

UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIA
Departamento de Física



**Propuesta didáctica para el aprendizaje de contenidos sobre
electromagnetismo, en el marco del currículum nacional vigente bajo una
mirada STEM.**

Jorge Andrés Bustos Ladino

Carlos Andrés Miranda Munar

Profesores guía:

Nicolás Andrés Garrido Sánchez

Paolo César Núñez Carreño

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

Santiago - Chile

2020



RESUMEN

En base al currículum nacional vigente, los contenidos de electromagnetismo son abordados en los niveles de enseñanza media. En primera instancia se abordan en octavo básico para la asignatura “Ciencias Naturales”, y se retoman en Tercero/Cuarto medio en uno de los módulos de “Ciencias para la ciudadanía” (CPC). En torno a lo mencionado, es que surgen problemáticas relacionadas con la continuidad del aprendizaje del electromagnetismo e inconsistencias en el modelo fisicomatemático entre ambas instancias. En este sentido, el énfasis que se le da al electromagnetismo para el nivel de octavo básico y CPC abunda en el desarrollo de la habilidad del conocimiento y deja aparte otras habilidades y actitudes importantes para el desarrollo de un ciudadano del siglo XXI alfabetizado científicamente, como lo son el análisis, la creatividad, comunicación, la aplicación, entre otros.

Esta propuesta didáctica sobre el contenido de magnetismo e inducción electromagnética se focaliza en la indagación, comprensión y argumentación del modelo físico de electromagnetismo, y la contextualización de éste a la realidad nacional del estudiante, basándose en educación STEM, modelización, aprendizaje basado en proyectos y ciudadanía digital para el cumplimiento de los objetivos propuestos tanto por la secuencia didáctica como por el currículum nacional vigente.

Para esta secuencia didáctica, se diseñaron y construyeron recursos de diversa índole, como montajes experimentales diseñados en 3D, guías tanto para el estudiante como para el docente y se hizo una recopilación de material audiovisual adecuado para el contenido de electromagnetismo, entre ellos, videos, manipulativos virtuales y el uso de la realidad aumentada.

El material diseñado y la metodología utilizada en esta propuesta didáctica fue validada por 3 expertos en la enseñanza del contenido de electromagnetismo. En este sentido, esta secuencia es válida para abarcar los contenidos mencionados, tanto en octavo básico como en Ciencias para la Ciudadanía.

Palabras claves: Electromagnetismo, STEM, ABP, Modelización, Ciudadanía Digital, Diseño/impresión 3D, Realidad Aumentada

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I: MARCO DE ANTECEDENTES.....	2
1.1 Antecedentes curriculares.....	2
1.1.1 Marco curricular.....	3
1.1.2 Ajuste curricular.....	4
1.1.3 Bases curriculares.....	5
1.1.4 Ciencias para la ciudadanía.....	7
1.2 Programa de electromagnetismo en el currículum nacional.....	8
1.2.1 Programa de estudios de Ciencias Naturales en octavo básico.....	8
1.2.2 Programa de Electromagnetismo en plan general de Ciencias para la Ciudadanía (3°/4° Medio).....	10
1.2.3 Programa de Electromagnetismo en plan de formación diferenciada de Física para Ciencias para la ciudadanía (3°/4° Medio).....	11
1.3 Habilidades y actitudes para la investigación científica.....	11
1.3.1 Habilidades para la investigación científica en Octavo básico.....	11
1.3.2 Habilidades para la investigación científica en Ciencias para la Ciudadanía.....	13
1.3.3 Actitudes para la investigación científica.....	14
1.4 Dificultades de la enseñanza-aprendizaje de electricidad y magnetismo.....	15
1.4.1 Dificultades en enseñanza y aprendizaje en la concepción del campo magnético.....	16
1.4.2 Dificultades en enseñanza y aprendizaje de la inducción electromagnética.....	18
1.5 Competencias docentes.....	18
1.5.1 Marco para la buena enseñanza.....	18
1.5.2 Competencias docentes según estándares orientadores para carreras de pedagogía en educación media.....	19
1.6 Problema de investigación.....	21
1.6.1 Pregunta de investigación.....	21
1.6.2 Objetivo General.....	21
1.6.3 Objetivos específicos.....	21
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	22
2.1 Habilidades del siglo XXI.....	22
2.2 Prácticas científicas.....	23
2.3 STEM.....	24
2.3.1 Roles esperados en el aula STEM.....	25
2.3.2 Proceso de enseñanza-aprendizaje STEM.....	26
2.3.3 Competencias docentes en STEM.....	27
CAPITULO III: PROPUESTA DIDÁCTICA.....	29
3.1 Marco referencia metodológico.....	29
3.1.1 Modelización.....	29
3.1.2 Aprendizaje basado en Proyectos.....	31

3.1.3 Ciudadanía Digital y TICS en el aula.....	33
3.1.4 Modelado 3D.....	35
3.2 Diseño de propuesta didáctica	39
3.2.1 Primera Sesión.....	41
3.2.2 Segunda Sesión.....	44
3.2.3 Tercera Sesión: “Generador Eléctrico”.....	46
3.2.4 Cuarta Sesión: “Bobinas y Transformador”	49
3.3 Recursos Didácticos	51
3.3.1 Modelado 3D de montajes experimentales	51
Consideraciones previas	57
Diseño de Montaje.....	57
Diseño y armado del riel	58
Las medidas en rojo corresponden a las distancias de separación entre las piezas.....	59
Diseño y armado de las bobinas.....	59
CAPÍTULO IV: VALIDACIÓN DE PROPUESTA POR EXPERTOS	62
4.1 DISEÑO DE PROPUESTA	62
4.2 METODOLOGÍA DE PROPUESTA.....	63
4.3 COMENTARIOS ESPECÍFICOS DE GUÍAS	64
4.4 Análisis de resultados	66
4.4.1 Respecto al diseño de la propuesta.....	66
4.4.2 Respecto a la metodología de la propuesta.....	67
4.4.3 Respecto al material elaborado.....	67
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES	69
5.1 Conclusiones sobre el proceso de validación.....	69
5.2 Conclusiones sobre propuesta didáctica.....	70
5.3 Proyecciones	72
REFERENCIAS.....	73
ANEXOS	75
ANEXO 1: GUÍAS DEL ESTUDIANTE (MATERIAL REFINADO	76
ANEXO 2: GUÍA DEL DOCENTE (MATERIAL REFINADO)	105
ANEXO 3: ENCUESTA DE VALIDACIÓN.....	117
ANEXO 4: PLANTILLAS DE REALIDAD AUMENTADA.....	121

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1 INDICADORES DE EVALUACIÓN DE OA09, FUENTE: ADAPTACIÓN DE TABLA DE INFORMACIÓN OFICIAL (MINEDUC, 2015).....	10
TABLA 2 MÓDULOS QUE CONTIENEN CONTENIDOS DE ELECTROMAGNETISMO EN CIENCIAS PARA LA CIUDADANÍA, FUENTE: ADAPTACIÓN DE TABLA DE INFORMACIÓN BASES CURRICULARES 3° Y 4°MEDIO. MINEDUC.....	10
TABLA 3 ELABORACIÓN PROPIA BASADA EN LAS BASES CURRICULARES DE SÉPTIMO BÁSICO A SEGUNDO MEDIO 2015.	13
TABLA 4 RESUMEN DE ACTITUDES PARA LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA, FUENTE: ADAPTACIÓN DE INFORMACIÓN RECUPERADA DE MINEDUC.....	15
TABLA 5 MODELOS MENTALES DE CAMPO MAGNÉTICO. ELABORACIÓN PROPIA EN BASE AL TEXTO DE GUIASOLA Y VARIOS (2003).	17
TABLA 6 ROLES DE LOS ACTORES EN EL AULA, FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE INVESTIGACIÓN EDUCACIÓN PARA EL SUJETO DEL SIGLO XXI: PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DEL ENFOQUE STEAM DESDE LA MIRADA EDUCACIONAL, DE ZAMORANO Y OTROS (2018)	25
TABLA 7 COMPETENCIAS STEM PARA LA FORMACIÓN DOCENTE, FUENTE: ADAPTADO DE "APOYANDO LA FORMACIÓN DEL PROFESORADO STEM PARA EL DESARROLLO DE COMPETENCIAS" (BARAJAS, 2019)).	28
TABLA 8 NOMBRE DE PARTES DE LA MODELIZACIÓN. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	31
TABLA 9 RESUMEN DE ELEMENTOS DE ABP, ELABORACIÓN PROPIA BASADA EN DOCUMENTO "METODOLOGÍA DE APRENDIZAJE BASADA EN PROYECTOS" (MINEDUC, 2019).....	33
TABLA 10 RESUMEN DE SESIÓN 1	43
TABLA 11 RESUMEN DE SESIÓN 2	46
TABLA 12 RESUMEN DE SESIÓN 3	48
TABLA 13 RESUMEN DE SESIÓN 4	51
TABLA 14 MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN DEL MONTAJE 1.....	52
TABLA 15 MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN DEL MONTAJE 2.....	54
TABLA 16 MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN DEL MONTAJE 3.....	55
TABLA 17 MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN DEL MONTAJE 4.....	57

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 SECUENCIA DE CAMBIOS LEGISLATIVOS REFERIDOS AL CURRÍCULUM NACIONAL. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA BASADA EN LA LEY CHILENA.	3
FIGURA 2 SECUENCIA DE CAMBIOS LEGISLATIVOS REFERIDOS AL CURRÍCULUM NACIONAL. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA BASADA EN LA LEY CHILENA.	7
FIGURA 3 EJEMPLO DE REALIDAD AUMENTADA EN TORNO A LA OBSERVACIÓN DE LÍNEAS DE CAMPO EN UN CABLE QUE PORTA CORRIENTE ELÉCTRICA, FUENTE: CAPTURA PROPIA.	35
FIGURA 4 DIAGRAMA RESUMEN DE PROPUESTA DIDÁCTICA, FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	39
FIGURA 5 PROPUESTA DE ORGANIZACIÓN DE MÓDULOS TEMÁTICOS EN CPC, FUENTE: DE ELABORACIÓN PROPIA.....	40
FIGURA 6 MONTAJE EXPERIMENTAL "CONTENEDOR DE LIMADURA DE HIERRO"	41
FIGURA 7 PLANTILLA QR "CAMPO MAGNÉTICO DE UN IMÁN" PARA REALIDAD AUMENTADA	41
FIGURA 8 MONTAJE EXPERIMENTAL "MOTOR ELÉCTRICO".....	44
FIGURA 9 CIRCUITO SUGERIDO PARA MONTAJE EXPERIMENTAL.....	44
FIGURA 10 MONTAJE EXPERIMENTAL "GENERADOR ALTERNADOR".....	47
FIGURA 11 MINIATURA DE MANIPULATIVO VIRTUAL "GENERADOR", PHET COLORADO	47
FIGURA 12 MONTAJE EXPERIMENTAL "BOBINAS EN RIEL".....	49
FIGURA 13 MINIATURA DE MANIPULATIVO VIRTUAL "LABORATORIO ELECTROMAGNÉTICO DE FARADAY" DE PHET COLORADO	49
FIGURA 6 VISTA DIAGONAL, SUPERIOR Y CON TRANSPARENCIA (ACRÍLICO), DE IZQUIERDA A DERECHA RESPECTIVAMENTE.	53
FIGURA 7 MONTAJE DE MOTOR, FUENTE: RECUPERADO DE HTTPS://WWW.THINGIVERSE.COM/THING:1710859	55
FIGURA 8 GENERADOR ALTERNADOR, FUENTE: RECUPERADO DE HTTPS://WWW.THINGIVERSE.COM/THING:113297	56
FIGURA 9 RIEL DE TRANSPORTE DE BOBINAS CON REGLA GRABADA	57
FIGURA 10 BOBINAS DE DIFERENTE LARGO.	58
FIGURA 11 DIMENSIONES DEL RIEL DE PERFIL.	58
FIGURA 12 DIMENSIONES DEL PERFIL DE LAS BOBINAS.....	59
FIGURA 13 DIMENSIONES DE LAS PATAS DE LAS BOBINAS.....	60
FIGURA 14 DIMENSIONES DEL PERFIL DE LAS PATAS DE LAS BOBINAS	60
FIGURA 15 PIEZA DE ENSAMBLE ENTRE BASE DE PATAS Y BOBINAS.	61

INTRODUCCIÓN

Nuestra sociedad tiene gran dependencia de los recursos eléctricos, de modo que la generación de electricidad ha estado en el debate social y político de manera permanente. Ejemplos de esto son las hidroeléctricas de Alto Maipo e HidroAysén, y la discusión de la generación por medio de centrales nucleares. Para participar de las discusiones de manera informada no basta con conocer datos, hace falta comprender los fenómenos que están asociados y cómo se relacionan con otros aspectos de la vida cotidiana, es decir, ser alfabetizado científicamente.

El rol de formación de ciudadanos y ciudadanas informadas y alfabetizadas lo tienen las escuelas, las que se rigen por las Bases Curriculares dictadas por el Ministerio de Educación (MINEDUC). En las Bases Curriculares se encuentran los Objetivos de Aprendizaje, Habilidades y Actitudes que todo estudiante debe desarrollar durante su escolaridad para vivir en sociedad.

Dado lo anterior, es posible problematizar mediante la siguiente pregunta de investigación:

¿Cómo enriquecemos lo propuesto por el MINEDUC sobre electromagnetismo para favorecer la alfabetización científica y el desarrollo de habilidades y actitudes de investigación en los estudiantes de educación media? Para dar respuesta a esta interrogante, este seminario de grado desarrolla una propuesta didáctica con enfoque STEM aplicable a estudiantes de enseñanza media que propicia la vinculación de los modelos físicos de electromagnetismo con los dispositivos eléctricos cotidianos. Se espera que, al cumplir con las actividades propuestas, los estudiantes desarrollen habilidades y actitudes para la investigación científica, adecuados para el desempeño del ciudadano en el siglo XXI.

CAPÍTULO I: MARCO DE ANTECEDENTES

El currículum nacional actual presenta una propuesta de cómo abordar los contenidos de electromagnetismo en la enseñanza media, en donde se plantea en un primer encuentro con los estudiantes de octavo básico y que posteriormente se vuelven a retomar en Ciencias para la Ciudadanía (CPC), en tercero y cuarto medio.

De acuerdo con la manera en que se encuentran articulados los contenidos de electromagnetismo en el currículo nacional vigente, este seminario de grado busca proponer una manera alternativa de cómo enriquecer la presentación de estos contenidos para promover el desarrollo de habilidades y actitudes necesarias para vivir en la sociedad del siglo XXI, así como también favorecer a la alfabetización científica de los estudiantes de enseñanza media.

Para justificar el desarrollo de la propuesta didáctica y contextualizarla, es necesario conocer el estudio de los contenidos de electromagnetismo en el currículum a lo largo de su historia.

1.1 Antecedentes curriculares

La educación chilena está guiada bajo un conjunto de leyes y decretos que son englobados en el currículum nacional educativo, siendo este documento el conjunto de criterios, metodologías y planes de estudio que fijan los objetivos de la educación del país. Teniendo en consideración que la educación es un proceso social, y el currículum evoluciona en conjunto con ella, los cambios sociales vividos por un país determinarían los intereses y enfoques del documento. En este sentido, el currículum nacional ha sido modificado y reemplazado a lo largo de los años, con el fin de establecer vigencia de otros documentos nacionales de educación, como lo son el marco curricular, ajustadas en el año 2009, y las bases curriculares, promulgadas en 2013. A efecto de esta propuesta didáctica, se hace preciso describir y explicar la evolución de este conjunto de leyes y documentos, así como los cambios sufridos por el currículum nacional en el último cuarto de siglo, debido a que no siempre han sido considerado de la misma manera el desarrollo de competencias y habilidades científicas. Además, se considera de suma importancia entender al currículum como proyecto de una sociedad (Sacristán, 2010), y que, hasta la actualidad, se ha tratado de empapar con el avance de la ciencia y desarrollo tecnológico que vivimos en el siglo XXI. Respecto a esto, nuestro seminario de grado tiene cabida en el marco vigente y en los programas de estudio en desarrollo.

1.1.1 Marco curricular

En 1990 se promulga la Ley N° 18.926, correspondiente a la Ley Orgánica Constitucional de la Educación (LOCE) que se propone como objetivo principal el fijar los requisitos mínimos que deberán cumplir los niveles de enseñanza básica y enseñanza media. En base a esto, la LOCE trae consigo el Marco curricular, cuyos objetivos centrales son establecer los requisitos que deben cumplir los establecimientos educacionales como la determinación de los contenidos a enseñar por docentes, roles de la comunidad educativa y características específicas a cumplir por los establecimientos. En este sentido, el marco curricular define el aprendizaje que se espera que todos los estudiantes del país desarrollen a lo largo de su trayectoria escolar. Contextualmente en esta ley, la educación se definió como “el proceso permanente que abarca las distintas etapas de la vida de las personas y que tiene como finalidad alcanzar su desarrollo moral, intelectual, artístico, espiritual y físico mediante la transmisión y el cultivo de valores, conocimientos y destrezas, enmarcados en nuestra identidad nacional, capacitándolas para convivir y participar en forma responsable y activa en la comunidad” (Ley N°18962, 1990). Además, en 1996 se publica el decreto n°40 que establece los objetivos fundamentales (OF) y los contenidos mínimos obligatorios (CMO).

Los Objetivos Fundamentales hacen referencia a conocimientos, habilidades y actitudes que han sido seleccionados considerando que favorezcan el desarrollo integral de alumnos y alumnas y su desenvolvimiento en distintos ámbitos, lo que constituye el fin del proceso educativo; por otra parte, los Contenidos Mínimos Obligatorios explicitan los conocimientos, habilidades y actitudes implicados en los OF y que el proceso de enseñanza debe convertir en oportunidades de aprendizaje para cada estudiante con el fin de lograr los Objetivos Fundamentales (MINEDUC, 2009).

Este periodo de cambios se puede detallar de la siguiente manera:

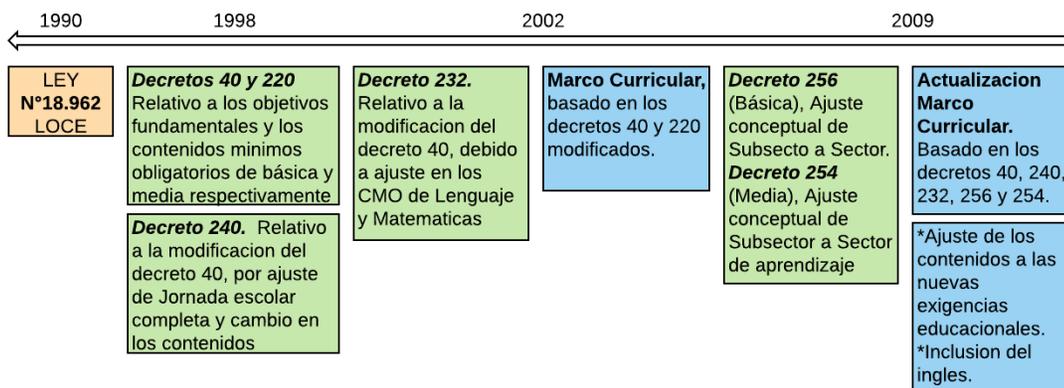


Figura 1 Secuencia de cambios legislativos referidos al Currículum Nacional. Fuente: Elaboración propia basada en la Ley Chilena.

1.1.2 Ajuste curricular

En 2007, se envía un proyecto de ley de educación que busca reemplazar la LOCE vigente hasta este momento. El proyecto contempla modificaciones que van desde los procesos de admisión, currículum, hasta el reconocimiento oficial de los establecimientos educacionales. En cuanto al currículum, este se ajusta de tal manera de que se reduce la educación básica a 6 años (1° - 6° Básico) y se aumentan los años de educación media (7°Básico - 4°Medio). En este sentido, los docentes de educación media cumplen los requisitos legislativos para trabajar con estudiantes de 7° y 8°Básico.

En el año 2009 se promulgan los decretos n°256 y°254, para reemplazar los decretos n°40 y°220 de enseñanza básica y de enseñanza media respectivamente, con el objetivo de ajustar el marco curricular ya existente. Respecto a lo anterior, se reformulan los objetivos de la educación chilena, focalizándose en el aprendizaje del estudiante, por lo que se proponen objetivos fundamentales que se lograrían a medida que se avancen en los aprendizajes esperados, estos últimos en reemplazo de lo que anteriormente serían los contenidos mínimos obligatorios. Otro punto que incorpora este ajuste curricular es el de planificación anual de contenidos, en donde se entrega una propuesta de cómo se podrían organizar los contenidos en función de que se logren los aprendizajes esperados. Además, se adicionan orientaciones de evaluación y desarrollo de competencias para el docente, lo que incluye sugerencias de instrumentos evaluativos y también un capítulo que hace foco al desarrollo de habilidades.

Por otra parte, el documento “Objetivos Fundamentales y Contenidos Mínimos Obligatorios de la Enseñanza Básica y Enseñanza Media, Actualización 2009” señala que el ajuste curricular responde también a las nuevas demandas sociales exigidas al proceso educativo, considerando un análisis a las secuencias de aprendizaje ya existentes y a los resultados de pruebas estandarizadas nacionales. Asimismo, dentro de los factores que incidieron en el ajuste curricular, se integra la consideración de los currículos de otros países, principalmente de aquellos pertenecientes a la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), la cual se compone de 34 países miembros -entre ellos Chile-y que colabora con más de 100 naciones en la búsqueda de soluciones a problemas comunes entre sus gobiernos en pos de lograr una sociedad y economía más justa para los ciudadanos (OECD, 2015). Finalmente, este ajuste curricular también se vio impulsado por los resultados obtenidos por los estudiantes chilenos en pruebas estandarizadas internacionales (MINEDUC, 2009), como la evaluación Trends in International Mathematics and Science Study (TIMSS), cuyo objetivo es medir los conocimientos de ciencias y matemáticas con los que cuentan los estudiantes de cuarto y octavo grado, el que es desarrollado por la Asociación Internacional para la Evaluación del Rendimiento Educativo (IEA). Asimismo, se suman los resultados obtenidos en el Programme for International Student

Assessment (PISA), programa impulsado por la OCDE, el cual entrega resultados en el área de ciencias que se presentarán hacia el final de este capítulo.

En contexto con las ciencias naturales, se fijan los propósitos formativos del sector, que van enfocadas al desarrollo de habilidades de pensamiento distintivas del quehacer científico y a la comprensión del mundo natural y tecnológico, buscando que adquieran la capacidad de plantear preguntas y tomar decisiones informadas acerca de asuntos científicos- tecnológicos del interés social. A fin de esto, los objetivos deben dar coherencia a una secuencia de contenidos que estructuran al sector de ciencias naturales. Estos ejes son:

- Estructura y Función de los seres vivos
- Organismo, Ambiente y sus Interacciones
- La materia y sus transformaciones
- Fuerza y movimiento
- Tierra y universo

De los cuales, en el subsector de Física, solo son abordados 3 de estos ejes que son los últimos 3 mencionados.

En este ajuste curricular, se promueve el aprendizaje y la enseñanza de habilidades de pensamiento científico, haciendo referencia a habilidades de razonamiento y saber-hacer, involucradas en la búsqueda de respuestas acerca del mundo natural, basadas en evidencia. Junto con esto, promueve en los estudiantes una orientación hacia la reflexión científica y metacognición, lo que indica que sean capaces de conocer sus propios procesos de aprendizaje. Estas habilidades de pensamiento científico (HPC) no obedecen una metodología o secuencia de pasos cómo se da en el método científico. En este aspecto, una habilidad puede ser trabajada independientemente de las otras, como también de manera integrada.

