de la diferencia de potencial con la intensidad de campo	Reconoce y explica la relación que existe en las variables, haciendo énfasis en cómo el comportamiento de una afecta la otra.	Menciona que existe relación pero no explica de qué manera es.	No reconoce relación entre las variables.	
Relaciona la ocurrencia e impacto del fenómeno en el funcionamiento de las centrales	Explica claramente el funcionamiento de la central e indica expresamente el papel que juega la IEM allí.	Expresa que existe una relación entre el fenómeno y las centrales, sin embargo no especifica de qué manera se utiliza la IEM en la central.	No relaciona de ninguna manera la existencia del fenómeno como parte del funcionamiento de las centrales.	

3. Rúbrica para evaluar la clase 3:

Crterios	Muy Bueno	Bueno	Malo	Puntaje
Explica lo que implica que en un conductor haya inducción electromagnética.	Explica de manera clara la causa y rasgos de los efectos que se generan debido a un ΔFM en un conductor,	Menciona que el ΔFM tiene consecuencias en el conductor, aun así no hace referencias claras a	No reconoce los efectos del ΔFM en un conductor, desconoce	

	es claro respecto a corriente inducida y campo.	corriente y campo.	corriente y campo	
Reconoce que los aspectos observables de la inducción permanecen solo cuando se mantiene en el tiempo la variación de flujo magnético	Explica de manera clara que la IEM es una consecuencia de la variación de flujo y que debemos mantenerla en el tiempo la para observar IEM.	Menciona la causa de la IEM pero no es capaz de situarla como consecuencia de la variación de flujo y que esta se debe mantener en el tiempo.	No es capaz de expresar cómo podemos reconocer u observar la IEM en una situación.	
Son capaces de identificar correctamente el sentido de la corriente en los casos de variación de flujo	Es claro y preciso relacionando el tipo de variación de flujo con el sentido de la corriente en el conductor.	Menciona que existe una relación entre la variación de flujo y el sentido de la corriente pero no especifica cuál es.	No identifica ni relaciona los tipos de variación de flujo con el sentido de la corriente.	
Son capaces de identificar donde está la IEM y son capaces de generar una explicación completa del fenómeno	Es específico para explicar el fenómeno haciendo mención a todas las causas y efectos del mismo, junto con identificar correctamente bajo qué condiciones el fenómeno ocurre.	Menciona aspectos generales del fenómeno y no reconoce de manera clara cómo puede existir el fenómeno.	No reconoce la existencia ni condiciones para que el fenómeno ocurra	

Anexos

1. Noticia consultada el 28 de noviembre de 2016.

U. de Harvard dice que escolares chilenos no son educados con habilidades sociales y señala que entre escolares predomina sólo la adquisición de habilidades cognitivas.

Autor: Paulina Sepúlveda G.



Hoy existe consenso en que sin creatividad, sin dialogar con respeto o trabajar en grupo, difícilmente se puede lograr un buen desempeño. Esas habilidades, junto al pensamiento crítico y la capacidad de resolver problemas (habilidades cognitivas), son algunas de las llamadas “competencias del siglo XXI”, definidas claves en una educación integral.

¿Qué tan presentes están en el currículo escolar chileno? Son débiles, resume el libro *Teaching and Learning for the XXI Century*, editado por la U. de Harvard, que afirma que en el sistema educativo nacional predominan las habilidades cognitivas, pero las habilidades interpersonales e intrapersonales no están bien desarrolladas.

El texto, que analizó los objetivos educacionales de las políticas públicas y currículos de Chile, China, India, México, Singapur y EE.UU., dice que Singapur, nación con el sistema educativo con mejor clasificación internacional, tiene énfasis en educación basada en valores. Además, muestra una estrecha alianza entre el Ministerio de Educación, el Instituto Nacional de Educación (formadora de docentes) y las escuelas, lo que facilita la implementación de las competencias del siglo 21.

Un escenario muy distinto al de Chile, dicen los académicos Cristián Bellei y Liliana Morawietz, del Centro de Investigación Avanzada en Educación de la U. de Chile (Ciae), a cargo del

capítulo chileno de la publicación, quienes estudiaron el avance de las competencias del siglo XXI introducidas en el marco curricular desde mediados de los años 90.