1.1.3 Bases curriculares

Hasta el año 2009 la educación en Chile regía bajo la LOCE promulgada en 1990, la cual fue derogada en el año 2009 por la Ley General de Educación (LGE) (Ley N°20370, 2009) cuya implementación se proyectó a partir del año 2013. Entre las modificaciones más importantes, se tiene que el artículo 25 de la ley cambia la estructura curricular de ocho años de educación básica y cuatro años de educación media por una de dos ciclos de seis años cada una, cambio que se implementará a partir del año 2017. Por otra parte, el artículo 31 de la ley señala que corresponde al estado establecer las Bases Curriculares para la Educación Parvularia, Básica y Media, con el objetivo de definir los objetivos de aprendizaje -por ciclos o años- que permitan lograr los objetivos generales para cada ciclo educacional, definidos en la misma ley. Por último, está presente el artículo 35, que permite posibles modificaciones o creación de nuevas bases curriculares. Como consecuencia, la nueva ley de educación integra un nuevo elemento al proceso de enseñanza,

los OF y CMO son reemplazados por un nuevo elemento llamado Objetivos de Aprendizaje (OA) por curso o asignatura, que promueven la comprensión de los Objetivos Generales propuestos en cada eje temático. Los Objetivos de Aprendizaje definen los aprendizajes terminales esperables para una asignatura determinada para cada año escolar, así como también refieren a habilidades, actitudes y conocimientos que buscan favorecer el desarrollo integral de los estudiantes (MINEDUC, 2015).

Las bases curriculares han sentado los pilares de la educación moderna para enseñanza básica hasta segundo medio, quedando casi obsoleto el Marco curricular. Es por este motivo que el Consejo Nacional de Educación (CNE), en conjunto con MINEDUC ha evaluado y retroalimentado una propuesta de evaluación de las Bases Curriculares y Plan de Estudios para 3° y 4° medio, llegando a un documento que será válido para el presente año 2020. El objetivo de desarrollar este documento es que se había mostrado evidencia clara de que era necesaria una formación de ciudadanos integrales que puedan ejercer una ciudadanía activa. Además, era importante implementar mayor efectividad, principalmente favoreciendo la toma de decisiones responsable, autonomía, juicio crítico y la creatividad del estudiante. Con respecto a lo anterior es que se plantea que los dos últimos años debían representar una transición a la educación superior mucho más efectivas, haciendo foco en saberes relevantes y contextualizados con el desenvolvimiento en el mundo actual.

En 2019 se libera el documento en tramitación que de alguna manera establecería, muy generalmente, la estructura de las bases, dando nombres a algunas asignaturas y reestructurando el programa escolar en base a formación diferenciada.

El nuevo currículum para 3° y 4° Medio consiste en un plan común que incluye formación general y electiva, un plan diferenciado y horas de libre disposición. En este sentido, el plan común incluye 6 asignaturas: Lengua y Literatura, Filosofía, Educación Ciudadana, inglés, Matemática y Ciencias. La formación diferenciada Humanista científica incluye 3 asignaturas electivas. En colegios técnicos profesionales se opta por una especialidad, y en colegios artísticos, los estudiantes optan por una mención. El nuevo Plan Común de Formación General es obligatorio para los tres tipos de establecimientos diferenciados que se definieron en la LGE (Científico-Humanista, Técnico Profesional y Artístico) cuya finalidad es que todos los estudiantes tengan acceso a una educación equitativa e integral con fuerte foco en la formación ciudadana, que brinde iguales oportunidades de acceso a la educación superior o a la vida laboral, independientemente de la diferenciación (MINEDUC, 2019).

A la luz de todas estas incorporaciones y modificaciones curriculares, es posible organizar temporalmente los cambios de la siguiente manera:

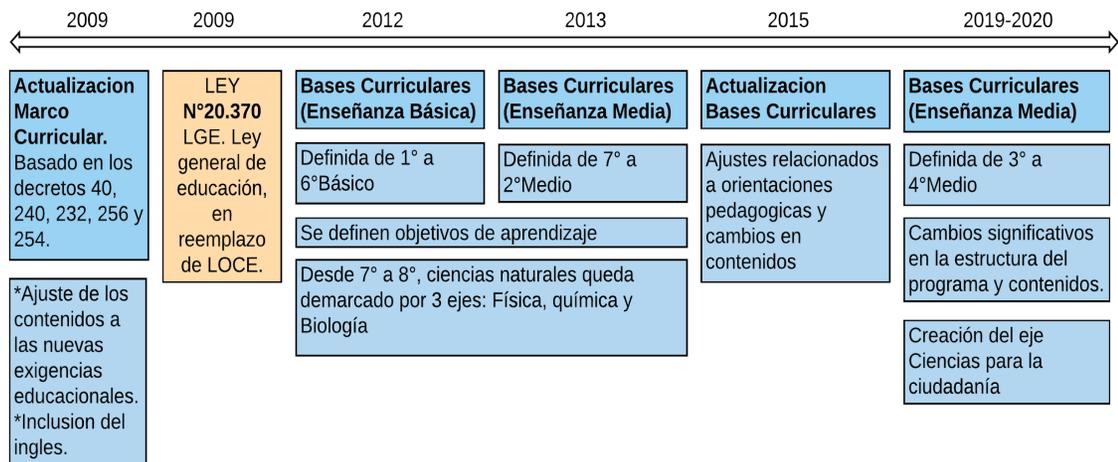


Figura 2 Secuencia de cambios legislativos referidos al Currículum Nacional. Fuente: Elaboración propia basada en la Ley Chilena.

1.1.4 Ciencias para la ciudadanía

Como se había mencionado anteriormente, el ajuste curricular del 2020 implementa reestructuraciones importantes en las asignaturas, desde los contenidos y las asignaturas, hasta el enfoque pedagógico en que se basan para implementarse. A razón de esto es que es preponderante entender el motivo de reestructurar las ciencias, para dar paso a una gran asignatura obligatoria llamado Ciencias para la ciudadanía (CPC).

Esta asignatura busca promover una comprensión integrada de fenómenos complejos y problemas que ocurren en nuestro quehacer cotidiano, para formar a un ciudadano alfabetizado científicamente, con capacidad de pensar y actuar de manera crítica, participar y tomar decisiones de manera informada, basándose en el uso de evidencia (MINEDUC, 2019)

Promueve la integración entre la Biología, la Física y la Química, entre otras especialidades científicas, y la integración de las ciencias con otras áreas del saber, como la matemática, mediante la aplicación, por ejemplo, de modelos y herramientas estadísticas. A raíz de lo anterior, es que tiene mucho sentido considerar el enfoque CTSA (Ciencia, tecnología, sociedad y ambiente) y STEM (Ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas) al momento de pensar en desarrollar propuestas didácticas para implementar en CPC.

La gran importancia de esta asignatura obligatoria para el plan común recae en la formación ciudadana, apuntando a que se puedan llevar los contenidos a su contexto y así puedan opinar con argumentos y evidencias. Además, los estudiantes serían capaces de desarrollar habilidades y actitudes necesarias para la investigación científica, relacionando conocimientos de diversas

áreas e integrando tópicos de la ciencia con otras disciplinas, en función de las necesidades de la sociedad del siglo XXI.

La organización curricular de la asignatura se estructura en módulos temáticos semestrales, que hacen referencia a las unidades curriculares conocidas en el antiguo marco curricular y en las bases de enseñanza básica. Estos módulos temáticos son:

- Bienestar y salud
- Seguridad, prevención y autocuidado
- Ambiente y sostenibilidad
- Tecnología y sociedad

Estos módulos son independientes unos de otros y no pertenecen a un nivel en específico, es decir, que el establecimiento puede determinar, en función de las necesidades educacionales, el orden de estos módulos durante 3° y 4° Medio.

1.2 Programa de electromagnetismo en el currículum nacional

1.2.1 Programa de estudios de Ciencias Naturales en octavo básico

En las bases curriculares, la unidad de Electricidad y Calor, correspondiente a la tercera unidad de octavo básico, tiene como propósito tratar temas asociados a los conceptos relacionados la energía eléctrica y su aplicación en circuitos simples, además de la incorporación de algunas prácticas para producir energía eléctrica. El detalle a continuación especificaremos los contenidos abordados.

1. Fenómenos electrostáticos: Se orientan en la identificación de la naturaleza eléctrica de los distintos cuerpos, reconociendo cuando un cuerpo está cargado eléctricamente o neutro, los distintos métodos de electrización por fricción, contacto e inducción, y la interacción entre cargas eléctricas explicándolos con la ley de atracción y repulsión.
2. Circuitos: Se centran en la aplicación de circuitos simples aplicando la Ley de Ohm en circuitos simples y en paralelo, ver la aplicación que tienen en la red domiciliaria, las medidas de seguridad y el uso eficiente de los dispositivos eléctricos.
3. Producción de energía eléctrica: Se proponen actividades cualitativas de diferentes formas de obtener energía eléctrica; partiendo de la base del funcionamiento de las pilas y baterías, y el funcionamiento de los generadores eléctricos y dinamos articulando el magnetismo y la corriente eléctrica.

Para efectos de nuestra propuesta, solamente nos centraremos en el punto tres mencionado anteriormente, en la cual los conocimientos considerados a tratar son:

- Características de un imán.
- Corriente inducida por el movimiento relativo entre un imán y un conductor eléctrico.
- Generador eléctrico.

Los puntos anteriormente nombrados, pertenecen al objetivo de aprendizaje OA 09, cuyo detalle se encuentra en el siguiente cuadro.

Objetivos de Aprendizaje	Indicadores de evaluación	Actividades propuestas
OA 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).	1. Identifican las características de los diversos tipos de pilas y baterías que existen en el mercado.	a) Pila eléctrica y conexiones entre ellas
	2. Explican las ventajas y limitaciones de la conexión en serie y en paralelo de pilas y baterías.	a) Pila eléctrica y conexiones entre ellas
	3. Identifican tipos de imanes, naturales y artificiales, y sus características.	b) Imanes y magnetismo
	4. Comprueban experimentalmente que del movimiento relativo entre un conductor eléctrico y un imán se obtiene una corriente eléctrica.	c) Magnetismo y corriente eléctrica d) El motor eléctrico
	5. Explican aspectos básicos de cómo se genera electricidad en centrales eléctricas como las térmicas, hidroeléctricas, eólicas, geotérmicas, de biomasa, solares y fotovoltaicas, entre otras.	d) El motor eléctrico, e) Centrales eléctricas: ¿cómo funcionan? f) Centrales eléctricas en Chile g) Fuentes alternativas para obtener energía eléctrica
	6. Investigan sobre el uso de paneles solares fotovoltaicos y su utilidad en el autoconsumo eléctrico.	h) Central fotovoltaica
	7. Debaten sobre ventajas y desventajas de diversas fuentes de	f) Centrales eléctricas en Chile

energía eléctrica, considerando sus fuentes de energía, usos, aplicaciones, costos de operación y de distribución, entre otras variables.	h) Central fotovoltaica
---	-------------------------

Tabla 1 Indicadores de Evaluación de OA09, Fuente: Adaptación de tabla de información oficial (MINEDUC, 2015)

1.2.2 Programa de Electromagnetismo en plan general de Ciencias para la Ciudadanía (3°/4° Medio)

Respecto a los objetivos de aprendizaje sugeridos para Ciencias para la ciudadanía en las nuevas bases curriculares, estos están vinculados a cuatro módulos semestrales distintos, que no se encuentran definidos para un nivel determinado. De esto se desprende que, de acuerdo con las diversas necesidades y contextos, cada establecimiento tendrá que abordarlo en el orden que estime conveniente. De los diferentes módulos semestrales que existen en el programa, esta propuesta didáctica podrá abordar los siguientes objetivos de aprendizaje, correspondientes a tres OA de los módulos que se describen a continuación:

Módulo semestral	Objetivos de Aprendizaje
<i>Seguridad, Prevención y Autocuidado</i>	OA 02. Diseñar, evaluar y mejorar soluciones que permitan reducir las amenazas existentes en el hogar y en el mundo del trabajo (en sistemas eléctricos y de calefacción, y exposición a radiaciones, entre otros) para disminuir posibles riesgos en el bienestar de las personas y el cuidado del ambiente.
<i>Ambiente y Sostenibilidad</i>	OA 02. Diseñar proyectos locales, basados en evidencia científica, para la protección y utilización sostenible de recursos naturales de Chile, considerando eficiencia energética, reducción de emisiones, tratamiento de recursos hídricos, conservación de ecosistemas o gestión de residuos, entre otros.
<i>Tecnología y Sociedad</i>	OA 01. Diseñar proyectos tecnológicos que permitan resolver problemas personales y/o locales de diversos ámbitos de la vida (como vivienda y transporte, entre otros).

Tabla 2 Módulos que contienen contenidos de electromagnetismo en Ciencias para la ciudadanía, Fuente: Adaptación de tabla de información bases curriculares 3° y 4° Medio. MINEDUC.

1.2.3 Programa de Electromagnetismo en plan de formación diferenciada de Física para Ciencias para la ciudadanía (3°/4° Medio)

El propósito de los contenidos para cuarto medio para el plan diferenciado humanístico-científica consiste en que los estudiantes integren conocimientos relacionados a la física y que desarrollen actitudes y habilidades para poder comprender el mundo que los rodea abordando problemas en base a la evidencia (MINEDUC, 2019). Dentro de los tópicos que abordará se encuentra mecánica clásica, física moderna, el universo y ciencias de la Tierra.

Hay seis objetivos de aprendizaje para los estudiantes de 3° o 4° medio electivo, en la cual, con nuestra propuesta didáctica abordaremos dos de los seis objetivos de aprendizajes que corresponden a:

5. Investigar y aplicar conocimientos de la física (como mecánica de fluidos, electromagnetismo y termodinámica) para la comprensión de fenómenos y procesos que ocurren en sistemas naturales, tales como los océanos, el interior de la Tierra, la atmósfera, las aguas dulces y los suelos.
6. Valorar la importancia de la integración de los conocimientos de la física con otras ciencias para el análisis y la propuesta de soluciones a problemas actuales, considerando las implicancias éticas, sociales y ambientales.

1.3 Habilidades y actitudes para la investigación científica

Las habilidades y actitudes científicas son idénticas al quehacer científico que se va desarrollando desde primero básico hasta cuarto medio, es decir, mantienen igual importancia en el currículo que los contenidos específicos, representándose como objetivos de aprendizaje. El aprendizaje de las ciencias permitirá a los estudiantes poder construir nuevos conocimientos y responder a problemas que se originaron en base a la curiosidad y observación de fenómenos que ocurren en su entorno y que deben ser desarrolladas en todos los estudiantes.

Tal como lo desarrollan Woolnough y Allsop (1985), cuando un estudiante experimenta ciertos fenómenos, mejora su conocimiento tácito de las prácticas científicas mediante el desarrollo de actividades prácticas. De esta manera se logra obtener consciencia (aunque no se pueda verbalizar) de qué es lo que ocurre en un fenómeno, por sobre los cómo y por qué ocurre.

1.3.1 Habilidades para la investigación científica en Octavo básico

De acuerdo con las bases curriculares de séptimo básico a segundo medio (MINEDUC, 2015) se espera que los estudiantes sean capaces de desarrollar las siguientes habilidades y etapas para la investigación científica:

Habilidad para la investigación científica Descripción

<i>Observar y plantear preguntas</i>	<p>A. Observar y describir objetos, procesos y fenómenos del mundo natural y tecnológico, usando los sentidos.</p> <p>B. Identificar preguntas y/o problemas que puedan ser resueltos mediante una investigación científica.</p> <p>C. Formular y fundamentar predicciones basadas en conocimiento científico.</p>
<i>Planificar y conducir una investigación</i>	<p>D. Planificar una investigación experimental sobre la base de una pregunta y/o problema y diversas fuentes de información científica, considerando:</p> <ul style="list-style-type: none"> • La selección de instrumentos y materiales a usar de acuerdo con las variables presentes en el estudio. • La manipulación de una variable. • La explicación clara de procedimientos posibles de replicar. <p>E. Planificar una investigación no experimental y/o documental a partir de una pregunta científica y de diversas fuentes de información, e identificar las ideas centrales de un documento.</p> <p>F. Llevar a cabo el plan de una investigación científica*, midiendo y registrando evidencias con el apoyo de las TIC.</p> <p>G. Organizar el trabajo colaborativo, asignando responsabilidades, comunicándose en forma efectiva y siguiendo normas de seguridad.</p>
<i>Procesar y analizar la evidencia</i>	<p>H. Organizar y presentar datos cuantitativos y/o cualitativos en tablas, gráficos, modelos u otras representaciones, con la ayuda de las TIC.</p> <p>I. Crear, seleccionar, usar y ajustar modelos simples, en forma colaborativa, para apoyar explicaciones de eventos frecuentes y regulares.</p>

	J. Examinar los resultados de una investigación científica para plantear inferencias y conclusiones: <ul style="list-style-type: none"> • Determinando relaciones, tendencias y patrones de la variable en estudio. • Usando expresiones y operaciones matemáticas cuando sea pertinente, por ejemplo: proporciones, porcentaje, escalas, unidades, notación científica, frecuencias y medidas de tendencia central (promedio, mediana y moda).
<i>Evaluar</i>	K. Evaluar la investigación científica, que puede ser experimental, no experimental o documental, con el fin de perfeccionarla, considerando: <ul style="list-style-type: none"> • La validez y confiabilidad de los resultados. • La reproducibilidad de los procedimientos. • Las posibles aplicaciones tecnológicas. • El desempeño personal y grupal.
<i>Comunicar</i>	L. Comunicar y explicar conocimientos provenientes de investigaciones científicas, en forma oral y escrita, incluyendo tablas, gráficos, modelos y TIC. M. Discutir en forma oral y escrita las ideas para diseñar una investigación científica, las posibles aplicaciones y soluciones a problemas tecnológicos, las teorías, las predicciones y las conclusiones.

Tabla 3 Elaboración propia basada en las bases curriculares de séptimo básico a segundo medio 2015.

1.3.2 Habilidades para la investigación científica en Ciencias para la Ciudadanía.

La existencia y el uso de la tecnología en el mundo global, multicultural y en evolución constante, ha propiciado al desarrollo de nuevos modos de acceso al conocimiento, de aplicación de los aprendizajes trabajados y de participación en la sociedad (MINEDUC, 2019). En este sentido, las habilidades específicas que se plantean como objetivos, se engloban en un grupo de habilidades necesarias para el desarrollo personal de los estudiantes en este siglo XXI. Estas habilidades específicas en torno a la investigación científica son:

Planificar y conducir una investigación: En esta práctica el estudiante deberá formular hipótesis basada en la observación y la curiosidad, formulando preguntas y desarrollando el razonamiento para posteriormente comprobar sus predicciones de manera empírica y/o teórica que respaldarán sus conclusiones.

Analizar e interpretar datos: Este ejercicio implica un conjunto de experiencias en la que deberán relacionar distintas variables e identificar tendencias y patrones, facilitando su comprensión y la elaboración de distintos modelos, como físicos o matemáticos, para evaluar su hipótesis y emitir conclusiones.

Construir explicaciones y diseñar soluciones: Desarrollarán y emitirán sus resultados y conclusiones de acuerdo con el modelo construido empleando un vocabulario científico. También propondrán soluciones creativas e innovadoras en relación con los distintos contextos de acuerdo de los estudiantes ayudando a su comunidad y entorno.

Evaluar: Para esta habilidad se evaluará la calidad y confianza de los resultados obtenidos, las diversas limitaciones y alcances. Además, considerará las diversas implicancias de los diversos problemas científicos y tecnológicos, enfatizando en el respeto y la ética.

1.3.3 Actitudes para la investigación científica

De acuerdo con las actitudes de la investigación científica, explicitadas en las Bases Curriculares de 3° y 4° medio, se define un marco general de actitudes transversal a las asignaturas, en concordancia con las habilidades del siglo XXI. Constituye una síntesis de la progresión de las actitudes a lo largo de la vida escolar y que son necesarias para desenvolverse en el siglo XXI. Estas actitudes se integran con las habilidades y conocimientos específicos desarrollados en los Objetivos de Aprendizaje de la asignatura y corresponderá al docente incorporar aquellas que sean pertinentes a la asignatura en su planificación.

Existe una diversidad de actitudes que se busca promover a los estudiantes el cual se deben desarrollar y fomentar en su manera de pensar, en las maneras de trabajar, el uso de herramientas para trabajar y las maneras de vivir en el mundo. A continuación, un cuadro resumen elaborado con información de las bases curriculares de 3° y 4° medio del Ministerio de Educación de Chile 2019.

	Actitudes
Maneras de pensar	<ul style="list-style-type: none"> • Perseverancia • Aperturas a distintas expectativas • Conciencia • Reelaborar las propias ideas • Autorreflexión • Compartir ideas
Maneras de trabajar	<ul style="list-style-type: none"> • Trabajo colaborativo • Responsabilidad y liderazgo • Empatía y respeto

	<ul style="list-style-type: none"> • Autonomía y proactividad
Herramientas para trabajar	<ul style="list-style-type: none"> • Aprovechar las herramientas • Interés en el uso de tecnologías • Gestión responsable del tiempo • Responsabilidad y ética
Maneras de vivir en el mundo	<ul style="list-style-type: none"> • Construcción de proyectos de vida • Participación consciente • Toma de decisiones democráticas • Responsabilidad por las acciones

Tabla 4 Resumen de actitudes para la investigación científica, Fuente: adaptación de información recuperada de MINEDUC.

1.4 Dificultades de la enseñanza-aprendizaje de electricidad y magnetismo

El estudio de la didáctica del electromagnetismo ha propiciado al desarrollo de nuevas ideas e innovaciones en cuanto a lo conceptual y a la metodología de enseñanza de los conceptos. En este sentido, existen estudios tales como “Concepciones alternativas sobre el campo magnético estacionario. Selección de cuestiones realizadas para su detección de Guisasola, Almudí y Ceberio (Guisasola, Almudí y Ceberio, 2003) o “Aprendizaje de la teoría de inducción electromagnética en cursos universitarios de física general. Una enseñanza por resolución guiada de problemas” (Almudí, Zuza y Guisasola, 2016) que nos muestran las ideas alternativas que poseen los estudiantes sobre de los contenidos de electricidad y magnetismo y que estos se han reflejado en la mayoría de los alumnos a lo largo de toda su trayectoria escolar e incluso en los estudios superiores. Este gran problema se puede contextualizar a nuestro país, y atribuirlo a la forma de organizar los contenidos de electromagnetismo, ya que, a pesar de que estos son trabajados durante toda su educación básica-media, no es un proceso continuo, es decir, el alumnado estudia estos contenidos en un instante inicial en octavo básico, y luego se retoma en las últimas instancias de la educación media (tercero y cuarto medio), generando un gran vacío y olvido de estos contenidos. Este gran problema podemos atribuirlo a la forma de organizar los contenidos de electromagnetismo, ya que a pesar de que estos son trabajados durante toda su educación básica-media, no es un proceso continuo, es decir, el alumnado estudia estos contenidos en un instante inicial en octavo básico, y luego se retoma en IV medio, generando un gran vacío y olvido de estos contenidos.

Entre otras dificultades que se presentan, existen errores preconceptuales o ideas previas asociados a electromagnetismo, ya que a pesar de que muchas veces son utilizados estos conceptos en nuestro lenguaje cotidiano, como por ejemplo “corriente”, “voltaje”, entre otros, los estudiantes no tienen claro cuál es la definición correcta de cada una de estas, además de que

tampoco han visto o interactuado directamente o conscientemente en su día a día con fenómenos que involucren contenidos de electricidad y magnetismo.

Dentro de las diversas investigaciones realizadas en este ámbito nos basaremos en estudios publicados en investigaciones didácticas realizados por Guisasola (2003 y 2016) y compañía destacando varias dificultades que presentan no solo estudiantes de colegio, sino que también estudiantes universitarios de carreras relacionadas al tema.

1.4.1 Dificultades en enseñanza y aprendizaje en la concepción del campo magnético

Los conceptos de “Campo Magnético” y “su fuente” son conceptos básicos para poder construir una teoría base de los fenómenos electromagnéticos, respecto a estudios hechos por Guisasola, Almudí y Ceberio (2003). Muchas de estas dificultades se le atribuyen al programa de física debido a:

- a) La dificultad que presenta esta disciplina es la gran cantidad de conceptos ligados y la dificultad de los estudiantes para analizarlos al mismo tiempo y la selección de estos para poder explicar una situación en concreto.
- b) Dificultad de los estudiantes para identificar y relacionar diversas fuentes de campo magnético.
- c) La importancia del concepto de campo magnético con la tecnología.

Se les realizó un test a estudiantes de Bachillerato, de Ingeniería Técnica Industrial y de Física en el cual tenían que responder que le pasaba a una brújula si se le acercaba una carga en reposo cargada positivamente. De acuerdo con las respuestas obtenidas, la mayoría de los estudiantes se encuentra en lo que señala el autor, es decir, en la categoría eléctrica, dentro de la cual se constata una diversificación de argumentos; pero todos ellos coinciden en considerar como fuente del campo magnético las cargas eléctricas en reposo.

Por otra parte, a 40 estudiantes marroquíes se les realizaron dos preguntas; la primera consistía en explicar respecto a lo que sucedía al acercar un imán a unos clips y luego éstos acercarlos a unos clavos, y la segunda, se les preguntó sobre qué sucedería al acercar diferentes materiales al imán. Según los resultados que obtuvieron, lograron identificar que los estudiantes entienden que el imán es una fuente del campo magnético debido a su propia naturaleza de imán, o bien que los cuerpos que interactúan lo hacen debido a la diferente carga electrostática que tienen. Respecto a la segunda pregunta, según las respuestas de los estudiantes, se lograron agrupar en diferentes modelos:

Modelo	Nombre del modelo	Descripción
A	Magnetismo como atracción	El imán atrae a algunos materiales debido a su propia naturaleza sin ninguna explicación más

B	Magnetismo como una nube	El imán está rodeado por una región limitada la cual actuaría sobre otros cuerpos. Los fenómenos magnéticos ocurren debido a la acción de esta región y no del imán sobre los objetos. Esta concepción se debe a una analogía entre la acción magnética y gravitatoria.
C	Magnetismo como electricidad	La atracción magnética se explica como la atracción entre cargas de distintos signos. Los polos del imán se ven como regiones de exceso o déficit de cargas, siendo el polo Norte positivo y el polo Sur negativo.
D	Magnetismo como polarización eléctrica	El imán polariza los objetos cercanos y luego interactúa con ellos electrostáticamente.
E	Modelo de campo	Los «electrones giratorios» del imán crearían campos magnéticos muy pequeños que al sumarse darían lugar a un campo magnético importante a nivel macroscópico, que actuaría a través de la fuerza magnética sobre las cargas en movimiento.

Tabla 5 Modelos mentales de campo magnético. Elaboración propia en base al texto de Guisasola y varios (2003).

La mayoría de las respuestas se encasillaron entre los modelos A-D, es decir, que estudiantes universitarios ligados a las ciencias físicas tiene un modelo alejado del concepto de campo magnético.

Otra de las encuestas realizadas en las investigaciones, fue que en una ilustración hay una espira fijada a un circuito de corriente continua y en frente un imán, se les preguntan a los estudiantes que sucederá. Esta cuestión fue contestada de por 235 estudiantes de Bachillerato, Ingeniería y de Física. Según los datos analizados, el autor señala que los estudiantes no relacionan de forma significativa una espira de corriente con un imán como elementos que forman parte de un mismo esquema conceptual. Esto se argumenta debido a que no relacionan de forma significativa una espira de corriente con un imán como elementos que forman parte de un mismo esquema conceptual: por una parte confunden la fuerza con el campo y afirman que el campo que crea la espira tiene el mismo sentido que el del imán y por eso se atraerán; por otro lado, basándose en recuerdos memorísticos de la inducción magnética, dicen que no habrá interacción al estar el imán y la espira en reposo y sólo si el imán se moviese, se induciría en la espira una intensidad de corriente.

1.4.2 Dificultades en enseñanza y aprendizaje de la inducción electromagnética.

Dentro de las dificultades en la enseñanza y aprendizaje en inducción electromagnética, Guisasola (2016) señala una variedad de evidencias de las cuales nos basaremos en las siguientes:

- 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.
- Una proporción 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; Meng Thong y Gungstone, 2008).
- Un número significativo de estudiantes piensa que la mera existencia de un campo magnético produce inducción electromagnética (Saarelainen y otros., 2007; Guisasola y otros, 2013)

1.5 Competencias docentes

El docente es un ente clave en el proceso de enseñanza aprendizaje, y por ello tiene una responsabilidad basta en el logro de los objetivos fijados tanto por el Ministerio como por cada establecimiento. Una competencia profesional refiere a las capacidades desarrolladas por el profesional para poder desempeñar un trabajo de manera óptima, logrando los objetivos planteados. En Chile, MINEDUC proporciona estándares relacionadas con el ser docente, explicitados en el documento “Marco para la buena enseñanza”, y también son detalladas y complementadas con estándares acerca de contenidos en el documento “Estándares orientadores para carreras de pedagogía en enseñanza media”, documentos cuyos detalles se encuentran a continuación.

1.5.1 Marco para la buena enseñanza

Este documento fija las bases y competencias que debe presentar un docente al momento de su trabajo tanto dentro como fuera del aula, por lo que responde preguntas como ¿Qué es necesario saber?, ¿Que es necesario saber hacer? y ¿Cuán bien se debe hacer? El marco para la buena enseñanza, propuesto en diciembre del 2008 se creó en contexto del ajuste curricular y de la nueva educación chilena, por lo que fija los parámetros del docente al actuar en cuanto a los contenidos actuales y vigentes en el currículum.

El marco se organiza en dominios que van en un orden de ciclo, es decir, desde la planificación y preparación de la enseñanza hasta la evaluación, creación de ambientes propicios para el aprendizaje, la enseñanza, hasta la reflexión sobre la propia práctica docente (MINEDUC, 2008). Estos dominios se detallan como:

Dominio A: Hace referencia a que el profesor debe poseer un conocimiento acabado y una comprensión total de las disciplinas que enseña, de las competencias y herramientas pedagógicas que facilitan una adecuada mediación entre los contenidos, estudiantes y el contexto.

Dominio B: El profesor debe procurar que el ambiente de enseñanza sea el adecuado para que se logren los objetivos. Para esto, el docente establece normas constructivas de comportamiento y desarrolla un clima de confianza, aceptación y respeto entre las personas conformantes, incitando a la comunicación y a la indagación.

Dominio C: El docente es capaz de lograr situaciones que generen oportunidades de aprendizaje y desarrollo de sus estudiantes considerando el contexto e intereses de los estudiantes y proporcionando recursos adecuados a aquello. El profesor se involucra como persona en el aula, y explicita los objetivos de aprendizaje y los procedimientos.

Dominio D: Hace referencia al quehacer docente más allá del aula y que involucra a la propia relación con la profesión y la relación con la comunidad educativa. El compromiso del profesor con el aprendizaje de todos implica evaluar los procesos de aprendizaje y también formar parte constructiva del entorno donde se trabaja.

1.5.2 Competencias docentes según estándares orientadores para carreras de pedagogía en educación media.

Junto con los documentos curriculares ya descritos anteriormente, el MINEDUC a través del documento “Estándares Orientadores para carreras de Pedagogía” (MINEDUC, 2012), estipula ciertos parámetros con el fin de guiar e informar al docente acerca de las competencias disciplinares y educacionales que debe tener en cuenta para enseñar. En este sentido, el documento aporta las competencias, disposiciones y actitudes profesionales necesarias para lograr el desarrollo del aprendizaje, en este caso, en la Física.

Dentro de los estándares orientadores para docentes en el subsector de Física, nos compete identificar y comprender el estándar 7, referido a las relaciones entre campo magnético y eléctrico. Respecto a lo anterior, MINEDUC (2012) afirma que:

El futuro profesor o profesora caracteriza los fenómenos eléctricos y magnéticos y comprende que las leyes que permiten relacionar electricidad y magnetismo corresponden a la primera unificación de dos fuerzas en la naturaleza, y que en su

conjunto integran la teoría electromagnética, la cual permite explicar el origen y estructura de ondas electromagnéticas, el comportamiento ondulatorio de la luz, así como las propiedades del magnetismo natural e inducido (p.199).

En torno a esto, el docente es capaz de analizar y evaluar el impacto social de un conjunto de progresos tecnológicos llevados a cabo gracias a la aplicación de la energía eléctrica, la electrónica y la comunicación mediante ondas electromagnéticas, explicando, a través de las leyes del electromagnetismo, el funcionamiento de dispositivos como el transformador, la brújula y el motor eléctrico, la formación de enlaces entre moléculas, las relaciones entre voltaje y corriente en circuitos y el rol de distintos consumidores en éstos. A causa de esto entonces, el docente debe ser capaz de extrapolar los contenidos de electromagnetismo a situaciones y ejemplos cotidianos relacionados con fenómenos eléctricos y magnéticos, por lo que debe ser capaz de realizar una transposición didáctica efectiva de los conceptos físicos y matemáticos necesarios para el entendimiento del electromagnetismo.

Estas competencias se ven en manifiesto cuando, específicamente en el área de estudio de esta investigación, el docente:

1. Aplica relaciones tanto cuantitativas como cualitativas entre el movimiento de cargas y la generación de campos magnéticos, por ejemplo, el campo generado por un alambre por el que circula corriente.
2. Utiliza diferentes leyes y modelos para explicar interacciones electromagnéticas, la generación de electricidad a partir de la variación de un campo magnético y la transformación de la energía eléctrica en mecánica.
3. Reconoce las características de los circuitos de corriente alterna y los principios físicos que hacen que esta corriente sea utilizada en diferentes aparatos y en la transmisión de electricidad de alta tensión, y comprende el comportamiento y utilidad de resistencias, capacitores, bobinas y diodos en diferentes circuitos eléctricos.
4. Comprende las implicancias conceptuales de las leyes de Maxwell en las diversas relaciones entre campos eléctricos y magnéticos, como la generación de una onda electromagnética, la inexistencia de monopolos magnéticos, entre otros, e identifica en ellas una síntesis de desarrollos históricos en torno al electromagnetismo.
5. Analiza el profundo impacto del desarrollo de la teoría electromagnética en el estilo de vida de nuestra sociedad, así como en nuestra comprensión sobre el universo y la materia.
6. Comprende que flujos magnéticos variables en el tiempo generan una fem inducida y en circuito cerrado una corriente eléctrica, y explican el funcionamiento de generadores, motores y transformadores eléctricos, analizando los impactos en la sociedad de los desarrollos tecnológicos surgidos del estudio del electromagnetismo.

Estos dominios y estándares orientadores están contenidos de manera explícita en las competencias docentes que las nuevas exigencias educacionales requieren para el actual siglo, haciendo referencia a las competencias docentes en STEM, cuyos detalles se darán en el capítulo siguiente.

1.6 Problema de investigación

Como se ha visto a lo largo de la evolución y adaptación del currículo nacional, se evidencia una gran brecha en la continuidad de los contenidos de electromagnetismo y una falta de desarrollo de actitudes y habilidades científicas, además de una variedad de errores conceptuales, que se respaldan con estudios hechos por diversos autores, dejando como consecuencia la incompletitud de modelos físicos y una visión de las ciencias de un contenido solo por aprender con una limitada aplicación útil para el entorno y la sociedad en la que vive el estudiante.

1.6.1 Pregunta de investigación

¿Cómo enriquecemos lo propuesto por el MINEDUC sobre electromagnetismo para favorecer la alfabetización científica y el desarrollo de habilidades y actitudes de investigación en los estudiantes de educación media?

1.6.2 Objetivo General

El presente seminario de grado tiene por objetivo general desarrollar una propuesta didáctica sobre los contenidos y aplicaciones de Electromagnetismo utilizando un enfoque STEM para estudiantes de Enseñanza media, de manera que los estudiantes vinculen modelos físicos con dispositivos eléctricos de uso cotidiano y así desarrollen habilidades y actitudes para la investigación científica.

1.6.3 Objetivos específicos

- Diseñar cuatro actividades sobre los contenidos de Electricidad y Magnetismo basadas en la modelización, aprendizaje basado en proyecto y utilización de Tics.
- Elaborar los montajes experimentales acordes a los tópicos escogidos dentro de la unidad de electricidad y el magnetismo.
- Proponer una secuencia didáctica para enseñanza media y validarla por medio de expertos.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 Habilidades del siglo XXI

La sociedad está en constante cambio, y junto con esto, las necesidades educativas también evolucionan. Pasar de un sistema educativo basado en la transmisión conocimientos y aptitudes, a una educación basada en el desarrollo de habilidades, ha sido causa principal del avance de la tecnología y las redes de comunicación. Hoy en día, la misma vida en sociedad exige un perfil de persona que sea capaz de sobrellevar los desafíos actuales. A la luz de esto, el currículum nacional cambia de foco, y se orienta hacia el desarrollo de habilidades del siglo XXI.

Ante este surgimiento del concepto de habilidades del siglo XXI, Patrick Griffin y Esther Care señalan en su investigación *Assessment & Teaching 21st Century Skills* (2014), que las habilidades para el siglo XXI será cualquier habilidad que sea indispensable para poder desenvolvernors en este siglo, además de que se pueden organizar en maneras de pensar, de trabajar, de vivir el mundo y herramientas para trabajar.

Han sido descritas muchas habilidades que se consideran necesarias para el siglo XXI, de las cuales, se considerarán solamente ocho debido a que son las más relevantes a desarrollar por el currículo nacional. Estas ocho habilidades (Portal educarchile, 2016) se describen como:

- Pensamiento Crítico: Proceso mediante la información es seleccionada, analizada, entendida y aplicada para emitir algún juicio.
- Colaboración: Es el desarrollo de un trabajo de manera colectiva y voluntaria con un objetivo común.
- Creatividad: Que permitirá pensar y resolver trabajos de manera más novedosa, adaptar ideas anteriores a los nuevos contextos y aplicar soluciones más originales.
- Comunicación: Permite articular ideas de maneras efectivas y poder transmitir las sin distorsión alguna.
- Metacognición: Control que tiene la persona de sus destrezas y procesos cognitivos y la habilidad para darse cuenta de estos. Se trata de un proceso mental por el que tomamos conciencia de lo que vamos aprendiendo, y, por tanto, nos permite aprender a aprender.
- Formación Ciudadana: Permitirá a los niños y jóvenes ser personas integrales, con autonomía, pensamiento crítico, principios éticos, e interesadas en lo público, en cualquier lugar del mundo.
- Alfabetización en informática: El entendimiento de los modos en los que se crea y manipula la información, en las habilidades que permiten administrarla y en actitudes, hábitos y conductas que permiten apreciar el papel que juega la Alfabetización en Información en el aprendizaje.

- Fortalecimiento de Actitudes: La responsabilidad personal y social, es una habilidad que les permite a los estudiantes conocer y adoptar los códigos de conducta aceptados para vivir de forma armónica en sociedad y comunicarse constructivamente.

Estas habilidades ya descritas podemos encontrarlas mencionadas en el capítulo anterior en las habilidades para la investigación científica para octavo básico y para tercer y cuarto medio, que tienen una descripción y finalidad similar. Esto es debido a que el currículum nacional está enfocado en que los estudiantes desarrollen estas habilidades, por lo cual, en vez de hacer una separación de habilidades en cada nivel podemos referirnos como habilidades para el siglo XXI.

2.2 Prácticas científicas

El aprendizaje y la enseñanza de las ciencias en el aula es una práctica social, esto quiere decir que se realiza en con los miembros participantes de una misma comunidad, esto se puede respaldar debido a que las ciencias también han sido una práctica social, por lo tanto, es lógico que la enseñanza y aprendizaje de las ciencias se realice en conjunto.

Para comprender esta manera de hacer clases, Víctor López, Digna Couso y Cristina Simarro (2018) resumen las ideas centrales del currículo de los Estados Unidos de América “National Research Council” en donde se precisan ocho prácticas científicas que se deben promover en el aula para así conseguir, no solamente el desarrollo conceptual del aprendizaje, sino que también desarrollar habilidades propias de la actividad científica, “pensar, hacer y hablar”. Estas prácticas son:

1. Plantearse preguntas sobre fenómenos naturales relevantes para la ciencia.
2. Desarrollar y usar modelos científicos.
3. Planificar y llevar a cabo investigaciones.
4. Analizar e interpretar datos experimentales.
5. Usar pensamiento computacional y matemático.
6. Construir explicaciones y diseñar soluciones.
7. Argumentar científicamente en base a pruebas.
8. Comunicar a la comunidad los resultados de la actividad científica.

En las publicaciones de Osborne (2014) se proponen tres estrategias para poder lograr estos objetivos: la modelización como un proceso en el que puedan desarrollar y refinar explicaciones científicas, abarcando las primeras dos practicas científicas, la indagación para poder hacer experimentos relacionados a los tópicos de la ciencia, en la cual se refuerzan las prácticas 3, 4, 5 y 6, y la argumentación que servirá para poder comunicar en base a sus pensamientos desarrollados por la experimentación y así pueden generar discusión y darle validez, terminando con el desarrollo de las prácticas científicas 7 y 8.

2.3 STEM

El enfoque STEM ha sido analizado y expuesto bajo diferentes posturas que de alguna manera dan un enfoque y una concepción variada, sin embargo, divergen en la relación entre las 4 dimensiones a las que representa: Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas.

Inicialmente el termino STEM se relacionaba a un enfoque investigativo y de creación de proyectos, asimilándose al trabajo de un ingeniero en la vida real, pero, actualmente, este término es adoptado casi al 100% por el ámbito educativo, utilizando el enfoque para referirse al conjunto de conocimientos, competencias y practicas relacionadas con este ámbito y que deben desarrollarse durante la escolaridad (Vázquez García, 2019), lo que se denomina alfabetización STEM. A efecto de esto, es que la educación STEM no solo pretende capacitar a la población para imbuirse en carreras profesionales relacionadas con estas disciplinas, sino que también desarrollar competencias para los futuros ciudadanos del presente siglo, siendo capaces de ser partícipes activos de situaciones y desafíos relacionados con la Ciencia y la tecnología, que en los últimos años han ido en progresivo aumento. Dichas competencias en un marco STEM están relacionadas con la capacidad de identificar, aplicar y/o reflexionar sobre las formas de hacer, pensar y hablar de la ciencia y la matemáticas e ingeniería de un modo relativamente integrado para construir soluciones a dichos desafíos, aprovechando las tecnologías en el contexto.

A pesar de que esta integración pueda entenderse de manera intuitiva, existen diversas formas de aplicar y comprender la educación STEM. En realidad, la educación *S-T-E-M* es la forma de enseñanza más desarrollada tradicionalmente y en ésta, cada disciplina tiene nula o poca interacción con las demás. Sin embargo, analizando el nivel de integración de STEM integrada, se puede reflejar como: un enfoque multidisciplinar, que refiere a una colección de las disciplinas; interdisciplinar, como una intersección de algunas disciplinas, teniendo en algunos momentos más énfasis en unas más que en otras; o transdisciplinar, representando a STEM mismo como una nueva disciplina (Couso, 2017). Aun sin considerar el nivel de integración, las practicas científicas representan un marco que sustenta el desarrollo de las competencias en STEM, en este sentido, utilizar el STEM en el aula con base a estas prácticas enfoca el aprendizaje a la actividad científica más que al mismo saber científico, es decir, *pensar, decir y hacer* como se *piensa, dice y hace* en la ciencia.

Teniendo en cuenta que este enfoque es relativamente nuevo en educación, aún se realizan investigaciones que estiman su impacto educativo, pero su calidad dependerá por un lado de cómo y cuánto se integren las disciplinas, y, por otro lado, de cómo se aplique, dependiendo exclusivamente del conocimiento del docente y la comunidad educativa respecto al mismo enfoque STEM y de las nuevas metodologías que promueven la alfabetización STEM.

En torno a las metodologías adecuadas para el aula STEM, se encuentran todas aquellas que promueven el desarrollo de habilidades y actitudes para el siglo XXI y desarrollen conocimientos en torno a las prácticas científicas, como lo son: el aprendizaje basado en investigación/problemas/proyectos; y metodologías basadas con el trabajo cooperativo, como lo son la indagación (IBSE) y la modelización (MBI). Todas estas metodologías, que están centradas en el estudiantado, incentivan el trabajo colaborativo, promueven la interacción social y presentan situaciones contextualizadas.

2.3.1 Roles esperados en el aula STEM

Educación en STEM precisa de llevar a cabo ciertos comportamientos y actitudes que permitan lograr el aprendizaje esperado. Para lograr esto, tanto el docente como el estudiante STEM tienen características esenciales que destacan respecto a otros enfoques pedagógicos. Según Tomás Zamorano, Yonnhatan García y David Reyes en su investigación “Educación para el sujeto del siglo XXI” (2018), un estudiante y un docente mantienen un rol más horizontal que una clase tradicional y que en una actividad de laboratorio. A continuación, a modo resumen, se presentan las principales características que sugieren los autores acerca del rol de los actores en un aula STEM:

Roles en el aula	
Estudiante	Profesor
De acuerdo con el rol que tienen los estudiantes, los distintos artículos destacan que es un agente activo, crítico, reflexivo y protagónico en su aprendizaje, trabajando individual o colaborativamente con sus pares y otros miembros de la comunidad educativa. Investigando y diseñando creativamente un objeto en respuesta a un problema específico. Se ha reportado que desarrolla una actitud perseverante y sistemática, positiva, alentadora, de respeto y aceptación hacia los demás miembros de la comunidad educativa	El docente es un agente que participa en el proceso de aprendizaje del estudiante, tomando el rol de guía u orientador. Debe ser capaz de articular preguntas y retroalimentaciones que favorezcan al avance de la construcción del aprendizaje, por lo que debe tener un dominio total de los tópicos que se planean enseñar, como también un dominio de habilidades propias del quehacer docente, manteniéndose informado y actualizado de los avances tecnológicos y científicos.

Tabla 6 Roles de los actores en el aula, Fuente: Elaboración propia a partir de investigación Educación para el sujeto del siglo XXI: principales características del enfoque STEAM desde la mirada educacional, de Zamorano y otros (2018)

En detalle, el docente debe tener vínculos comunicativos con otras entidades de la comunidad educativa, para poder lograr la interdisciplinariedad que engloba STEM.

En torno a una investigación realizada por Zamorano y otros (2018) relativa a la educación para el siglo XXI utilizando STEAM, y en su aplicación directa al aula, se ha logrado determinar un estándar de los requerimientos que debe tener una propuesta didáctica para que sea efectiva en cuanto a aprendizajes logrados.

1. Se articula en torno a un tema central vinculado con el mundo real y situado al contexto del estudiantado.
2. Se orienta a la resolución de una problemática, que se orienta hacia el diseño de montajes o creación de modelos por parte de los estudiantes.
3. El desarrollo de habilidades para el siglo XXI es prioridad por sobre el contenido.
4. Las disciplinas que involucra el STEM (ciencia, tecnología, ingeniería, matemáticas) se presentan integradas de manera interdisciplinar y en conexión con el tópico central o problema.
5. El estudiante es protagonista de la mayor parte del programa, mientras que el docente actúa como guía u orientador.
6. Los estudiantes trabajan colaborativamente la mayor parte del tiempo.
7. Se procura que el programa sea motivante para el estudiante y que aumente su confianza e interés hacia áreas STEM.
8. De manera general, es posible identificar tres etapas en la totalidad del programa: contextualización, diseño creativo y toque emocional.
9. Las actividades se basan predominantemente en la metodología de educación a través del diseño y en una o más de sus respectivas etapas.
10. Se suele incorporar el uso de tecnología y la creación artística como herramientas.
11. La propuesta finaliza con la presentación y evaluación de un modelo o prototipo diseñado o creado por los estudiantes.
12. Se evalúa tanto el proceso como el producto (modelo), considerándose el primero más importante.