Débil implementación

Introducir ese enfoque ha enfrentado muchas dificultades, desde alcanzar un consenso entre creadores de política educativa, hasta adoptar los materiales adecuados de formación y enseñanza de la implementación de nuevas ideas.

En general, en el currículo chileno, hay una aproximación. “Pero hay un énfasis, que en Chile es mucho más claro, en la dimensión cognitiva, un menor énfasis en las dimensiones sociales, y todavía mucho menos en las dimensiones más personales”, dice Bellei. La razón del desequilibrio, se debe a la relevancia que tiene la adquisición de habilidades básicas de lectura, escritura y matemáticas, por el bajo desempeño en pruebas estandarizadas nacionales e internacionales.

En cambio, las competencias intrapersonales se abordan de manera desigual. Mientras la apertura mental y la autoevaluación positiva se desarrollan a través de objetivos específicos y contenidos en diferentes asignaturas, la ética laboral está restringida a objetivos fundamentales transversales, orientados a influir la experiencia educativa completa de los estudiantes. Las habilidades interpersonales, en tanto, son escasas. Casi siempre confinadas a actividades y asignaturas que involucran trabajo en equipo, como por ejemplo, en proyectos de Educación Tecnológica.

Es necesario, aclara Morawietz, “que exista la posibilidades de desarrollar habilidades en los tres ámbitos”. Chile tiene un diseño que las incorpora, agrega, pero no tiene un mecanismo para implementarlas. Y son necesarias. Hoy, pruebas como Pisa incluyen la evaluación de otras capacidades, más allá de la adquisición de conocimientos. “Pisa evalúa por ejemplo el trabajo grupal, porque hay una intención de promover el desarrollo de esas habilidades en los niños. Estas tienen mucho que ver con las capacidades para desenvolverse en el mundo del trabajo”, dice Morawietz.

Factor Simce

En 1988 se instaló en el sistema escolar el Simce como evaluación para informar el logro y aprendizaje de los estudiantes. Con eso se reorientó la política educativa y los mecanismos de rendición de cuentas. Pero de ser pensado como un instrumento de información, dice el estudio,

pasó a ser una forma de control para las escuelas. Y esa educación, “alineada fuertemente con los mecanismos de evaluación estandarizadas”, dice Bellei, afecta el desarrollo de otras habilidades. “Domina la visión de que los aprendizajes básicos son tan deficientes que deberíamos preocuparnos de subir ese piso y que cómo nos vamos a preocupar de otras cosas más sofisticadas”, dice Bellei.

Por eso, se requiere apoyo desde las políticas, “porque si el profesor va a ser evaluado por el puntaje en una prueba que en realidad es disciplinaria, esto pierde sentido”, resalta.

2. Correo Doctora Kristina Zuza recibido el 12 de Septiembre de 2016, a las 8:11.

Estimado Raul y compañeros:

Os agradezco el interés mostrado en nuestro trabajo. Me alegra saber que estais investigando/innovando sobre la enseñanza del electromagnetismo. Teniendo en cuenta que estaís trabajando en un departamento de física supongo que la secuencia será para niveles de universidad ¿Es así?

La verdad es que es difícil encontrar gente trabajando en physics education en departamentos de física a nivel de universidad, me alegro de que sea así.

El artículo que mencionais es parte de mi tesis doctoral en el que podeís encontrar con detalle todos los cuestionarios, y entre otros, la secuencia que propusimos para la inducción electromagnetica y que evaluamos en la tesis que defendí en el 2010. Os mando el pdf de la misma. Es un documento largo pero espero que podais encontrar lo que buscaís.

Si teneis alguna duda no dudeis en ponerlos en contacto conmigo, creo que es siempre interesante mantener contactos con otros grupos que están investigando en temas/niveles parecidos y mas siendo en el mismo idioma.

Espero mantener el contacto y me tengan al día sus avances y por supuesto, las críticas o las propuestas al trabajo que realizamos en el grupo serán bien venidas.

Atentamente,

Kristina Zuza.