2.3.2 Proceso de enseñanza-aprendizaje STEM

El aprendizaje, según Seymour Papert e Idit Harel, (1991) debe ser netamente bajo la mirada constructorista, es decir, que el estudiante construya y reconstruya el conocimiento gracias a su intervención con el entorno cultural, social y físico en el que está inmerso, siendo un proceso continuo que lleve al diseño de propuestas, modelos u objetos que solucionen problemáticas del contexto temporal. Este aprendizaje se ve potenciado por el sentido de asombro, la creatividad y curiosidad, que tanto aportan en el desarrollo cognitivo, como en el desarrollo afectivo del estudiante. Por otra parte, la enseñanza está basada en el constructorismo y desarrollada bajo

la luz de las 5 E's (engagement, exploration, explanation, expansion and evaluation). En general se presenta una problemática del mundo actual que debe ser resuelta por los estudiantes. La problemática debe estar entremezclada con las diferentes áreas del STEM, y, por ende, debe procurar el desarrollo de las habilidades del siglo XXI para ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas desarrollando la creatividad, el pensamiento crítico, la comunicación, entre otros.

2.3.3 Competencias docentes en STEM

Los nuevas exigencias educacionales han presentado desafíos tanto al estudiantado como a la comunidad escolar, y es en esta última que recae una gran responsabilidad en cuanto a la aplicación correcta del enfoque STEM en el aula. Si bien los nuevos programas escolares se han visto enriquecidos con esta manera de ver la educación, el desarrollo profesional de la carrera docente ha evolucionado lento, significando en que los docentes en general no cumplan con las competencias necesarias para aplicar nuevas metodologías o enfoques pedagógicos. Dichas competencias son agrupadas por Mario Barajas en su investigación acerca de la formación del profesorado STEM (2019) en 3 dimensiones: De conocimiento y comprensión; Respecto a habilidades; y respecto a actitudes. A continuación, son explicitadas en la tabla:

Conocimientos	Habilidades	Actitudes
Conocimiento de la materia	Planificación, gestión y coordinación de la docencia	Conciencia epistemológica
Conocimiento del contenido pedagógico	Uso de materiales docentes y tecnologías	Habilidades para enseñar el contenido concreto
Conocimiento Pedagógico	Gestión de estudiantes y grupos	Habilidades de transferencia
Conocimiento del currículo	Seguimiento de la adaptación y evaluación de los objetivos y procesos de enseñanza y aprendizaje	Disposición de cambio, flexibilidad, mejora del aprendizaje profesional continua, incluyendo estudio e investigación
Fundamentos de ciencia educativa	Recoger, analizar, interpretar evidencias y datos para toma de decisiones profesional	Compromiso para promover el aprendizaje de todos los estudiantes
Aspectos contextuales, institucionales, organizativos de las políticas educativas	Uso, desarrollo y creación de conocimiento de investigación para prácticas actualizadas	Disposición a promover actitudes y prácticas democráticas de los estudiantes como ciudadanos europeos

Temas de inclusión y diversidad	Colaboración con colegas, padres y madres y servicios sociales	Actitudes críticas hacia la propia enseñanza
Uso efectivo de tecnologías en aprendizajes	Habilidades reflexivas, metacognitivas, interpersonales para el aprendizaje individual y en comunidades profesionales	Disposición para trabajar en equipo, colaboración y networking
Psicología del desarrollo	Adaptación a contextos educativos	
Procesos y dinámicas grupales, teorías de aprendizaje, cuestiones motivacionales		
Evaluación y valoración		

Tabla 7 Competencias STEM para la formación docente, Fuente: Adaptado de "Apoyando la formación del profesorado STEM para el desarrollo de competencias" (Barajas, 2019)).

Respecto a estas competencias y a la investigación, se extraen evidencias que determinan los criterios y factores críticos a trabajar en la formación del docente, para enfrentar el desafío de STEM en la educación para el desarrollo de competencias:

- Los docentes carecen de formación sobre metodologías relacionadas con STEM y ejemplos de buenas prácticas.
- Necesidad de la aplicación de métodos de enseñanza y aprendizaje activos en el aula.
- La educación inclusiva es aún un reto para el profesorado, requiriéndose la integración de esta área en la formación
- Trabajar con padres y otros actores interesados de la comunidad científica
- Una necesidad de desarrollo de las comunidades de práctica entre los docentes de STEM.
- Respecto a la metodología de formación, todos los participantes comparten su creencia de que la formación de los docentes debe basarse en los mismos métodos innovadores de aprendizaje que se espera que los docentes apliquen en el aula
- Adoptar el trabajo por proyectos como metodología de evaluación

Englobando todas estas ideas, una implementación efectiva de STEM no solo depende del diseño de la propuesta ni del nivel de integración STEM, si no a un conjunto de factores críticos que son dependientes de toda la comunidad científica.

CAPITULO III: PROPUESTA DIDÁCTICA

En este capítulo se desarrollará nuestra propuesta didáctica para el aprendizaje de los contenidos de electromagnetismo. Ésta consiste en el diseño y fabricación de cuatro montajes en el área del electromagnetismo, los cuales se pueden implementar en cuatro clases de Ciencias tanto para octavo básico como para tercero/cuarto año medio. Los montajes se implementarán bajo la indagación acompañados por guías para los estudiantes y guías al docente. Posteriormente se validarán por expertos que darán luces de su mejoramiento.

3.1 Marco referencia metodológico

Esta propuesta didáctica busca promover el desarrollo de competencias STEM en conjunto con habilidades y actitudes del siglo XXI. Es por dicha razón que es esencial que las metodologías utilizadas tengan objetivos y formas de ejecutarse afines a lo que pretende la alfabetización STEM. Concretamente, esta propuesta didáctica está basada en la construcción de modelos físicos (modelización) y Aprendizaje basado en proyectos, a la luz del uso de recursos tecnológicos innovadores. La elección de las metodologías está sustentada en los tres pilares de las practicas científicas (Osborne, 2014): Modelizar, Indagar y Argumentar. Respecto a esto, el quehacer científico real representa una interrelación entre dichos pilares, por lo que basarnos en una metodología indagatoria solo contemplaría un tercio de los objetivos competenciales. Sin embargo, metodologías como MBI (Model-Based Inquiry) o ADI (Argument-Driven Inquiry) enfatizan esta interrelación mencionada y explotan el carácter, no solo indagativo, sino también creativo, generativo y discursivo (Cosuo, 2014).

3.1.1 Modelización

La enseñanza de las ciencias basada en modelos o Indagación basada en modelos (MBI) está orientada a disminuir de cierta manera el énfasis educativo que se le ha dado a la transmisión de conocimientos. En relación con lo anterior, autores como Hodson (1992) o Rosario Justi (2006), han venido desarrollando ideas de enseñanza que estén estrechamente relacionadas con la experiencia, sustentada en la creación de un modelo científico. Puesto que un modelo puede hacer referencia a la representación concreta de alguna cosa, este concepto viene aplicándose desde la infancia, donde a medida que transcurren los años, el modelo puede representar cosas cada vez más abstractas. En este sentido, y hoy en día, el punto de vista más aceptado en torno al concepto de modelo es que es una representación de una idea, objeto, acontecimiento, proceso o sistema, creado con un objetivo específico, como indica en su investigación Carolyn, Elmer y Gilbert (2000), entendiéndose el concepto de representación no solamente como una muestra visual de una entidad modelada, sino más bien como una representación parcial que traduce la naturaleza de la entidad.

Este concepto tan amplio, tiene una fuerte relación con la enseñanza y con el aprendizaje, donde este último, puede tener lugar en 2 momentos en el proceso de modelización: En primera instancia, cuando se construye el modelo, y luego al utilizarlo. En el proceso de construcción del modelo en ciencias, el estudiante crea una estructura y una forma científica de pensar, mientras que, al utilizarlo, se aprende y desarrollan habilidades en torno a la situación representada por el mismo según señala Morgan y Morrison (1999).

Existen modelos para el proceso de construcción de modelos propuestos por diversos autores como Clement o Justi como se citó en Justi (2006), de los cuales esta última rescata las ideas de Clement e incluye las relaciones entre las etapas de construcción. Para utilizar esta idea en el aula, es importante considerar que todo modelo se construye con un objetivo específico, que puede ser definido tanto por el que construye el modelo como el que espera los resultados del proceso. Una vez definido este objetivo, es primordial buscar las conexiones que existen entre la situación a modelar con observaciones empíricas o información cotidiana que ya posean los "modeladores". En esta parte, el individuo se inmersa en el contexto temporal y geográfico, atendiendo a lo que conoce de su entorno y de lo que se quiere representar. En simultaneidad con lo anterior se hace una selección de los aspectos útiles de la realidad que se utilizan para modelar, que pueden tener origen en analogías de la situación, o modelos matemáticos ya conocidos. A partir de esto entonces es que se puede establecer, en conjunto con la creatividad e imaginación del estudiante, un modelo mental que daría por iniciado el proceso de modelización. La representación realizada por el estudiante debe ser guiada por el docente según los objetivos de aprendizaje a trabajar. A efecto de esto, el docente realiza actividades y preguntas bien planteadas en pos de ese objetivo.

Luego de tener el modelo desarrollado, se comprueba mediante la experimentación, que puede tener lugar en montajes experimentales o de manera mental (depende del tema y los recursos disponibles). Si el modelo no es suficiente para llegar al objetivo, el docente debe guiar hacia la modificación efectiva de la estructura de su modelo. En el caso de que el modelo falle completamente, se deben ir más pasos hacia atrás y reconsiderar los elementos de la construcción del modelo, pero esta vez con el aprendizaje adquirido en su construcción.

Si el modelo en cuestión cumple los objetivos, es importante la sociabilización, contemplando tanto los resultados como las limitaciones. Respecto a la conclusión del proceso, un aspecto que se considera esencial para complementar y finalizar la modelización es desarrollar la capacidad del estudiante para aplicar su modelo a otros aspectos, ya sea generando nuevas representaciones o montajes, como también utilizando el modelo para representar otras situaciones afines.

Si bien el proceso de construcción de modelo físico se puede entender como lineal, este no lo es, debido a que constantemente se hace una reestructuración de este en función de los resultados

obtenidos. Además, dependiendo del modelo físico que se quiera construir, se podrán omitir y/o repetir algunas de las etapas descritas.

En concordancia con esta propuesta didáctica, la estructura metodológica de las sesiones basada en modelización está diseñada en base a la clasificación de etapas sugeridas por Soto, Ferrer, Couso y López en torno al proceso completo de modelización de la energía y trabajo (2016):

Partes del proceso de modelización.	Nombre en propuesta didáctica
Definición de objetivos para modelizar	Sentir la necesidad de un modelo.
Conexión de la situación o fenómeno con la cotidianidad y datos empíricos.	
Realización de modelo mental	
Construcción del modelo	Expresar el modelo y utilizarlo.
Prueba del modelo mediante experimentación	Evaluar el modelo.
Socialización de los resultados	Revisar el modelo.
	Consensuar el modelo.
Aplicación del modelo a otras situaciones y construcción de nuevos modelos o posibilidades de montajes diferentes	Utilizar el modelo para otros contextos.

Tabla 8 Nombre de partes de la modelización. Fuente: Elaboración propia.

A pesar de que explícitamente solo aparecen la socialización de los resultados luego de probar el modelo, es esencial que, si el proceso de modelización se hace de manera grupal, la socialización sea constante en casi todos los pasos, para así desarrollar el trabajo colaborativo y mejorar el uso del lenguaje científico. Nótese también que se dividió la parte de socialización en dos momentos. Esto debido a que consideramos pertinente que una parte sea dedicada a socializar en contexto con lo que el docente considere pertinente agregar a sus modelos, y en otra se haga consenso grupal.

Como se dijo en párrafos anteriores, consideramos viable que, para terminar el proceso de modelización, se intente aplicar los modelos a otros contextos, ya sea con la resolución de algún problema que sea acorde a los conceptos trabajados, o con la creación de un proyecto que englobe conceptos e ideas del modelo, lo cual se describe en detalle en el siguiente subcapítulo.

3.1.2 Aprendizaje basado en Proyectos

El ABP consta como una propuesta de enseñanza que se organiza en torno a un problema o necesidad que se puede resolver aplicando diferentes perspectivas y áreas del conocimiento. Para encontrar la solución, los estudiantes movilizarán conocimientos, habilidades y actitudes durante todo el proceso hasta llegar a una solución que se expresa en un producto. Los proyectos

surgen desde las propias inquietudes e intereses de los estudiantes, potenciando así su motivación por aprender y su compromiso frente al propio aprendizaje (MINEDUC, 2019)

Además, los estudiantes de dar solución los diferentes desafíos, el ABP promoverá a los estudiantes abordar esta(s) pregunta(s) compleja(s) o necesidad(es) desde diferentes perspectivas fomentando la interdisciplinariedad, objetivo fundamental de acuerdo con las nuevas bases de Ciencias para la Ciudadanía que además está enfocado en STEM, donde también podrán promover las distintas habilidades y actitudes del siglo XXI.

Por otra parte, ABP consta con ciertos elementos o partes que hay que tener en cuenta para la ejecución de esta metodología de aprendizaje. Los elementos descritos en la tabla a continuación se encuentran con mayor detalle en el documento de “Metodología de aprendizaje basada en proyectos” (MINEDUC, 2019)

<i>Elemento de una metodología de ABP</i>	<i>Descripción</i>
<i>Pregunta o problema central</i>	Los problemas están vinculados con situaciones reales y relacionadas con el estudiante motivándolo a buscar soluciones responsables a dicho problema
<i>Indagación sostenida</i>	Proceso de búsqueda de información en que los estudiantes realizan nuevas preguntas y profundizan los conocimientos
<i>Autenticidad</i>	Elaboran proyectos que además de dar una solución a la problemática, además genera un impacto real en el resto del entorno (comunidad escolar o cotidianidad del estudiante) pudiendo ayudar al resto.
<i>Voz y elección del estudiante</i>	Los estudiantes podrán participar activamente en la tomar decisiones expresando sus distintas ideas y puntos de vistas durante en el trabajo en equipo fortaleciendo el compromiso y motivación con el aprendizaje.
<i>Metacognición</i>	En el proceso en el que se desarrolla el proyecto, tanto estudiantes como profesores reflexionan sobre el qué, el cómo y por qué están aprendiendo. Estas reflexiones pueden ser formales (evaluativas) o informales (diálogos)

<i>Crítica y revisión</i>	Los estudiantes emiten comentarios constructivos acerca de su proyecto y el de sus compañeros permitiendo mejorar los distintos proyectos.
<i>Producto público</i>	Al terminar el proyecto, los estudiantes podrán compartirlo públicamente, no quedando solamente entre un aprendizaje entre profesor y estudiante, sino que al resto de los integrantes de la sociedad escolar creando una “comunidad de aprendizaje”

Tabla 9 Resumen de elementos de ABP, elaboración propia basada en documento “Metodología de aprendizaje basada en proyectos” (MINEDUC, 2019)

Por otra parte, el ABP, al igual que otras metodologías, tienen ciertas limitaciones o consideraciones que hay que tener en cuenta antes de aplicar o diseñar una clase con estos elementos, como lo es el número de horas a la semana, la incorporación los proyectos en la planificación anual de la asignatura, si hay dos o más asignaturas involucradas, etc.

El uso de ABP es sugerido como una metodología efectiva al momento de desarrollar las competencias que busca el enfoque STEM (Couso, 2017) debido a su capacidad interdisciplinaria y de trabajo cooperativo.

3.1.3 Ciudadanía Digital y TICS en el aula.

El desarrollo de la tecnología digital en los últimos 20 años ha sido fundamental para motivar una reestructuración de las estrategias didácticas en el aula. Los jóvenes nacen y crecen con tecnología digital, siendo capaces de manipularla tal fuese un libro o un juego simple. La tecnología no solo ha acercado la información a las personas si no que ha propiciado el desarrollo de relaciones sociales a distancia y de manera inmediata. A raíz de esto es que MINEDUC propone el concepto de ciudadanía digital, que hace alusión al conjunto de conocimientos, habilidades y actitudes fundamentales para que los ciudadanos se desenvuelven en una sociedad democrática a través del uso de los TICs (Tecnologías de Información y Comunicación) (MINEDUC, 2019). Este conjunto de habilidades adquiere la importancia cuando se enlaza con un uso responsable, seguro, ético, libre y participativo, propiciando la comprensión del impacto de estas en su vida y del entorno. Todo lo anterior descrito resume el potencial del uso de TICs en el aula y la responsabilidad que recae en los educadores para lograr ciudadanos conectados con el mundo tecnológico que en la sociedad del siglo XXI es protagonista.

El uso de las tecnologías en la educación ha propiciado a cambios en los programas educativos de todo el mundo, surgiendo propuestas de nuevas asignaturas. Un ejemplo claro es Chile, que a partir del Marco curricular en los años 90 se ha incluido el uso de computadores con aplicaciones y juegos para las etapas iniciales de la educación. Hoy en día, la cantidad de nuevos

usos de la tecnología digital ha aumentado radicalmente, surgiendo 2 propuestas en especial que son interesantes para enseñar ciencias; Los manipulativos virtuales, y la realidad aumentada.

Manipulativos Virtuales

El manipulativo virtual (MV) es una herramienta basada en Web que tiene sus orígenes en los años 90' como representaciones manipulables de modelos matemáticos y visuales. En este sentido, la definición que más representa la naturaleza de los MV es la expresada por Moyer, Bolyard y Spikell en 2002, quienes las definen como “una representación visual de un objeto, basado en la Web, que presenta oportunidades para la construcción del aprendizaje matemático”. Sin embargo, la aplicación hoy en día va más allá del aprendizaje de la matemática, sino más bien, se utiliza en contexto educacional para muchas asignaturas, generalmente científicas.

El fuerte de los MV utilizados en Física, recae en que tiene el potencial de reafirmar conocimientos que para los estudiantes pueden ser un poco más abstractos de lo normal, como, por ejemplo, el modelo de energía, o el electromagnetismo.

En simples palabras, un manipulativo virtual es una programación digital que permite manipular variables para representar modelos de diferentes conocimientos. Lo interesante es que son aplicaciones lejanas de un lenguaje de programación, acercándose más a la apariencia de un juego.

Algunos ejemplos de páginas web más utilizadas en la enseñanza de ciencia y matemáticas son los siguientes:

- GeoGebra: Especializado generalmente en representar modelos matemáticos
- Biblioteca Nacional de MV, UTAH University: Especializado en la representación de modelos matemáticos básicos.
- PhET Colorado: Especializado en el conocimiento de las 3 grandes áreas de la ciencia (Física, Biología y Química), desarrollando manipulativos intuitivos y similares a juegos.
- Nebraska Lincoln: Especializado en simulaciones de astronomía.

Realidad Aumentada

Esta aplicación de tecnología digital está estrechamente relacionada, y muchas veces confundida, con la realidad Virtual, que es una tecnología mucho más viral y utilizada en los últimos años. Estas dos tecnologías se basan en la representación de modelos 2D y 3D en el campo visual de una persona, sin embargo, la principal diferencia es que, en Realidad Virtual, el entorno de la persona es reemplazado por completo, trasladándola a otro ambiente. Por otro lado, la realidad aumentada (RA) mantiene el entorno y campo visual del estudiante, pero aportando con modelos 2d o 3d en frente, permitiendo la superposición de información virtual.

En el aula es primordial lograr mantener al estudiante focalizado en las actividades, pero, además, conectado con su entorno, por lo que la RA es una herramienta versátil en este sentido, ya que, como se citó en Cózar y otros (2015), posee una facilidad en captar la atención de los estudiantes al crear entornos de aprendizajes virtuales e interactivos reforzando el aprendizaje y aumentando la motivación por aprender.

La manera de utilizar esta tecnología requiere de solo 2 implementos. Un Smartphone y un código (QR u otro tipo de codificación matricial). Existen diferentes aplicaciones que permiten leer estos códigos, y que, al momento de apuntarlos con la cámara, de inmediato se superponen modelos 2D o 3D sobre donde este el código, obteniéndose resultados como el siguiente:

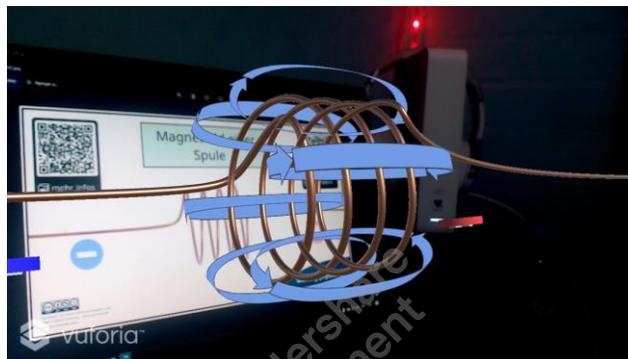


Figura 3 Ejemplo de Realidad Aumentada en torno a la observación de líneas de campo en un cable que porta corriente eléctrica, Fuente: Captura propia.

En el ámbito científico, este tipo de tecnología presta una ayuda muy importante al momento de enseñar conceptos que requieren modelos que son complejos o abstractos, como la idea de campo eléctrico y magnético.

3.1.4 Modelado 3D

El modelado 3D es un proceso, diferente a la modelización explicada en capítulos anteriores, en el cual se hace una representación matemática, ya sea inanimado o no, a través de un software especializado. El resultado de este modelado se le conoce como modelo 3D, el cual puede ser visualizado por una simulación por computadora que representará el modelo físico con sus características. Hay distintos software y hardware que se dedican al modelado 3D y que con ayuda de diversas tecnologías podemos materializarlos para darle un uso tangible de acuerdo con la necesidad por la cual se diseñó como lo es la impresión 3D y el corte láser.

La impresión en 3D corresponde a un a proceso de crear un objeto real colocando una superposición de capas de un material sobre una superficie que fue previamente diseñado de forma digital. Para el desarrollo de este proceso de impresión en 3D se debe constar con software, hardware y los materiales para la impresión 3D.

Existen 3 maneras de obtener un modelo 3D:

1. Diseñar: Para esto, existen diversos softwares de diseño 3D (CAD) tal como Inventor, SolidWorks, Fusion 360, entre otros para generar un modelo 3D. Es importante que el programa tenga la opción de guardar el modelo 3D en formato STL para que este luego se pueda convertir en código máquina y manufacturar.
2. Escanear 3D: Otro método para crear modelos 3D es partir desde un modelo físico, digitalizándolo mediante un scanner 3D y guardando su geometría en un formato STL. Existe programas que permite la modificación del modelo escaneado, tales como, Meshmixer y Rhinoceros 3D.
3. Descargar un modelo 3D: También es posible descargar modelos prediseñados desde páginas de internet que permiten a usuarios subir sus modelos 3D que ellos mismos diseñan.

Algunos de los softwares para el modelado y diseño 3D que se utilizan comúnmente para principiantes podemos encontrar a 3D Slash, Clara.io, Moment of Inspiration (Moi), SelfCAD, SketchUp, TinkerCAD, entre otros. La mayoría de estos softwares presentan un periodo de prueba gratuito, pero después se deberá pagar un valor mensual. Para el caso de los softwares para la impresión usados para principiantes con mayor frecuencia está Cura, MaterControl 2.0, 3DPrinterOS, AstroPrint, entre otros. Estos últimos softwares de impresión los podemos encontrar de manera gratuita que generalmente están sugeridas por las distintas impresoras 3D.

Existe una variedad de tecnologías para la impresión 3D, cuya diferencia recae en las distintas formas en que las capas son utilizadas para la creación de piezas. Existen métodos en el que funden o ablandan algunos materiales para producir capas u otros en el cual solidifican líquidos con apoyos de distintos instrumentos.

Cada método presenta sus ventajas y desventajas como por ejemplo la velocidad, el coste del prototipo impreso, el coste de la impresora 3D, elección y coste de materiales, así como capacidad para elegir el color. Algunos métodos de impresión son:

- Impresión por inyección: la impresora crea un modelo de capa en capa expandiendo la capa hasta completar el diseño.
- Modelado por deposición fundida: utiliza una tobera para depositar materia previamente fundido sobre un soporte capa por capa.
- Estereolitografía: utiliza resinas líquidas que son solidificada una vez son expuestas a la luz emitida por un láser ultravioleta.

Para la elección de materiales en la impresión 3D no se puede utilizar cualquier tipo de recurso, pero a pesar de esto, existe una gran variedad para escoger como por ejemplo el color, la flexibilidad, opacidad, resistencia a las altas temperaturas, etc. Dentro de estos materiales, están los más usados que simulan al plástico al cual se les denominan filamentos como el ácido

poliláctico comúnmente conocido como PLA, el acrilonitrilo butadieno estireno (ABS), Nylon, Poliestireno de alto impacto (HIPS), el tereftalato de polietileno (PET), entre otros

En el caso de los hardware utilizados en la impresión, podemos hallar en el mercado la Tronxy X1, Prusa i3 Pro-W de Geeetech, Anet A6, X3 de Tronxy, Ender 2 de Creality, entre otras más.

Por otro lado, el proceso de Corte láser lo define técnicamente Trotec (empresa dedicada a la fabricación de máquinas láser para marcar, cortar y grabar materiales y objetos) como un tipo de proceso de separación térmica. El rayo láser incide en la superficie del material y lo calienta con tanta fuerza que se derrite o se vaporiza por completo. Una vez que el rayo láser ha penetrado completamente en un punto del material, comienza el proceso de corte real. El sistema láser sigue la geometría seleccionada y separa el material en el proceso.

Si bien estas máquinas tienen un origen industrial y para producción masiva, su velocidad de corte y su fácil adaptación a diferentes diseños la hacen rentable de ocupar para bajas producciones. Esto ha dado pie a que sea una herramienta imprescindible en la implementación de laboratorio de fabricación como señala Phylaxis en su Manual de Cortadora Láser (USACH, 2018)

La cortadora láser puede realizar cortes o grabaciones dependiendo de la potencia del láser que se haga incidir sobre el material u objeto y dependerá el tipo de material y espesor se quiera cortar o grabar, ya que si nos excedemos en la potencia del láser para realizar algún tipo de corte el material se quemará y estropeará.

Respecto al proceso de corte, es necesario que exista un modelo 2D del montaje. Hay dos maneras de obtener un modelo 2D:

1. Diseñar: Dibujar el modelo en 2D en un programa como Autocad o Illustrator. También puedes usar un programa de diseño 3D (CAD) tal como Inventor, SolidWorks, Fusion 360, entre otros, y luego guardar como archivo 2D la cara que interesa cortar. Las principales extensiones de archivo que admite el programa vinculado con la cortadora (Laserwork) son .dxf, .tiff, .jpg y .ai.
2. Descargar un modelo 2D: También es posible descargar modelos prediseñados desde páginas de internet que permiten a usuarios subir sus modelos que ellos mismos diseñan.

7.2 Planificación del corte o grabado

Dado lo anterior es que el software que permite programar el corte acepta formatos de dibujo especiales, donde es muy común que el archivo esté en formato DXF (acrónimo del inglés Drawing Exchange Format) que es un formato utilizado para crear diseños de dibujos mediante una computadora, y que inicialmente se usaba para planos de AutoCad.



3.2 Diseño de propuesta didáctica

Esta propuesta didáctica consta de 4 clases para octavo básico, eje de Física, que tendrán sus adaptaciones para CPC en tercero/cuarto medio.

Tanto para 8°Básico como para CPC, se proponen actividades de diferente naturaleza, involucrando experimentación en el aula, utilización de simulaciones mediante realidad aumentada, discusiones mediadas, y generación de nuevos montajes experimentales a través de proyectos, propiciando acercar el quehacer científico y de investigación a los estudiantes.

Idealmente, la estructuración de las 4 clases en la propuesta está definida a partir del grado de dificultad de los conceptos y por la habilidad y actitud que se espera lograr en los estudiantes, sin embargo, la implementación de las clases dependerá del contexto de cada establecimiento, y de las necesidades de aprendizajes establecidos por la unidad técnico-pedagógica o entidades responsables de los contenidos a trabajar.

En resumen, el orden de las clases quedaría como se representa en el siguiente diagrama:

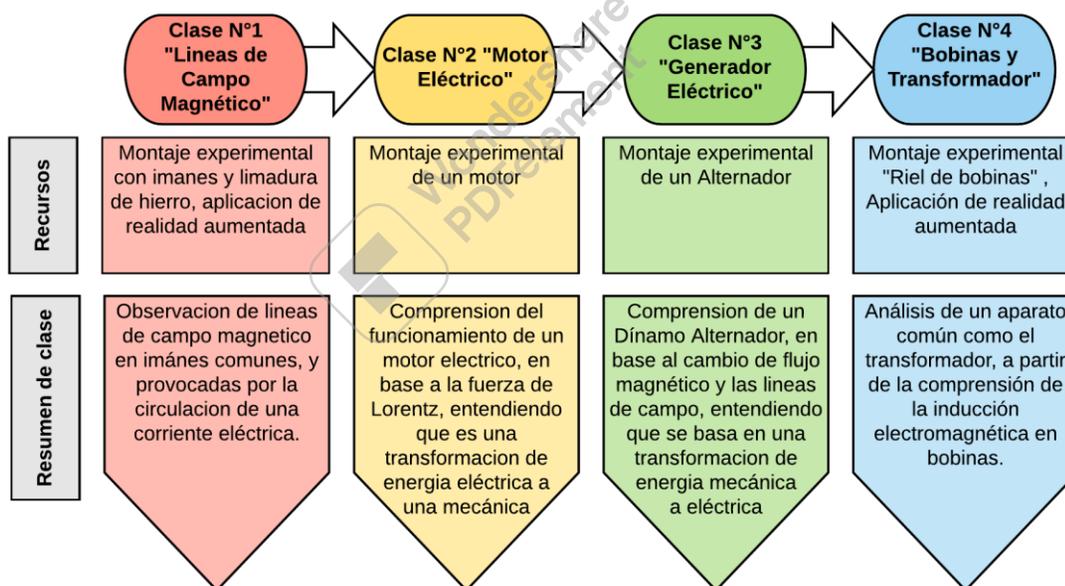


Figura 4 Diagrama resumen de propuesta didáctica, Fuente: Elaboración propia.

Esta secuencia es sugerida, lo que da la libertad de que el docente pueda determinar el orden de acuerdo con su criterio pedagógico, sin embargo, la primera clase es introductoria y sienta las bases conceptuales para desarrollar y comprender el resto de los conceptos tratados en las siguientes clases.

La propuesta toma en cuenta objetivos de aprendizaje que pertenecen a distintos módulos de CPC, pero que están relacionados estrechamente. En este sentido, sería óptimo que el orden de los módulos sea sugerido de la siguiente manera:

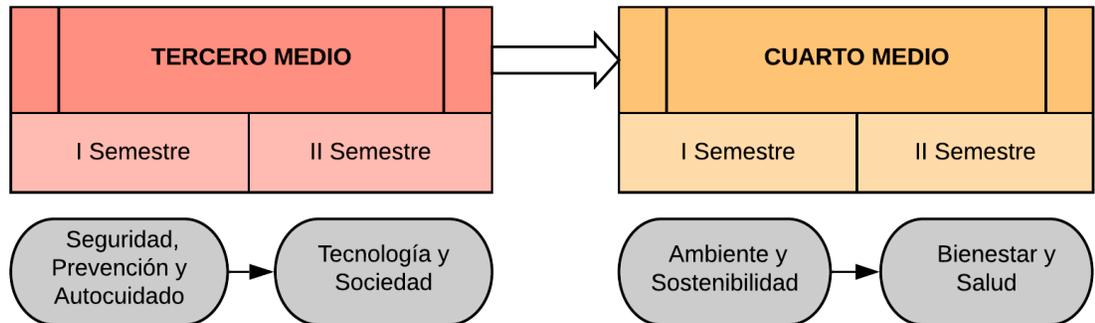


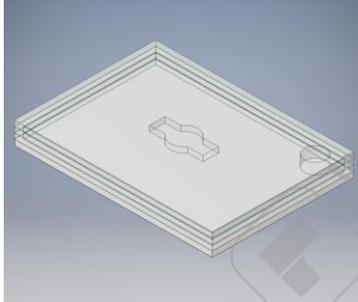
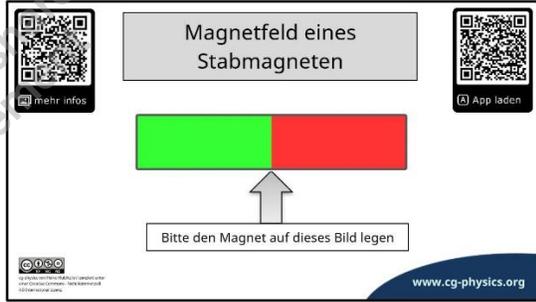
Figura 5 Propuesta de organización de módulos temáticos en CPC, fuente: de elaboración propia.

La justificación de este orden en los módulos apunta hacia la coherencia y relación de los objetivos de aprendizaje entre ellos, y también en que los tres primeros módulos comparten un foco central que es la tecnología y cómo la utilizamos con seguridad, eficiencia y sostenibilidad.

Con el fin de establecer un orden en el detalle de cada clase, la estructura de la propuesta consta de una planificación por cada sesión, seguida de un resumen de la estructura didáctica de las guías asociadas a cada una de las partes. En el siguiente subcapítulo se detallarán los recursos didácticos utilizados, tanto TICS como Montajes 3D.

3.2.1 Primera Sesión

TÍTULO	: Clase N°1: Líneas de Campo Magnético		
NIVEL	: III – IV Medio	DURACIÓN	: 90 min
ASIGNATURA	: Ciencias Para la Ciudadanía		
MÓDULO TEMÁTICO	: Seguridad, prevención y autocuidado		
UNIDAD	: Amenazas y riesgos cerca de nosotros: ¿Estoy actuando responsablemente?		

OBJETIVO DE CLASE	CONTENIDOS	OBJETIVO CURRICULAR
Reconocer y comparar las líneas de campo magnético que se producen en un imán y en el contorno de un conductor eléctrico mediante el uso de montajes experimentales y realidad aumentada.	Imán y sus características Fuerza magnética Líneas de campo	Diseñar, evaluar y mejorar soluciones que permitan reducir las amenazas existentes en el hogar y en el mundo del trabajo (en sistemas eléctricos y de calefacción, y exposición a radiaciones, entre otros) para disminuir posibles riesgos en el bienestar de las personas y el cuidado del ambiente.
		
INICIO		
Actividad 1		
<u>“Sentir la necesidad de un modelo”</u>		
(a) Recordar a los estudiantes mediante distintas situaciones o ejemplos los distintos tipos de fuerzas que puedan identificar.		
<u>“Expresar el modelo y utilizarlo”</u>		
(b) Dibujar en cada situación planteada un diagrama de cuerpo libre (DCL). La finalidad de esta actividad es hacer pensar a los estudiantes sobre cómo creen que es la interacción de un imán con algunos materiales y que planteen sus predicciones		
DESARROLLO		
<u>“Evaluar el modelo”</u>		
(c) En esta parte, los estudiantes deberán evaluar el modelo planteado en el inicio, para esto deberán experimentar con distintos imanes sobre lo que les hace a materiales ferromagnéticos mediante predicciones y observaciones para formular sus respectivas hipótesis.		

“Revisar el modelo”

(d) Se hace énfasis en el concepto de campo, no campo magnético directamente, diferenciando la naturaleza de las fuerzas en cada situación, a través de la postulación de hipótesis. Luego deberán volver a explicar la interacción del imán con el hierro utilizando este nuevo concepto.

Actividad 2“Expresar el modelo y utilizarlo”

(e) Los estudiantes elaborarán explicaciones de la repulsión y atracción de los imanes y la interacción de dos o más imanes con su entorno, esta vez utilizando la idea de campo.

“Evaluar el modelo”

(f) En este momento, los estudiantes dispondrán de un montaje similar al anterior, pero esta vez con la posibilidad de poner 2 imanes en diferentes posiciones. Con esto, el estudiante dará predicciones acerca de que ocurrirá con la limadura de hierro en la parte inferior, para luego experimentar y observar grupalmente. A partir de esta experiencia, dar explicación individual de la interacción de los imanes con su entorno, así como el comportamiento del entorno cambiando la posición de los imanes.

“Revisar el modelo”

(g) Se intenta explicar el modelo completo de repulsión y atracción con los conceptos de fuerza magnética, campo magnético, líneas de campo y dipolos magnéticos.

Actividad 3“Revisar el modelo”

(h) Se recordará el comportamiento de una carga electrostática y se verá que ocurre con una carga en movimiento con apoyo de realidad aumentada para finalmente consensuar un modelo acerca de las características de un imán y de distintas formas de generar uno.

CONCLUSIÓN“Consensuar un modelo”

(i) Se hace un consenso y puesta en común respecto a lo que se conversó y aprendió en clases, fortaleciendo las ideas vistas durante la sesión.

“Aplicar el modelo a nuevos fenómenos”

(j) Para el cierre de la clase se deja a los estudiantes como tarea para que investiguen y den una explicación porque parte de los iones que son liberados por el Sol que llegan al planeta Tierra son desviados utilizando los conceptos vistos en clase

(k) También se les pedirá un bosquejo de proyecto grupal, en el cual puedan dar solución a una problemática social el cual tenga implicancia el uso de electroimán.

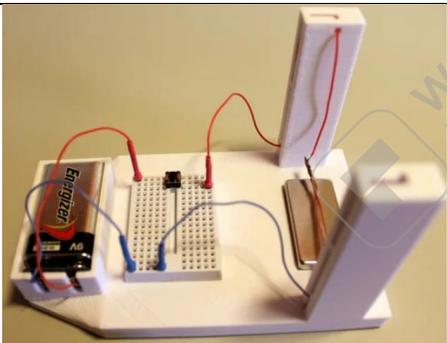
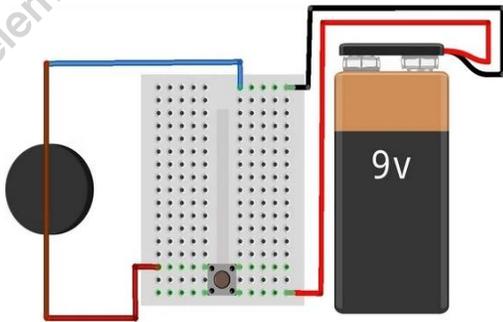
Indicadores de Evaluación	Actitudes	Habilidades de Investigación científica
<ul style="list-style-type: none"> Identifican distintos tipos de fuerzas y sus características. 	<ul style="list-style-type: none"> <i>Perseverancia</i> <i>Aperturas a distintas expectativas</i> <i>Reelaborar las propias ideas</i> 	<ul style="list-style-type: none"> Planificar y conducir una investigación Analizar e interpretar datos

<ul style="list-style-type: none"> • Reconocen el concepto de campo magnético y describen situaciones que lo involucran. • Reconocen atracción y repulsión en los imanes. • Conocen como elaborar un electroimán. • Aplican el concepto de líneas de campo y lo utilizan para dar explicación a otras situaciones • Proponen diseños que den soluciones a problemáticas relativas a campo magnético. 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Autorreflexión</i> • <i>Compartir ideas</i> • <i>Interés en el uso de tecnologías</i> • <i>Gestión responsable del tiempo</i> • <i>Participación</i> • <i>Trabajo colaborativo</i> • <i>Autonomía y proactividad</i> • <i>Conciencia</i> • <i>Empatía y respeto</i> • <i>Aprovechar las herramientas</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • Construir explicaciones y diseñar soluciones • Evaluar
RESUMEN DE LA SESIÓN		
Momentos de la Sesión	Actividades	Dimensión STEM
(1) <i>Sentir la necesidad de un modelo</i>	(a) Identificar distintos tipos de fuerzas en imágenes	Science
(2) <i>Expresar el modelo y utilizarlo</i>	(b) Elaborar hipótesis acerca de las fuerzas y fuerza magnética (e) Elaborar hipótesis respecto al comportamiento de los imanes	Science Science
(3) <i>Evaluar el modelo</i>	(c) Comprobar hipótesis a través de la experimentación con imanes y hierro para luego generar explicaciones (f) Comprobar hipótesis a través de la experimentación con 2 imanes en distintas direcciones para luego generar explicaciones del fenómeno.	Science Science
(4) <i>Revisar el modelo</i>	(d) Se construye la idea de campo y se utiliza para dar explicación de los fenómenos atracción y repulsión entre imán y ferromagnéticos (g) Se utiliza la idea de campo y polos para dar explicación a los fenómenos atracción y repulsión entre imanes. (h) Observación del fenómeno de formación de líneas de campo en imanes y electroimanes a través de realidad aumentada.	Science, Technology Science Science
(5) <i>Consensuar el modelo</i>	(i) Puesta en común con el curso sobre lo que se aprendió y explicación al fenómeno completo a través del modelo construido	Science
(6) <i>Aplicar el modelo a nuevos fenómenos</i>	(j) Investigación acerca de la magnetosfera de la tierra (k) Bosquejo de proyecto grupal en busca de una solución a una problemática	Science Engineer Technology

Tabla 10 Resumen de sesión 1

3.2.2 Segunda Sesión

TÍTULO	: Clase N°2: Motor Eléctrico		
NIVEL	: III – IV Medio	DURACIÓN	: 90 min
ASIGNATURA	: Ciencias Para la Ciudadanía		
MÓDULO TEMÁTICO	: Seguridad, prevención y autocuidado		
UNIDAD	: Amenazas y riesgos cerca de nosotros: ¿Estoy actuando responsablemente?		

OBJETIVO DE CLASE	CONTENIDOS	OBJETIVO CURRICULAR
Comprender el funcionamiento de un motor eléctrico mediante el uso de montajes experimentales y manipulativos virtuales con el fin de comprender el funcionamiento de la mayoría de los instrumentos electrodomésticos y fomentar a los estudiantes en crear un mecanismo alternativo de un motor casero	Fuerza de Lorentz Energía Eléctrica Energía Mecánica	Diseñar, evaluar y mejorar soluciones que permitan reducir las amenazas existentes en el hogar y en el mundo del trabajo (en sistemas eléctricos y de calefacción, y exposición a radiaciones, entre otros) para disminuir posibles riesgos en el bienestar de las personas y el cuidado del ambiente.
 <p>Figura 8 Montaje experimental "Motor Eléctrico"</p>	 <p>Figura 9 Circuito sugerido para montaje experimental</p>	
INICIO		
<p><u>"Sentir la necesidad de un modelo"</u></p> <p>(a) En esta parte inicial, se conversa acerca de las imágenes de electrodomésticos, acerca de su relación y su funcionamiento. Se espera que hagan una relación entre el giro de algunas partes mecánicas del dispositivo y con la electricidad. (b) Luego de la conversación se muestra la estructura interna de un motor eléctrico. Se pregunta acerca de la función que creen que cumplen algunas de las partes en la estructura del motor, y de la forma que se le da al cobre.</p> <p><u>"Expresar el modelo y utilizarlo"</u></p> <p>(c) Formular hipótesis a partir de la situación descrita, en que un hilo o bobina con corriente esté cerca de un imán (En la clase anterior ya se había visto que un cable por el cual circula corriente genera un</p>		

campo magnético a su alrededor, y también se vio que los imanes también tienen un campo magnético asociado)
DESARROLLO
<p><u>“Evaluar el modelo”</u></p> <p>(d) De manera grupal, los estudiantes evaluarán el modelo a partir de la manipulación de un montaje de motor simple, del cual se puede cambiar la diferencia de potencial, la cercanía o lejanía del imán y el conductor en interacción con el campo magnético, que será un hilo conductor recto, o una espira. Antes de esto, el estudiante deberá predecir individualmente que es lo que ocurrirá en algunas situaciones con el montaje, para luego observar grupalmente e interpretar de manera individual.</p> <p><u>“Revisar el modelo”</u></p> <p>(e) luego, se revisa el modelo descrito anteriormente y se da a conocer la expresión matemática de fuerza de Lorentz, así como también una regla estándar para entender la dirección de la fuerza respecto a la dirección del campo magnético y la dirección de circulación de la corriente. En este contexto, y con datos explícitos de la intensidad de campo magnético del imán utilizado, se procede a medir la corriente, y la longitud del cable, pudiendo calcular la fuerza que experimenta el cable.</p>
CONCLUSIÓN
<p><u>“Consensuar el modelo”</u></p> <p>(f) Se realiza una puesta en común acerca de los contenidos vistos y discutidos en clases y los estudiantes deberán de dar una explicación utilizando lenguaje científico sobre el funcionamiento del motor eléctrico.</p> <p><u>“Aplicar el modelo a nuevos fenómenos”</u></p> <p>(g) Para el cierre, los estudiantes tendrán una actividad de investigación en la cual deberán indagar acerca de las diferencias entre un motor que funciona con electricidad y otro con combustible</p> <p>(h) Por último, se propone desarrollar un bosquejo de proyecto que dé solución a alguna de la vida cotidiana y que funcione bajo el principio físico de los motores eléctricos.</p>

***COMENTARIOS:** Se sugiere generar instancias para elaborar un motor eléctrico como proyecto de ciencias

Indicadores de Evaluación	Actitudes	Habilidades de Investigación científica
<ul style="list-style-type: none"> • Calculan fuerzas magnéticas identificando correctamente las variables de la ecuación • Comprenden el funcionamiento de un motor eléctrico • Diseñan un diseño innovador que dé solución a alguna problemática actual según lo visto en la sesión 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Aperturas a distintas expectativas</i> • <i>Reelaborar las propias ideas</i> • <i>Autorreflexión</i> • <i>Compartir ideas</i> • <i>Trabajo colaborativo</i> • <i>Autonomía y proactividad</i> • <i>Aprovechar las herramientas</i> • <i>Interés en el uso de tecnologías</i> • <i>Gestión responsable del tiempo.</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • Planificar y conducir una investigación • Analizar e interpretar datos • Construir explicaciones y diseñar soluciones • Evaluar
RESUMEN DE LA SESIÓN		
Momentos de la Sesión	Actividades	Dimensión STEM

(1) <i>Sentir la necesidad de un modelo</i>	(a) Discuten acerca del funcionamiento de electrodomésticos (b) Se aproximan a la función de los componentes de un motor	Science
(2) <i>Expresar el modelo y utilizarlo</i>	(c) Dan hipótesis relacionadas con la interacción entre un imán y un cable con corriente	Science
(3) <i>Evaluar el modelo</i>	(d) Utilizan montaje experimental para comprobar sus hipótesis	Science Technology
(4) <i>Revisar el modelo</i>	(e) Revisan en conjunto con el docente la teoría y la ecuación asociada a la fuerza de Lorentz	Science Mathematics
(5) <i>Consensuar el modelo</i>	(f) Puesta en común con el curso sobre lo que se aprendió y explicación al fenómeno completo a través del modelo físico construido.	Science
(6) <i>Aplicar el modelo a nuevos fenómenos</i>	g) Actividad de investigación relativo a la diferencia entre motores de combustible y eléctricos. h) Bosquejo de proyecto grupal en busca de una solución a una problemática	Science, Engineering Engineering

Tabla 11 Resumen de sesión 2

3.2.3 Tercera Sesión: “Generador Eléctrico”

TÍTULO	:	Clase N°3: Generador Eléctrico			
NIVEL	:	III – IV Medio	DURACIÓN	:	90 min
ASIGNATURA	:	Ciencias Para la Ciudadanía			
MÓDULO TEMÁTICO	:	Seguridad, prevención y autocuidado			
UNIDAD	:	Amenazas y riesgos cerca de nosotros: ¿Estoy actuando responsablemente?			

OBJETIVO DE CLASE	CONTENIDOS	OBJETIVO CURRICULAR
Comprender la ley de Faraday-Lenz mediante un generador eléctrico para poder obtener electricidad mediante un trabajo mecánico y obtener una fuente alternativa de energía	Ley de Faraday-Lenz Energía eléctrica Energía mecánica	Diseñar, evaluar y mejorar soluciones que permitan reducir las amenazas existentes en el hogar y en el mundo del trabajo (en sistemas eléctricos y de calefacción, y exposición a radiaciones, entre otros) para disminuir posibles riesgos en el bienestar de las personas y el cuidado del ambiente.

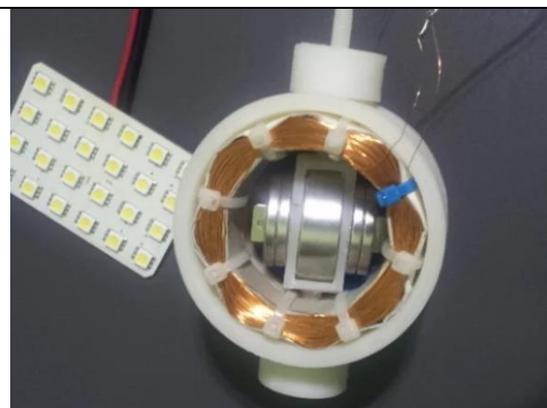


Figura 10 Montaje Experimental "Generador Alternador"

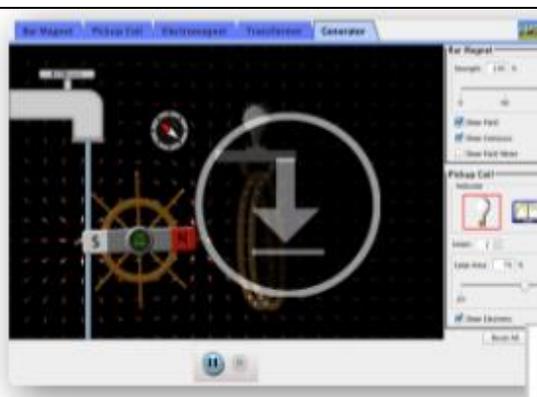


Figura 11 Miniatura de manipulativo virtual "Generador", PhET Colorado

INICIO

"Sentir la necesidad de un modelo"

(a) Se contextualiza relatando acerca del incremento del uso de bicicletas en la sociedad, y con esto se hace mención al dínamo que trata de explicar físicamente porque puede prender el foco sin necesidad de una fuente de energía.

DESARROLLO

"Expresar el modelo y utilizarlo"

(b) Se presenta al estudiante la estructura interna de un dínamo y a continuación verá un vídeo de un capítulo de los Simpson en la cual se usa un dínamo. Con estos dos elementos el estudiante deberá responder ciertas preguntas y establece hipótesis.

"Evaluar el modelo"

(c) Los estudiantes utilizarán el montaje elaborado para predecir algunos resultados y luego comprobar las hipótesis en relación con el generador eléctrico.

"Revisar el modelo"

(d) Se utilizará un manipulativo virtual que complementa con las predicciones de los estudiantes dichos anteriormente. Con este manipulativo podrán tener una representación gráfica de lo que está ocurriendo con las líneas de campo y las bobinas en el montaje.

(e) Luego los estudiantes revisarán la teoría de las leyes de Faraday-Lenz y contraste con sus observaciones.

CONCLUSIÓN

"Consensuar un modelo"

(f) Se realizará una puesta en común con el curso y se comentarán las ideas aprendidas en la clase respecto al funcionamiento de un generador

"Utilizar el modelo para explicar un nuevo fenómeno"

(g) En esta última parte, los estudiantes deberán investigar en la página web señalada acerca de distintos tipos de generadores eléctricos y sus diferentes características.

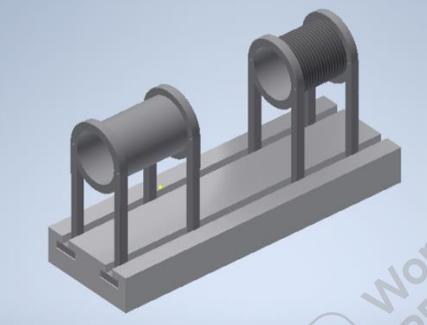
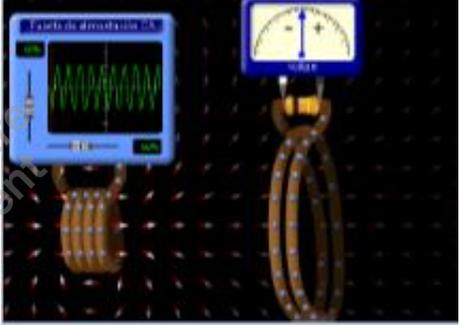
(h) Por último, se propone desarrollar un bosquejo de proyecto que dé solución a alguna problemática relacionada con generadores eléctricos.

Indicadores de Evaluación	Actitudes	Habilidades de Investigación científica
<ul style="list-style-type: none"> Comprenden el funcionamiento de un generador eléctrico. Comprenden la Ley de Faraday-Lenz y la relación matemática de ésta. Investigan sobre el impacto de otros tipos de generadores para la obtención de electricidad. Diseñan soluciones innovadoras a problemáticas relacionadas con la generación de electricidad. 	<ul style="list-style-type: none"> Aperturas a distintas expectativas Reelaborar las propias ideas Autorreflexión Compartir ideas Trabajo colaborativo Autonomía y proactividad Aprovechar las herramientas Interés en el uso de tecnologías Gestión responsable del tiempo. Responsabilidad y ética 	<ul style="list-style-type: none"> Planificar y conducir una investigación Analizar e interpretar datos Construir explicaciones y diseñar soluciones Evaluar
RESUMEN DE LA SESIÓN		
Momentos de la Sesión	Actividades	Dimensión STEM
(1) Sentir la necesidad de un modelo	(a) Discuten acerca de una innovación tecnológica con bicicletas, aprovechando la energía mecánica aprovechada del giro de la rueda para encender una linterna frontal.	Science Technology
(2) Expresar el modelo y utilizarlo	(b) Observación de la estructura interna de un generador y planteamiento de hipótesis	Science
(3) Evaluar el modelo	(c) Utilizan un generador alternador y comprueban sus hipótesis respecto al funcionamiento de éste.	Science Technology
(4) Revisar el modelo	(d) Revisar el modelo de inducción a través de un manipulativo virtual (e) Revisar la expresión matemática que sustenta la teoría de inducción de Faraday-Lenz	Science Technology Mathematics
(5) Consensuar el modelo	(f) Consenso de ideas según lo aprendido en la experiencia y lo revisado con el docente acerca del generador eléctrico.	Science
(6) Aplicar el modelo a nuevos fenómenos	(g) Investigación breve acerca de las diferencias en costo, sustentabilidad y funcionamiento de diferentes generadores de electricidad. (h) Bosquejo de proyecto grupal en busca de una solución a una problemática relativa a la generación de electricidad.	Science, Engineering Science Technology Engineering

Tabla 12 Resumen de sesión 3

3.2.4 Cuarta Sesión: “Bobinas y Transformador”

TÍTULO	: Clase N°4: Bobinas y Transformador		
NIVEL	: III – IV Medio	DURACIÓN	: 90 min
ASIGNATURA	: Ciencias Para la Ciudadanía		
MÓDULO TEMÁTICO	: Tecnología y Sociedad		
UNIDAD	: Proyectos Tecnológicos: Diseño, alcances e implicancias		

OBJETIVO DE CLASE	CONTENIDOS	OBJETIVO CURRICULAR
Comprender el funcionamiento físico de los transformadores y comprender las indicaciones de los potenciales para prevenir accidentes	-Inducción electromagnética -Funcionamiento de los transformadores	Diseñar proyectos tecnológicos que permitan resolver problemas personales y/o locales de diversos ámbitos de la vida (como vivienda y transporte, entre otros).
		
Figura 12 Montaje experimental "Bobinas en riel"		Figura 13 Miniatura de manipulativo virtual "Laboratorio electromagnético de Faraday" de PhET Colorado
INICIO		
<u>"Sentir la necesidad de un modelo"</u>		
(a) Se relata sobre una anécdota ficticia para poder generar interés en los estudiantes y planteamiento de las primeras hipótesis acerca de por qué se quemó el dispositivo móvil al conectarlo directo a la red domiciliaria.		
DESARROLLO		
<u>"Expresar el modelo y utilizarlo"</u>		
(b) Se menciona acerca de la red domiciliaria en Chile y se pide interpretar los valores de input y output de los cargadores de los celulares de los estudiantes.		
(c) Luego de esto se menciona sobre la estructura interna de un cargador mencionando las bobinas primarias y secundarias. Se plantean hipótesis respecto a algunas situaciones relativas al comportamiento de las bobinas al alimentar con corriente una.		
<u>"Evaluar el modelo"</u>		
(d) Se experimentará con el montaje diseñado de las bobinas y el estudiante deberá anotar sus observaciones de manera grupal e interpretaciones de manera individual, de acuerdo con las instrucciones de la guía.		

<p><u>“Revisar el modelo”</u></p> <p>(e) Se utilizará un manipulativo virtual para poder ver la representación de las líneas del campo magnético asociado a la bobina primaria y corroborar con las observaciones descritas anteriormente.</p>
<p>CONCLUSIÓN</p>
<p><u>“Consensuar un modelo”</u></p> <p>(f) Se hace una puesta en común con el curso y se describe que ocurre con la corriente que se induce en distintas situaciones.</p> <p><u>“Utilizar el modelo para explicar un nuevo fenómeno”</u></p> <p>(g) Se les presenta a los estudiantes la relación matemática que indica la subida y bajada de voltaje en el transformador.</p> <p>(h) Ahora que los estudiantes conocen los distintos montajes, se sugiere la realización de un proyecto en el que puedan diseñar y realizar sus propios montajes con materiales accesibles o del hogar en torno a los bosquejos propuestos por ellos mismos en las sesiones anteriores. La evaluación de este proyecto dependerá del establecimiento.</p>

Indicadores de Evaluación	Actitudes	Habilidades de Investigación científica
<ul style="list-style-type: none"> Comprenden el funcionamiento de un generador eléctrico. Comprenden la Ley de Faraday-Lenz y la relación matemática de ésta. Investigan sobre el impacto de otros tipos de generadores para la obtención de electricidad. Diseñan soluciones innovadoras a problemáticas relacionadas con la generación de electricidad. 	<ul style="list-style-type: none"> Aperturas a distintas expectativas Reelaborar las propias ideas Autorreflexión Compartir ideas Trabajo colaborativo Autonomía y proactividad Aprovechar las herramientas Interés en el uso de tecnologías Gestión responsable del tiempo. Responsabilidad y ética 	<ul style="list-style-type: none"> Planificar y conducir una investigación Analizar e interpretar datos Construir explicaciones y diseñar soluciones Evaluar
RESUMEN DE LA SESIÓN		
Momentos de la Sesión	Actividades	Dimensión STEM
(1) <i>Sentir la necesidad de un modelo</i>	(a) Discuten acerca de conectar electrodoméstico directamente a la red domiciliaria.	Science Technology
(2) <i>Expresar el modelo y utilizarlo</i>	(b) Reconocer información entregada por un cargador de celular y reconocimiento del voltaje de la red domiciliaria (c) Reconocer la estructura interna de un cargador (transformador) y plantean hipótesis respecto a situaciones con bobinas.	Science Technology
(3) <i>Evaluar el modelo</i>	(d) Utilizar el montaje (bobinas) donde formulan hipótesis sobre el voltaje inducido en la segunda bobina y el	Science Technology

	fenómeno físico.	
(4) <i>Revisar el modelo</i>	(e) Utilizar manipulativo virtual para evidenciar líneas de campo magnético en las bobinas	Science Technology Mathematics
(5) <i>Consensuar el modelo</i>	(f) Puesta en común con el curso y consenso sobre el funcionamiento del transformador	Science
(6) <i>Aplicar el modelo a nuevos fenómenos</i>	(g) Conocer la relación matemática entre el potencial y el número de espiras en un transformador (h) Comienza elaboración del Proyecto de ciencias de forma grupal.	Science Technology Engineer Mathematic

Tabla 13 Resumen de sesión 4

De las 35 actividades, el 100% se encasilla en la dimensión de Ciencias. Esto es debido a la naturaleza de la modelización que está fundamentada en la experimentación y el método científico. La dimensión de Ingeniería se encuentra asociada casi al 100% en la parte (6) del proyecto, puesto que STEM en aula sugiere que la parte ingenieril sea utilizada para crear soluciones a problemáticas acordes al contexto. La parte tecnológica en general está asociada al momento de la revisión del modelo. Esto es evidencia que la tecnología nos aporta otras maneras de ver un modelo científico y adiciona ideas nuevas para complementar los aprendizajes. Si bien la dimensión de matemáticas no se ve muy presente en las guías de trabajo, se sugiere que cuando se aplique, el docente aporte de ejemplos claros de cálculos en pizarra o en guía.

Los porcentajes de presencia de cada dimensión en las guías no dan información de que tan importante es cada una, sino más bien dan cuenta del enfoque que le damos a la propuesta respecto a la enseñanza del modelo de campo magnético e inducción electromagnético orientado a la alfabetización científica necesaria para que los estudiantes puedan ejercer como ciudadanos del siglo XXI con mayor responsabilidad y poder de decisión.

3.3 Recursos Didácticos

Gran parte del peso de esta propuesta recae en los variados recursos didácticos que se utilizan en cada clase. Desde montajes experimentales tangibles y manipulables, hasta la realidad aumentada a través de dispositivos móviles, son parte esencial para traer el magnetismo al aula de manera creativa e innovadora.

3.3.1 Modelado 3D de montajes experimentales

Los modelados de los montajes en esta propuesta didáctica fueron diseñados con el software Autodesk Inventor Professional 2019, y otros fueron recuperados de una base de datos de Modelos 3D “Thingiverse”, página cuyo fin es compartir estos diseños de manera gratuita, funcionando como una red social de diseñadores.

Respecto a la impresión de los modelos, se utilizó la técnica de impresión por inyección, cuyo filamento será de PLA. Para esto se utilizaron los modelos de impresoras Anet E10 y Anet E8 las cuales están disponibles para trabajar en la sala de innovación de pedagogía en física y matemática de la Universidad de Santiago de Chile y también la impresora 3d Dreamer Flashforge de la sala de innovación Physalis del departamento de física de la Universidad de Santiago de Chile.

En cuanto al corte láser, se utilizó la máquina ubicada en el laboratorio de fabricación digital Physalis en el departamento de física de la Universidad de Santiago de Chile, cuyo manual se encuentra en la página principal del laboratorio mencionado (USACH, 2018). El software utilizado para adjuntar los dibujos y procesarlos es LaserWork, cuyo link de descarga se encuentra de manera gratuita en el manual.

3.3.1.1 Montaje N°1 Líneas de Campo Magnético.

Este montaje se trata de un dispensador de fluido que contendrá pequeños filamentos de hierro, comúnmente conocido como limadura de hierro. Este dispensador tendrá en su tapa superior moldes para imanes de diferente forma, por lo que se espera observar las líneas de campo magnético asociadas a cada imán formadas por los filamentos.

Las variables que pueden modificarse son la forma del que suministra el campo magnético, la intensidad de campo magnético, la cantidad y posición de fuentes de campo magnético.

La idea de utilizar un fluido viscoso es que el proceso de formación de líneas de campo sea lento y a la vez gradual, además de evitar la pérdida de material ferromagnético. Fluidos viscosos adecuados son la glicerina ligera, o aceite de cocina.

Los materiales a utilizar para la creación del montaje están representados en la siguiente tabla:

Material	Cantidad
<i>Aceite de cocina ligera</i>	1 litro
<i>Limadura de Hierro</i>	300 gramos
<i>Plancha de Acrílico 6 mm espesor</i>	1X1 Metros
<i>Cloroformo</i>	100 ml

Tabla 14 Materiales de construcción del montaje 1.

Consideraciones previas

- El uso del cloroformo debe hacerse en un área bien ventilada, evitando respirar los vapores y el contacto con la piel. Por ello deben utilizarse bata, lentes de seguridad y guantes durante su manejo. No deben usarse lentes de contacto al trabajar con este producto. Para trasvasar pequeñas cantidades se debe usar pipeta Pasteur graduada.

- El uso de la cortadora láser debe ser cuidadoso, manteniendo las compuertas cerradas y la máquina calibrada para que el corte se haga de manera completamente vertical.

Diseño de Montaje.

La idea central del montaje está representada en el siguiente cuadro:

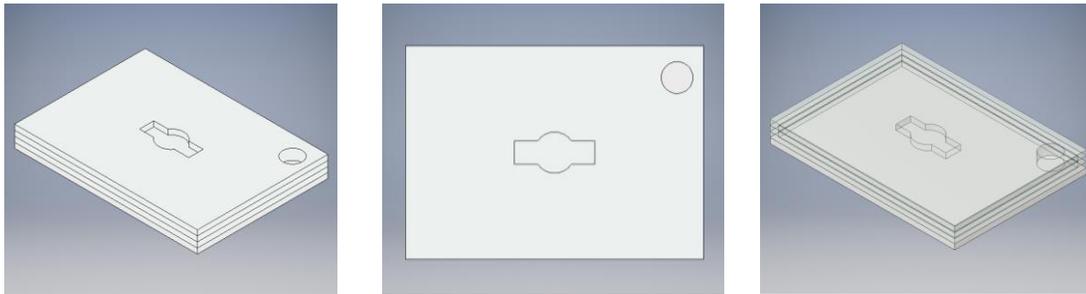


Figura 14 Vista diagonal, superior y con transparencia (acrílico), de izquierda a derecha respectivamente.

Como el espesor de la plancha es pequeña y debe haber un espacio para depositar el fluido, se creará el montaje en base a capas.

- La primera capa será la base del dispensador
- La segunda y tercera capa serán marcos del montaje
- La cuarta capa es la tapa del dispensador

Para poder proceder a la construcción del montaje, es necesario dibujar y modelar en el software de creación Inventor, para luego extraer las caras y cortar (en cortadora laser.)

Las medidas de la base es de 210 x 150 mm. Para el espesor lo diseñamos teniendo en consideración el espesor del acrílico que utilizamos, es decir, 6 mm

Para la segunda y tercera capa las medidas fueron de 210 x 150 mm el cual fue extruido un rectángulo en el interior de 200 x 140 mm quedando dos marcos de 10 mm de grosor y con el mismo espesor de 6 mm

Para la tapa del dispensador tiene una superficie de 210 x 150 mm, y se le realizaron dos extrusiones: la primera que corresponde a una circunferencia para el tapón de la caja de 24,6 mm y la segunda forma central donde se colocarán los imanes de una circunferencia de 36 mm de diámetro y la forma rectangular de 65 x 20 mm de superficie.

Para el armado de esta caja, primero se pegó los marcos a la base utilizando cloroformo y presionando con varios sargentos o prensas. Para poder depositar el cloroformo se utilizó un gotero de plástico con el cual se esparcirá esta sustancia en el área donde se desea adherir. Tener en cuenta las medidas de precaución antes de utilizar cloroformo descritas en consideraciones previas.

Para el caso de la tapa, ésta se adhiere junto a uno de los cortes realizados a los marcos para que quedara tipo encaje y facilitar la adhesión entre ambos. Previamente esta extrusión que sobró se le debe realizar un agujero de igual diámetro al tapón para poder verter el líquido viscoso con la limadura de hierro.

Finalmente, pegar la tapa a la base con los marcos ya adheridos utilizando el cloroformo y los sargentos. Una vez terminado de pegarse agregar por el agujero el aceite con la limadura de hierro sellar la caja con el tapón.

Las limitaciones de este primer montaje están principalmente en el uso de imanes ya que está pensado para usar solamente imanes con igual o menor medida a la extrusión hecha en la tapa

3.3.1.2 Montaje N°2 Motor Eléctrico

Para este caso, recurrimos a uno de los bancos de modelos 3d más famosos en el ámbito de divulgación de creadores. Esta página como se mencionaba en capítulos anteriores es gratuita y permite hacer descarga de modelos de diferentes formatos y aplicaciones.

Para el motor, elegimos un modelo 3d fácil de imprimir y le dimos un relleno de material bajo debido a que el circuito y el funcionamiento no dependen de la rigidez del modelo.

Este montaje permite cambiar la fuente de alimentación (baterías), intensidad del campo magnético, cercanía y lejanía de los imanes, y forma de la espira, pudiendo observar el comportamiento de un circuito tanto lineal como espira embobinada. Con esto podemos establecer una relación entre corriente, potencial, velocidad e intensidad de campo magnética.

Los materiales a utilizar para la creación del montaje están representados en el siguiente cuadro:

Material	Cantidad
<i>Filamento de Ácido Poliláctico (PLA)</i>	X gramos (dependiendo del relleno de impresión que se decida)
<i>Cobre de 0,5 mm</i>	0,5 metros
<i>Protoboard (Máx. 5 cm por lado)</i>	1
<i>Baterías de 9 Volts</i>	2
<i>Interruptor de Pulso</i>	1
<i>Imán de neodimio</i>	1
<i>Conector hembra para batería 9V</i>	1

Tabla 15 Materiales de construcción del montaje 2.

El montaje debe quedar de la siguiente manera:

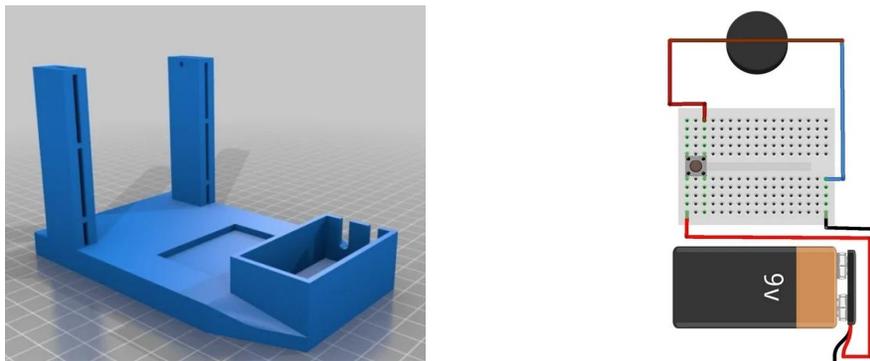


Figura 15 Montaje de motor, Fuente: Recuperado de <https://www.thingiverse.com/thing:1710859>

La idea central del montaje es que las espiras que quedarán suspendidas solo afirmadas de un aro, sean intercambiables. Se sugiere hacer 3 moldes con alambre de cobre esmaltado. 2 espiras circulares, una con 5 vueltas y la otra con 10 vueltas; y un tercer molde de cable pero que quede suspendido en forma de balancín.

3.3.1.3 Montaje N°3 Generador Eléctrico

Al igual que el caso del motor eléctrico, para este montaje también recurrimos a Thingiverse para extraer el modelo de un generador alternador, que consta de 2 partes para poner dos bobinas. Idealmente las bobinas deben ser recubiertas por cartón interna y externamente, por lo que se complica un poco su construcción. Para eso, modificamos el modelo de un molde embobinador que nos permite realizar con mayor facilidad y con posibles personalizaciones el proceso.

Este montaje permite cambiar la intensidad de campo magnético cambiando los imanes y la velocidad de giro del eje rotatorio, eje cuyo sostiene a los imanes y que, por ende, hace girar el flujo magnético con respecto a las bobinas.

Los materiales a utilizar para la creación del montaje están representados en el siguiente cuadro:

Material	Cantidad
Filamento de Ácido Poliláctico (PLA)	Depende del %relleno
Cobre esmaltado de 0,02 mm	10 metros
Imán de neodimio cilíndrico (20 x 10 mm [diámetro x altura])	1
imán de neodimio de disco (25 x 3 mm)	4
Imanes de neodimio pequeños (aprox 10 x 3mm)	2
Rodamientos pequeños (4,5 x 13 mm [Altura x Radio externo])	2

Tabla 16 Materiales de construcción del montaje 3.

El montaje debe quedar de la siguiente manera:

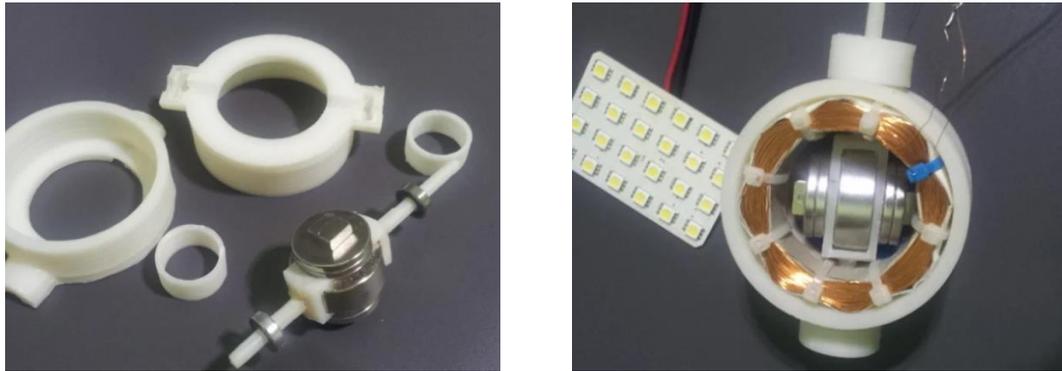


Figura 16 Generador Alternador, Fuente: Recuperado de <https://www.thingiverse.com/thing:113297>

Se recomienda un relleno de impresión alto para el eje debido a que es una pieza demasiado pequeña y curva. (Aprox 90%).

La idea del montaje es poner a prueba la relación que existe entre la velocidad de giro (velocidad con la que el flujo magnético cambia) y la corriente que se induce, que, en este caso, al existir dos bobinas, será una corriente alterna.

Además de poder comprobar la relación existente entre las variables mencionadas, podemos conectar al circuito diferentes componentes electrónicos para comprobar que por allí circula una corriente. Por ejemplo, un sistema de leds, un ventilador, etc.

3.3.1.4 Montaje N°4 Transformador y bobinas.

Este montaje se trata dos bases para bobinas de igual diámetro, pero de distinta longitud y un riel de acrílico. Cada base de bobina estará embobinado con un cable de cobre esmaltado de 0,51 mm de diámetro. Una bobina tendrá 1000 vueltas y la otra 500 vuelta para tener una proporción de 1:2. Esta parte del montaje tiene como finalidad realizar la inducción electromagnética logrando encender unos leds que puede hacer reforzado con una barra de ferrita.

Para el caso del riel, se diseñó y cortó en cortadora láser en acrílico de 6 mm de espesor y que además tiene un diseño de una regla que se cortó y grabó en el acrílico con el uso de la cortadora láser. La finalidad de este riel es que los estudiantes puedan orientarse con distancia que hay entre las bobinas y así puedan evidenciar cómo aumenta la inducción electromagnética.

Las variables que pueden modificarse son la intensidad de corriente alterna, la distancia entre las bobinas y la cantidad de ferrita que se use para aumentar el flujo magnético.

Los materiales a utilizados fueron los siguientes:

Material	Cantidad
Filamento de Ácido Poliláctico (PLA)	Depende del %relleno
Cobre esmaltado de 0,51 mm	3 metros
acrílico 6mm de espesor (1x1 [m])	1
Cloroformo	200 ml
Protoboard	1
LEDs	10

Tabla 17 Materiales de construcción del montaje 4.

Consideraciones previas

- El uso del cloroformo debe hacerse en un área bien ventilada, evitando respirar los vapores y el contacto con la piel. Por ello deben utilizarse bata, lentes de seguridad y guantes durante su manejo. No deben usarse lentes de contacto al trabajar con este producto. Para trasvasar pequeñas cantidades se debe usar pipeta Pasteur graduada.
- El uso de la cortadora láser debe ser cuidadoso, manteniendo las compuertas cerradas y la máquina calibrada para que el corte se haga de manera completamente vertical.

Diseño de Montaje.

La idea central del montaje está representada en el siguiente cuadro:

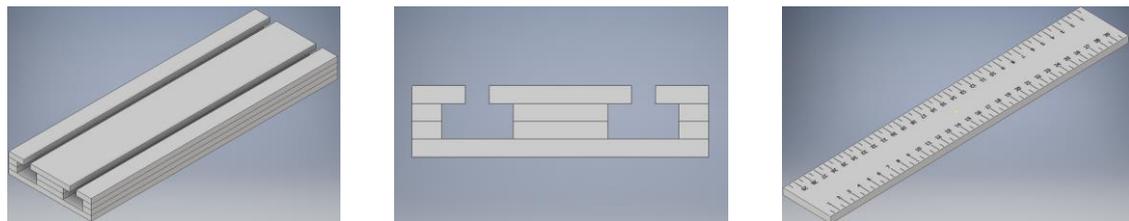


Figura 17 Riel de transporte de bobinas con regla grabada

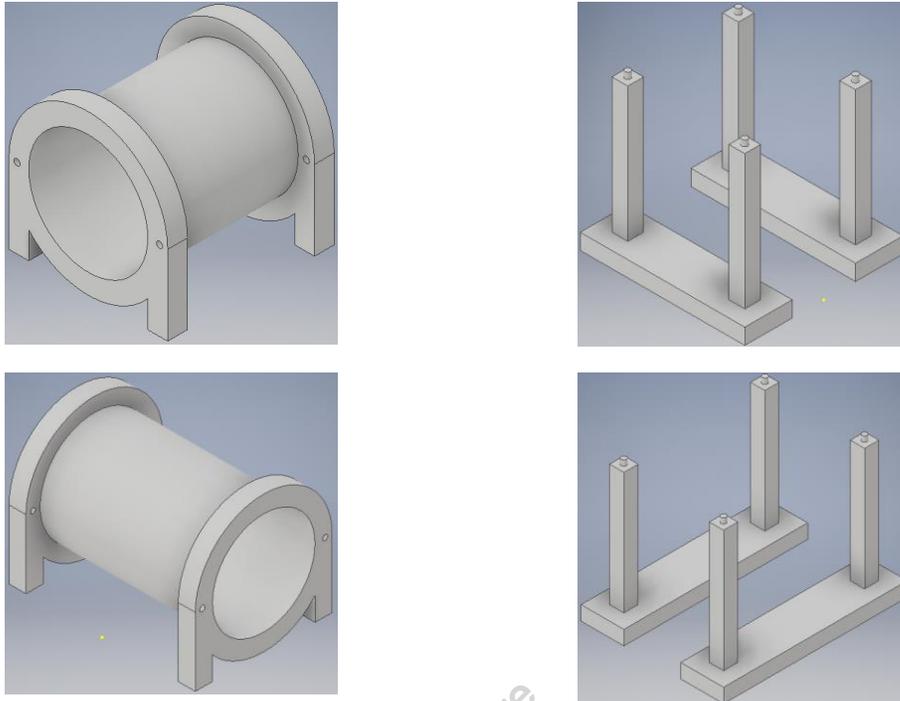


Figura 18 Bobinas de diferente largo.

Diseño y armado del riel

Para el diseño del riel se cortaron en el acrílico varias piezas que fueron pegadas por capas. Las medidas fueron las siguientes:

- 1 pieza de 100 x 300 mm
- 4 piezas de 10 x 300 mm
- 2 piezas de 32 x 300 mm
- 2 piezas de 18 x 300 mm
- 1 pieza de 48 x 300 mm. Esta pieza corresponde a la regla del riel, que antes de ser cortada deberá grabarse los números y las marcas con 0,5 cm de separación entre éstas.

Las siguientes piezas se pegan con cloroformo tal como se indican en la siguiente figura.

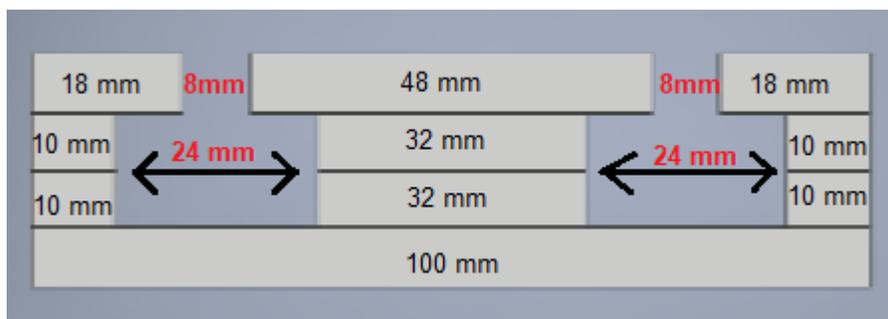


Figura 19 Dimensiones del riel de perfil.

Las medidas en rojo corresponden a las distancias de separación entre las piezas.

Diseño y armado de las bobinas.

Primero se recomienda hacer un boceto plano de una de las circunferencias de una de las bobinas. Las medidas de estas serán tres circunferencias concéntricas de diámetros de 48, 51 y 64 mm como se muestra en la figura a continuación:

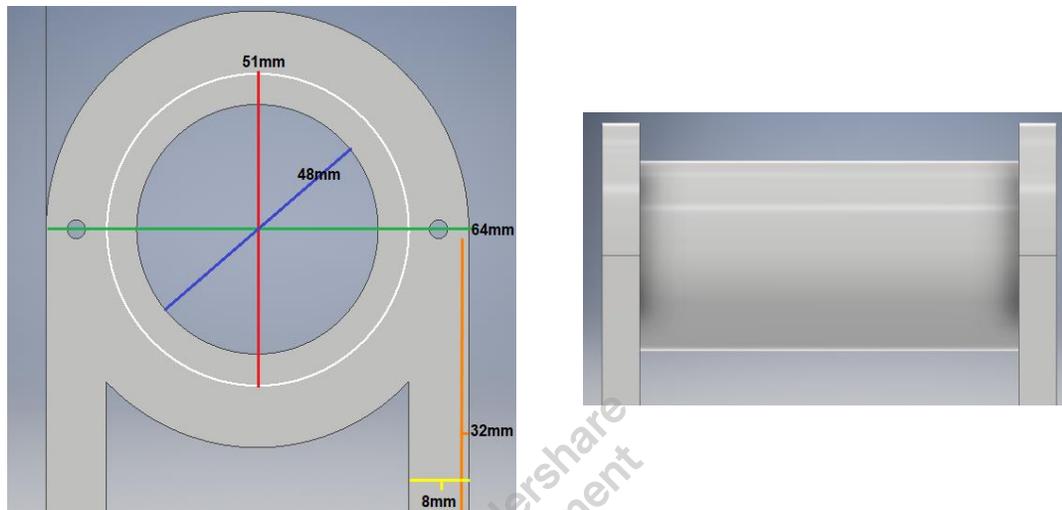


Figura 20 Dimensiones del perfil de las bobinas

Además, se le hacen dos soportes de 32 mm de alto y 8 x 8 mm de superficie. Cada bobina estará formada por dos de estas caras. En el diámetro de 51 mm habrá un cilindro de distinta longitud para cada bobina: una tendrá 51,2 mm de longitud y la otra 71,2 mm.

Si observamos la ilustración anterior, las bobinas llevan dos agujeros en los extremos, estos agujeros serán el lugar por donde salgan los cables esmaltados una vez se termine de embobinar. El diámetro de estos agujeros será de 2,5 mm con una extrusión de 8 mm de profundidad.

Una vez terminados estos diseños se imprimirán con PLA se embobinan en un torno o pedir ayuda a algún especialista que se encargue de embobinarlo (opcional) con una proporción de 1:2 utilizando cable de cobre esmaltado de 0,51 mm. Para los soportes de las bobinas se harán dos diseños en forma de letra T invertido con las siguientes medidas que se muestran a continuación:

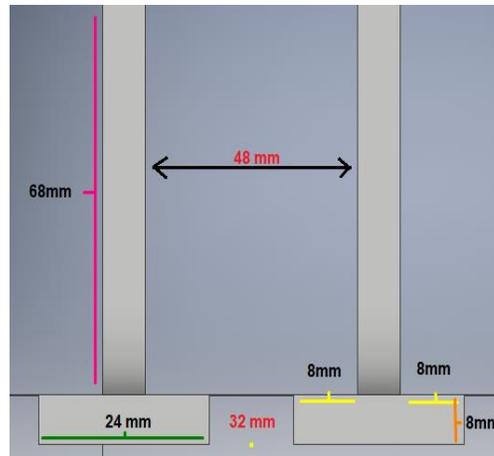


Figura 21 Dimensiones de las patas de las bobinas.

Las medidas en rojo corresponden a la separación entre las piezas que tendrán una vez adheridos a las bobinas.

Para el largo de estas piezas, tendrán dos medidas distintas dependiendo la bobina, las medidas serán las siguientes diferenciadas por dos colores: rojo para la bobina pequeña y azul para la bobina grande.

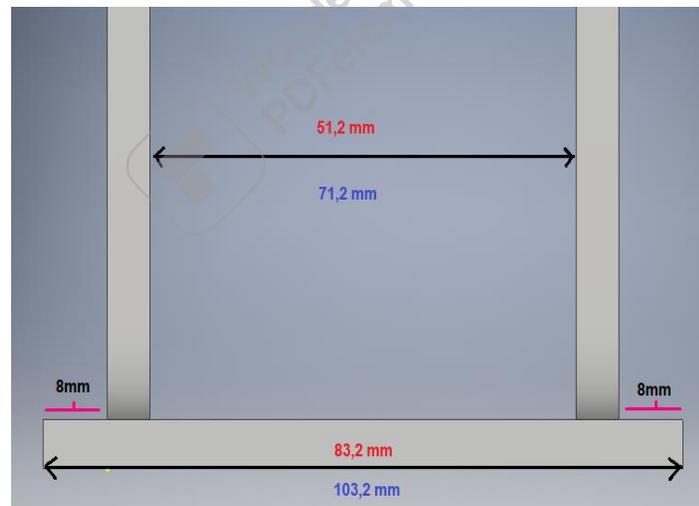


Figura 22 Dimensiones del perfil de las patas de las bobinas

Para poder unir estas bases a las bobinas, en la punta de los pilares se hace una pieza cilíndrica de 3x3 mm como se muestra en la figura:

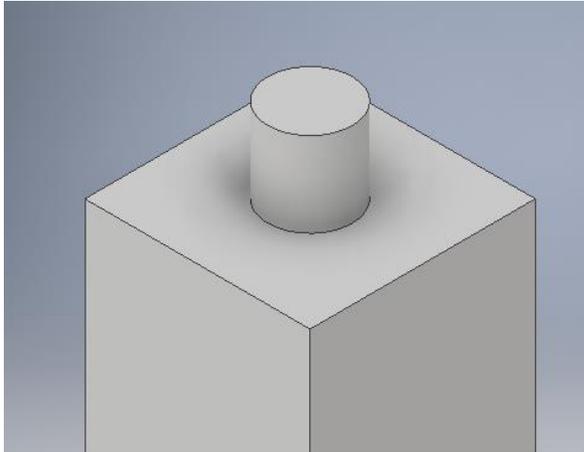


Figura 23 Pieza de ensamble entre base de patas y bobinas.

Una vez terminado estos diseños e impresos con PLA, se pegarán a las bobinas con cloroformo. Antes de esto, a las bobinas se les deberá perforar con un dremel y una broca de 3 mm para poder encajar las bobinas a las bases.

A una de las bobinas que no se conecte con la corriente alterna se conectará a un protoboard que tendrá tres o más leds conectados en paralelo para poder verificar que se está induciendo corriente y hacer el montaje más atractivo para los estudiantes.

3.3.2 Manipulativos y Aplicaciones.

Para la implementación con RA utilizaremos plantillas que se encuentran en cg-physics.org una página web dedicada tratar temas de física con diversos vídeos explicativos, experimentos, diapositivas y simulaciones interactivas. De [cg-physics](http://cg-physics.org) utilizaremos plantillas de AR y la aplicación cg-physicsAR que se puede descargar en los distintos dispositivos móviles de manera gratuita a través de Play Store para poder ver la representación gráfica de líneas de campo magnético presentes desde un imán hasta en un cable con corriente embobinado.

Para el caso de los manipulativos virtuales se utilizará “Laboratorio electromagnético de Faraday” (<https://phet.colorado.edu/es/simulation/legacy/faraday>). La finalidad de este manipulativo es visualizar lo que ocurre con las líneas de campo magnético cuando la bobina tiene una fuente de corriente directa (DC) y una corriente alterna (AC).

CAPÍTULO IV: VALIDACIÓN DE PROPUESTA POR EXPERTOS

La validación por juicio de expertos fue realizada por tres docentes de 6, 20 y 30 años de experiencia ejerciendo como docentes en diversos establecimientos educacionales. Los expertos presentan grados académicos de Licenciatura en educación en física y matemática y que han tenido experiencia ejerciendo clases de electromagnetismo y modelización en el aula.

El instrumento de validación se realizó mediante una escala Likert con tres indicadores de apreciación:

1. No logrado
2. Medianamente logrado
3. Logrado

Los criterios a valorar mediante la escala Likert con respecto al material elaborado para la propuesta son el diseño y la metodología. Además, en el mismo instrumento de evaluación hay un apartado donde los expertos podrán poner comentarios respecto a cada guía del estudiante.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos en la encuesta de validación.

4.1 DISEÑO DE PROPUESTA

Respecto a este ítem, se hace una separación en 12 indicadores que fueron valorados con escala Likert descrita.

De acuerdo con los aspectos del Diseño de la propuesta, los indicadores que obtuvieron valoración de "Logrado" por los tres expertos fueron los siguientes:

- La redacción de las guías es clara y comprensible para los estudiantes de octavo básico (13-14 años) y ciencias para la ciudadanía (16-18 años).
- La información presentada es concordante con el tema abordado.

Por otra parte, uno de los expertos valoró con "No logrado" el siguiente indicador:

- Los manipulativos virtuales aportan al desarrollo de la clase y contribuye al aprendizaje del estudiante

Esto se debe a que el docente no pudo ejecutar ningún simulador enlazado ya que estaban en formato java, sugiriendo buscar una versión para navegador web.

El resto de los indicadores fueron valorados de manera variada entre "Medianamente logrado" y "Logrado":

- Las guías pueden ser desarrolladas en un tiempo de dos horas pedagógicas cada una.
- Las indicaciones son claras y de fácil comprensión

- Las preguntas poseen una dificultad apropiada para los estudiantes de octavo básico (13-14 años) y ciencias para la ciudadanía (16-18 años)
- Las actividades propuestas son adecuadas para la implementación en el aula
- La guía del docente es adecuada y permite guiar el óptimo desarrollo de la clase
- El uso de los montajes experimentales permite una mejor comprensión de los conceptos asociados a electromagnetismo.
- Los objetivos de cada clase son coherentes con los aprendizajes esperados por el MINEDUC
- Las imágenes aportan al desarrollo de la clase y contribuye al aprendizaje del estudiante
- Los manipulativos virtuales aportan al desarrollo de la clase y contribuye al aprendizaje del estudiante.

En este sentido, de acuerdo con el diseño de la propuesta didáctica en general, se obtienen buenas valoraciones, obteniendo como promedio 31 puntos de 36 que es el máximo posible en este apartado (12 puntos el puntaje mínimo)

4.2 METODOLOGÍA DE PROPUESTA

Respecto a este ítem se hizo una separación de 10 indicadores que reflejan los aspectos de metodología utilizada en la secuencia.

De acuerdo con los aspectos de la Metodología de la propuesta, los indicadores que obtuvieron valoración de "Logrado" por los tres expertos fueron los siguientes:

- En esta propuesta se logra desarrollar habilidades y actitudes relacionadas con la CIENCIA
- En esta propuesta se logra desarrollar habilidades y actitudes relacionadas con la TECNOLOGÍA
- En esta propuesta se logra desarrollar habilidades y actitudes relacionadas con la INGENIERÍA
- Las actividades y preguntas planteadas cumplen con cada etapa de la modelización
- Las metodologías utilizadas permiten el complemento entre un trabajo autónomo con uno colectivo de los estudiantes, tal como es la labor científica.
- Las actividades son coherentes con los objetivos planteados

El resto de los indicadores fueron valorados de manera variada entre "Medianamente logrado" y "Logrado":

- Las guías pueden ser desarrolladas en un tiempo de dos horas pedagógicas cada una.
- Las indicaciones son claras y de fácil comprensión

- Las preguntas poseen una dificultad apropiada para los estudiantes de octavo básico (13-14 años) y ciencias para la ciudadanía (16-18 años)
- La guía del docente es adecuada y permite guiar el óptimo desarrollo de la clase
- EL uso de los montajes experimentales permite una mejor comprensión de los conceptos asociados a electromagnetismo

En este sentido, de acuerdo con la metodología utilizada en la propuesta didáctica, se obtienen buenas valoraciones, obteniendo como promedio 28 puntos de 30 que era el máximo posible en este apartado (10 puntos el puntaje mínimo).

4.3 COMENTARIOS ESPECÍFICOS DE GUÍAS

Respecto a este apartado de validación, los expertos realizaron comentarios a cada una de las guías del estudiante con opiniones y mejoras.

Guía 1: Líneas de Campo Magnético

- Se realizaron comentarios sobre la redacción de algunas oraciones y los términos utilizados para expresar las ideas, sugiriendo usar un lenguaje más adecuado para niños de octavo básico (13-14 años)
- El concepto de campo puede ser difícil de comprender por lo que el docente podría explicar su significado y así poder relacionarlo.
- Se realizaron comentarios sobre la redacción en algunas indicaciones para no generar confusión.
- Al momento de utilizar la aplicación de realidad aumentada se sugiere que se verbalice cómo se usará y lo que se espera ver a través de ésta.

Guía 2: Motor Eléctrico

- Se sugiere aclarar indicaciones en *Evaluar el modelo* con otra imagen de apoyo.
- Numerar las páginas.
- Agregar diagrama de los circuitos para el montaje experimental.
- Se realizaron comentarios sobre la redacción en algunas oraciones.
- Se aconseja agregar explícitamente el valor de intensidad de campo del imán que se utilizará puesto que la medición de esta no se podrá hacer con las herramientas que se disponen para la clase.

Guía 3: Generador eléctrico

- Numerar las páginas.
- Se realizaron comentarios sobre la redacción en algunas oraciones.

- Agregar en *Evaluar el modelo* un esquema sobre el montaje que se espera que el estudiante construya.
- Cambiar formato de los simuladores a uno compatible con navegador web en formato html5.
- Se sugiere el uso de imágenes más contextualizadas para la realidad nacional, específicamente, cambiar las imágenes a generadores eólicos o placas solares (aunque en este caso, las placas solares no funcionan con el mismo principio físico).

Guía 4: Bobinas y transformador

- Numerar las páginas.
- Cambiar “input” y “output” por “entrada” y “salida” respectivamente, ya que son términos que los estudiantes no puedan manejar.
- En *Expresar el modelo y utilizarlo* recomiendan cambiar la imagen del transformador ya que tiene la misma cantidad de espiras en la bobina primaria y secundaria.
- Agregar diagrama de los circuitos para el montaje experimental.
- Se realizaron comentarios sobre la redacción en algunas oraciones.
- Cambiar formato de los simuladores a uno compatible con navegador web en formato html5.
- Se destaca el uso de cargadores de celular en la primera actividad debido a la presencia de este aparato en la vida cotidiana de los estudiantes
- Indicar diferencias entre los conceptos de AC y DC para no generar confusión en los estudiantes y mencionar respecto a sus beneficios en los distintos aparatos eléctricos.

Otros comentarios a la guía del docente:

- Se realizaron comentarios en la redacción en algunas oraciones.
- En la Sesión 4 “Bobinas y transformador” como docente hay que ser enfático e insista en que los estudiantes no repliquen el “invento” descrito en *Sentir la necesidad de un modelo* por lo peligroso que es.
- Buscar otra opción para aquellos docentes/colegios que no cuentan con ninguna interfaz para poder llevar a cabo el montaje experimental de la sesión.
- Se comenta acerca de la dificultad que podría representar el aprendizaje de algunos conceptos físicos relativos al electromagnetismo y también la dificultad de mantener la disciplina científica en estudiantes de octavo básico, por lo que se sugiere que las clases apunten hacia Ciencias para la ciudadanía.

4.4 Análisis de resultados

Luego de haber explicitado las apreciaciones y comentarios por parte de los expertos validadores, se realizará un análisis de éstas considerando cada ámbito que compone la encuesta de validación: diseño, metodología y material elaborado.

4.4.1 Respeto al diseño de la propuesta

De acuerdo con este ámbito, los validadores de la propuesta sugieren que tanto la redacción como la coherencia entre la información y el tema abordado en cada guía fueron bien ejecutadas, y de esto se desprende que no se debieran hacer correcciones al respecto. Sin embargo, en general los validadores indican que los estudiantes de octavo básico podrían eventualmente presentar dificultades con el entendimiento de algunas palabras y conceptos. Respecto a esto, conviene revisar la dificultad de algunos verbos utilizados, tomando en cuenta la Taxonomía de Bloom, así como también realizar cambios en la estructura de la clase para introducir conceptos más complejos, como el de campo magnético en la primera guía.

Los manipulativos virtuales presentaron problemas para uno de los expertos validadores puesto que el formato no era compatible con su dispositivo electrónico. Esto puede presentar un problema serio al momento de realizar la clase puesto que no todos tienen lectores de Java. Además, hay una inconsistencia en el uso de los MV debido a que se adjuntan en código QR, y en la guía del docente se indica que este último debe proyectar estos en pizarra. En este sentido y considerando el problema del formato, se sugiere retirar los códigos QR de la guía y reemplazarlos por imágenes más claras de lo que se observará en la proyección. Para el caso de la aplicación de realidad aumentada, se debe adjuntar la hoja en la misma guía y solicitar la instalación de la aplicación previo a la clase.

El material audiovisual, imágenes y ejemplos utilizados en las guías en general fue bien evaluado, destacando la contextualización de estos a la realidad nacional, sugiriendo solo un cambio en la parte de generadores (uso de generadores eólicos más que energía termoeléctrica en Chile).

De acuerdo con el tiempo de duración de cada sesión, se desprende que la propuesta está más orientada a la aplicación en Ciencias para Ciudadanía debido a que algunas actividades representan mayor dificultad y por ende requieren más tiempo para su desarrollo en contextos de 8°Básico.

Respecto a las indicaciones de cada experimentación (Evaluar el modelo) falta explicitar las instrucciones y dejar claro lo que se pretende observar y trabajar en cada montaje experimental. Este cambio extendería el tamaño de la guía, pero reduciría la duración de esta etapa, debido a que los estudiantes tendrían menos dudas acerca de la actividad a desarrollar.

4.4.2 Respeto a la metodología de la propuesta

Uno de los primeros aspectos a revisar en este ámbito, es la valoración de la presencia de una de las dimensiones de STEM que corresponde a Matemáticas. Dentro de la validación de expertos, dos de ellos la califican con un 2 y uno de ellos con un 3. A pesar de que el principal enfoque de la propuesta didáctica es más cualitativa que cuantitativa, habría que agregar algunas actividades donde los estudiantes puedan realizar cálculos o utilicen expresiones matemáticas para dar explicación a algún modelo, como el caso de la Fuerza de Lorentz, los transformadores o la Ley de Faraday-Lenz.

Respecto a las actividades de proyecto propuestas al final de cada sesión, recibieron una valoración positiva, pero se sugiere que no fuese solamente una actividad de cierre de sesión, sino que además una actividad que involucre a la clase siguiente para que haya una continuidad de los contenidos y no se traten como temas independientes entre sí.

Por último, sobre si los proyectos propuestos representan una dificultad adecuada en los niveles en que se implementará, fue valorado positivamente, pero especificando algunas consideraciones a tener con los estudiantes de octavo básico. Para este caso se recomienda que los estudiantes en vez de realizar una variedad de proyectos, todos realicen el mismo, y a la vez, que posea una menor dificultad para que se pueda llevar a cabo de manera eficiente. Ocurre lo mismo con el uso de los manipulativos virtuales utilizados, en este sentido, se sugiere que éstos últimos ejecutados por el docente y se proyecten en pizarra, siendo manipulados por un representante de cada grupo.

4.4.3 Respeto al material elaborado

En general, el material elaborado presentó una apreciación positiva por parte de los expertos, destacando en las cuatro guías del estudiantes mejorar la redacción de algunas instrucciones, cambio de imágenes, agregar numeración a las páginas y en algunos casos dificultades en el uso de los manipulativos. Además de lo ya mencionado, a continuación, se referirá a ciertos aspectos a mejorar en cada guía.

Respecto a la *Guía 1: líneas de campo magnético*, el principal aspecto a considerar es la comprensión del concepto de Campo por parte de los estudiantes de octavo que puede presentar mayor dificultad al entenderlo, por lo que se sugiere que él o la docente lo explique para que los estudiantes puedan relacionarlo con las actividades de la sesión.

Respecto a la *Guía 2: motor eléctrico*, para no tener dificultades en la etapa *Evaluar el modelo*, agregar una imagen del circuito para el montaje experimental donde se pueda apreciar las conexiones que se deben hacer. También cambiar en la guía que cuando se mida la variable de la intensidad del campo magnético, sea una medida conocida teniendo en cuenta el valor del campo del imán que se estará usando en ese momento y no medirlo en el instante.

Respecto a la *Guía 3: generador eléctrico*, se sugiere además de usar led, el uso de una ampolleta debido a su tamaño e intensidad lumínica para una mejor apreciación de que está funcionando el dinamo. Agregar que, en la ilustración de la última actividad, cambiar las imágenes de energía eólica o paneles solares para representar un contexto más cercano a los estudiantes.

Y finalmente, respecto a la *Guía 4: bobinas y transformadores*, sobre los conceptos de input y output explicar a los estudiantes lo que significa cada uno y que esas indicaciones están presentes en la mayoría de los aparatos eléctricos, al igual que los términos de AC y DC. También una de las imágenes de la etapa *Expresar el modelo y utilizarlo*, debe cambiarse por una donde el transformador presente diferente cantidad de espiras en las bobinas primarias y secundarias y no la misma cantidad. Además, uno de los montajes experimentales requiere el uso de un interfaz que genere una corriente eléctrica alterna, en caso de que el docente o el establecimiento no disponga de uno, se sugiere que sea reemplazado por un alternador para poder llevar la actividad.



CAPÍTULO V: CONCLUSIONES

En este último capítulo se mencionan y detallan las conclusiones de la propuesta didáctica acerca del aprendizaje de contenidos sobre electromagnetismo para estudiantes de enseñanza media, considerando: las habilidades y actitudes de la investigación científica que se desarrollarán; la aplicación del Modelo STEM en el aula; el cumplimiento del objetivo general y los objetivos específicos; y las proyecciones acerca de una futura aplicación o refinamiento de la propuesta.

Las conclusiones y comentarios de este seminario de grado se sustentan en la validación por juicio de expertos, las cuales validan la Propuesta de Aprendizaje desde la visión de docentes con experiencia en distintos contextos. Los expertos en sus validaciones evaluaron de forma positiva la Propuesta didáctica, destacando el diseño de la propuesta misma, y la metodología utilizada para construir el material del estudiante y docente.

5.1 Conclusiones sobre el proceso de validación

En torno al modelo STEM de educación, se puede concluir que las 4 dimensiones estuvieron presentes de manera integrada en la propuesta didáctica. Esto se destaca gracias a la naturaleza de la metodología utilizada, a las adaptaciones que se realizaron a esta, y a las actividades propuestas.

En la dimensión **Ciencias**, se destaca la modelización como una metodología útil para desarrollar las habilidades y actitudes, permitiendo al estudiante hacer ciencias, y desarrollar un lenguaje científico que se enriquece a medida que se avanza por las sesiones.

Respecto a la dimensión **Tecnología** se destaca el uso de diversos recursos digitales y la impresión 3D, el cual facilita el proceso de investigación científica para la creación de los nuevos modelos físicos de los estudiantes sobre los fenómenos que se están estudiando.

Tomando en cuenta la dimensión **Ingeniería**, el desarrollo del proyecto promueve la participación de los estudiantes en el desarrollo de explicaciones y soluciones a problemáticas de la vida real, desarrollando la creatividad y curiosidad para la construcción de distintos objetos para solucionar problemáticas contextualizadas

Finalmente, en la dimensión de **Matemática** tuvo una débil presencia a lo largo de las sesiones, apreciándose implícitamente en algunas actividades como, analizar de ciertas ecuaciones o determinando la relación de proporcionalidad que existe en diversas variables.

En relación con los objetivos de STEM en educación, se puede concluir que se cumplieron a cabalidad, puesto que la naturaleza de las actividades en cada sesión se promueve el desarrollo de habilidades como la investigación, curiosidad y creatividad de los estudiantes, utilizando tecnologías y herramientas tecnológicas para entender cómo esta afecta al mundo que los rodea, permitiéndoles tomar decisiones y actuar de manera crítica frente a problemáticas reales.

Existe una coherencia con cada actividad desarrollada en las distintas etapas de la modelización con una dificultad adecuada para los estudiantes, permitiéndoles desarrollar las distintas habilidades y actitudes científicas.

Dependiendo de la cantidad de estudiantes que estén presentes en cada sesión, se propone reducir algunas actividades que sean más repetitivas, propias del proceso de modelización, o realizarlas en menor tiempo con el fin de que puedan desarrollarse por completo cada sesión.

Los recursos digitales seleccionados para algunas sesiones presentaron problemas en el formato adjunto a las guías, por lo que se propone buscar manipulativos que se puedan ejecutar en la mayor cantidad de dispositivos. A pesar de lo anterior, el uso de estos recursos significa un real aporte al aprendizaje de los contenidos y a la construcción de modelos físicos.

5.2 Conclusiones sobre propuesta didáctica

El enfoque STEM enriquece de nuevas formas de organizar, comprender y aplicar la ciencia en educación, por lo que representa un desafío importante para la comunidad educativa. Con relación a esto, el desarrollo mismo de una propuesta didáctica STEM requiere de una base teórica rica en diversidad didáctica y recursos innovadores y llamativos que den el ancho al momento de promover el desarrollo de competencias para el siglo XXI. En este sentido, tanto el ABP como la enseñanza basada en la construcción de modelos son metodologías fuertes y adecuadas para tal fin. Considerando lo anterior, el cambio de los programas de estudio de Ciencias para 3° y 4° Medio otorgó aún más fuerza a la propuesta de la que se hubiese obtenido al diseñarla para la asignatura de Física de 4° Medio (Marco Curricular), debido a la naturaleza interdisciplinar de la nueva CPC, en donde no solo integraríamos conocimientos físicos a la dimensión Science de STEM, si no saberes relacionados con la salud, biología, ecología y química.

La integración de ABP con Modelización representa un conjunto de construcciones importantes. Por un lado, el ABP se focaliza en la construcción de soluciones materiales a problemáticas reales y contextualizadas, mientras que el proceso de modelización se focaliza en la construcción del modelo físico que sustenta al funcionamiento del proyecto, por lo que en su totalidad representa una metodología densa, pero completa y potente tanto para el estudiante como para el docente. Respecto a lo anterior, solo la implementación de esta propuesta nos proporcionaría información respecto a la carga laboral que experimenta el estudiante y el docente.

El acto de proponerse un modelo físico ayuda implícitamente a desarrollar actividades precisas a cada idea que surge en el proceso, explicitando el conocimiento. Además, la planificación de clases en base a un modelo otorga la capacidad de controlar el desarrollo de éste, de las formas de razonamiento y de las habilidades y actitudes que se promueven para el desarrollo del estudiante, pudiendo abarcar varias ideas con un mismo sentido, al contrario de lo que sería

trabajar en torno a un objetivo, en donde surgen ideas variadas que muchas veces divergen del foco.

La naturaleza metodológica de la propuesta permite realizar nuevas clases de ciencia experimental e investigativa sin requerir de un laboratorio, sino que son aplicables en el aula. Sin embargo, de acuerdo con la organización y la selección de recursos para las diferentes sesiones, éstas se pueden adaptar y realizar de manera virtual, permitiendo una educación e-Learning, ya que los recursos tecnológicos seleccionados requieren principalmente de un ordenador o dispositivo móvil para poder ejecutarlos. De esta manera los estudiantes de manera individual o con ayuda del docente en una clase online, podrán desarrollar sin ninguna complicación las sesiones. Para el caso de los montajes experimentales diseñados, los estudiantes podrían verlos a través de videos, en donde el docente se pueda grabar mostrando los montajes y realizando las actividades de cada sesión de acuerdo con las instrucciones.

En concordancia con todo lo mencionado anteriormente, se puede concluir que la Propuesta didáctica permite trabajar el módulo de Seguridad, Prevención y Autocuidado, tema propuesto en la unidad de “Amenazas y riesgos cerca de nosotros” de las Bases Curriculares actuales de CPC, cuyos objetivos curriculares de aprendizaje específicos de este tema son: Diseñar, evaluar y mejorar soluciones que permitan reducir las amenazas existentes en el hogar y en el mundo del trabajo (en sistemas eléctricos y de calefacción, y exposición a radiaciones, entre otros) para disminuir posibles riesgos en el bienestar de las personas y el cuidado del ambiente; diseñar proyectos tecnológicos que permitan resolver problemas personales y/o locales de diversos ámbitos de la vida (como vivienda y transporte, entre otros). Respecto a la implementación de la propuesta didáctica a nivel de octavo básico, ésta es válida para tratar los temas referentes a la unidad de “Electricidad y Calor” de las Bases Curriculares actuales, considerando las correcciones a realizar mencionadas anteriormente por los validadores, para así poder abordar el objetivo de aprendizaje **OA 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).

Por otro lado, según el objetivo propuesto para este seminario de grado: Desarrollar una propuesta didáctica sobre los contenidos y aplicaciones de Electromagnetismo utilizando un enfoque STEM para estudiantes de Enseñanza media, de manera que los estudiantes vinculen modelos físicos con dispositivos eléctricos de uso cotidiano y así desarrollen habilidades y actitudes para la investigación científica. Se puede concluir que fue logrado exitosamente ya que todos los objetivos específicos fueron abordados ya que: Se logró diseñar cuatro actividades sobre los contenidos de Electricidad y Magnetismo basadas en la modelización, aprendizaje basado en proyecto y utilización de Tics; se elaboraron los montajes experimentales acordes a los tópicos escogidos dentro de la unidad de electricidad y el magnetismo; y se propuso una

secuencia didáctica para enseñanza media recibiendo la validación correspondiente por medio de expertos. El cumplimiento de estos tres objetivos específicos mencionados está justificado en el capítulo III que detalla la propuesta didáctica y en los recursos adjuntados en el Anexo, específicamente, en las guías del estudiante y del docente.

5.3 Proyecciones

El modelo electromagnético que trabajamos en esta propuesta estaba acotado a fenómenos magnéticos, por lo que, como proyección a futuro, se espera ampliarla a un modelo completo, considerando electricidad y circuitos RC y utilizando recursos de la misma naturaleza, como: montajes experimentales 3D, manipulativos virtuales, realidad aumentada y material audiovisual. En relación con esto, es ideal considerar la integración de la química o de otros saberes afines.

Es interesante desde el punto de vista ingenieril, promover habilidades de diseño de montajes en softwares, por lo que también el ABP se puede orientar al desarrollo de montajes reales y funcionales, utilizando softwares especializados en diseño 3D. En concordancia con esto, también puede resultar llamativo e interesante la integración de la programación en el desarrollo de dichos proyectos, promoviendo al desarrollo de habilidades tanto ingenieriles como matemáticas. Sin embargo, estas ideas de implementación están acotadas por los recursos y programas de estudio seleccionados por los distintos tipos de establecimientos.

Por último, se invita a los docentes de Ciencias interesados en propuestas didácticas de esta naturaleza, a utilizar libremente el material diseñado y recursos sugeridos en este seminario de grado para la enseñanza del Magnetismo en contextos educativos formales e informales.

REFERENCIAS

- Almudí, J. M., Zuza, K., y Guisasola, J. (2016). Aprendizaje de la teoría de inducción electromagnética en cursos universitarios de física general. Una enseñanza por resolución guiada de problemas. *Enseñanza de las ciencias*, 7-24.
- Barajas, M. (2019). *Apoyando la formación del profesorado STEM para el desarrollo de competencias. Perspectivas sobre el espacio de intervención en España*. Barcelona.
- Carolyn, B. J., Elmer, R., y Gilbert, J. K. (2000). Positioning Models in Science Education and in Design and Technology Education. En B. J. Carolyn, & J. K. Gilbert, *Developing Models in Science Education* (Springer, Dordrecht. pp. 3-17).
- CORFO. (2017). *Preparando a Chile para la sociedad del conocimiento: Hacia una coalición que impulse la Educación STEAM*. Santiago .
- Cosuo, D. (2014). De la moda de “aprender indagando” a la indagación para modelizar: una reflexión crítica. *26 Encuentros de didáctica de las ciencias experimentales*. Huelva: Universidad de Huelva. Obtenido de http://uhu.es/26edce/actas/docs/conferencias/pdf/26ENCUENTRO_DCE-ConferenciaPlenariaInaugural.pdf
- Couso, D. (2017). El enfoque STEM para la educación científica de infantil a la universidad. *Conferencia en 2º Congreso de Sociedad Chilena de Educación Científica* (pág. 18). Santiago: SCHEC.
- Couso, D. (2017). Per a què estem en STEM? Un intent de definir l'alfabetització STEM per a tothom i amb valors. *Revista Ciències*, Volumen (34), 22-30.
- Cózar, R., del Valle, M., Hernandez, J., y Hernandez, J. (2015). Tecnologías emergentes para la enseñanza de las Ciencias Sociales. Una experiencia con el uso de Realidad Aumentada en la formación inicial de maestros. *Digital Education Review*. Ejemplar (27), 138-153.
- Griffin, P., y Care, E. (2014). *Assesment and Teaching of 21st Century Skills*. Springer. DOI: 10.1007/978-94-017-9395-7
- Grundy, S. (1994). *Producto o praxis en el currículum*. Madrid: Morata.
- Guisasola, J., Almudí, J. M. y Ceberio, M. (2003). Concepciones alternativas sobre el campo magnético estacionario. *Enseñanza de las Ciencias*. Volumen (14), 281-293.
- Hodson, D. (1992). In search of a meaningful relationship: an exploration of some issues relating to integration in science and science education. *International Journal of Science Education*, 541-562.
- Justi, R. (2006). La enseñanza de ciencias basada en la elaboración de modelos. *Enseñanza de las ciencias*, 173-184.
- López, V., Couso, D. y Simarro, C. (2018). Educación STEM en y para el mundo digital. Cómo y por qué llevar las herramientas digitales a las aulas de ciencias, matemáticas y tecnologías. *Revista de Educación a Distancia*, Volumen (20), 1-29
- MINEDUC. (10 de Marzo de 1990). Ley N°18962. *Diario Oficial de la República de Chile*.
- MINEDUC. (2008). *Marco para la buena enseñanza*. Santiago.

- MINEDUC. (2009). *¿Qué nos dice PISA sobre la educación de los jóvenes en Chile?* Santiago.
- MINEDUC. (12 de Septiembre de 2009). Ley N°20370. *Diario Oficial de la República de Chile*.
- MINEDUC. (2009). *Objetivos Fundamentales y Contenidos Mínimos Obligatorios de la Educación Básica y Media*. Unidad de currículum y evaluación.
https://www.curriculumnacional.cl/614/articles-34641_bases.pdf
- MINEDUC. (2012). *Estándares orientadores para carreras de pedagogía en educación media*. CPEIP. <https://www.cpeip.cl/wp-content/uploads/2016/07/libromediafinal.pdf>
- MINEDUC. (2015). *Bases Curriculares 7°básico a 2°medio*. Unidad de Currículum y Evaluación.
https://www.curriculumnacional.cl/614/articles-34949_Bases.pdf
- MINEDUC. (2019). *Bases Curriculares 3° y 4° medio*. Unidad de currículum y evaluación.
https://www.curriculumnacional.cl/614/articles-133992_recurso_10.pdf
- MINEDUC. (2019). *Formacion Ciudadana: Ciudadanía Digital*. Obtenido de Formacion Ciudadana: <https://formacionciudadana.mineduc.cl/ciudadania-digital/>
- MINEDUC. (2019). *Metodología de aprendizaje basado en proyectos*. Unidad de Currículum y Evaluación del Ministerio de Educación. https://www.curriculumnacional.cl/614/articles-140166_recurso_pdf.pdf
- Morgan, M. S., y Morrison, M. (1999). Models as Mediating instruments. En M. S. Morgan, & M. Morrison, *Models as Mediators* (Cambridge University Press. pp. 10-37).
- OECD. (2015). *OCDE360: Chile 2015: ¿En qué situación está Chile comparativamente?* Paris: OECD Publishing.
- Osborne, J. (2014). Teaching Scientific Practices: Meeting the Challenge of Change. *Journal of Science Teacher Education*, 177-196.
- Papert, S., & Harel, I. (1991). *Constructionism*. Ablex Publishing.
- Portal educarchile. (2016). *educarchile.cl*. Obtenido de <https://www.educarchile.cl/la-educacion-hoy#habilidades-siglo-xxi>
- Sacristán, J. G. (2010). *Saberes en incertidumbres sobre el currículum*. Madrid: Morata.
- Soto Alvarado, M., Ferrer Sánchez, D., Pintó, R., Couso, D., & López Simó, V. (2016). *Dissipació de l'energia per fregament: seqüència didàctica per a l'estudi de l'energia*. Barcelona: CRECIM.
- USACH, D. d. (6 de Noviembre de 2018). *Physalis*. Obtenido de <https://innovacionblockc.webnode.cl/>
- Vázquez García, A. (2019). *Educación en STEM, diseño de actividades interdisciplinarias*. Salamanca.
- Zamorano Escalona, T., García Cartagena, Y., & Reyes González, D. (2018). Educación para el sujeto del siglo XXI: principales características del enfoque STEAM desde la mirada educacional. *Contextos: Estudios de Humanidades y Ciencias Sociales*.

ANEXOS



ANEXO 1: GUÍAS DEL ESTUDIANTE (MATERIAL REFINADO

Guía 1: Líneas de Campo Magnético

Guía 1: Líneas de Campo Magnético

Nombre completo	:	
Curso	:	

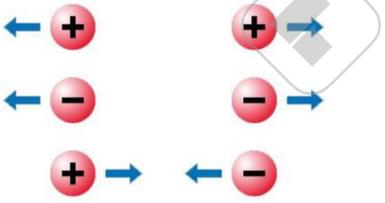
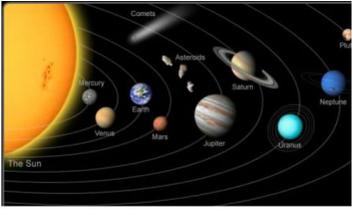
Instrucciones

1. Esta guía tiene una estructura lineal por lo que es importante desarrollar cada actividad según indicaciones del docente.
2. En el caso de haber terminado algún ítem individual, esperar que el resto de los integrantes del grupo terminen.
3. En caso de dudas o consultas, mantenerse en el puesto y levantar la mano para asistencia del docente.

ACTIVIDAD 1

1. Sentir la necesidad de un modelo

Desde actividades cotidianas, hasta el comportamiento de los planetas con respecto a su estrella tienen como eje fundamental las leyes físicas del movimiento. En este sentido, hay magnitudes y variables comunes que están presente en cada una de las siguientes imágenes.

Respondiendo de manera individual ¿Existe alguna semejanza entre las situaciones? ¿Qué conceptos físicos están asociados a las imágenes?

--

De acuerdo con el (los) concepto(s) físico(s) asociado(s) a las imágenes ¿Se podrían clasificar de alguna manera? ¿Cómo?

--

2. Expresar el modelo y utilizarlo

Desde nuestra experiencia...

Si nos ponemos a observar nuestro alrededor, nos daremos cuenta de que todo el entorno está en constante interacción. Estas interacciones son de distinta naturaleza y son evidentes desde situaciones tan comunes como patear un balón, hasta el movimiento de las cargas eléctricas por un conductor.

- 1) **De manera personal**, realice una ilustración gráfica de cada situación y represente las interacciones en un diagrama, señalando claramente qué tipo de interacción (tipos de fuerza o naturaleza de la interacción) cree que está presente en cada caso.

Hombre empujando un auto	
Tres cargas iguales a la misma distancia entre sí	

Imán rectangular cerca de polvo de hierro

- 2) ¿De qué manera crees que el imán interactúa con el hierro a su alrededor? ¿Qué le hace el imán a su entorno?

3. Evaluar el modelo

En las explicaciones anteriores, de una u otra forma se ha hecho énfasis en las interacciones de distinta naturaleza y en el cambio que generan en su entorno. Ahora, intentemos profundizar en qué es lo que está sucediendo y qué variables afectan en la situación del imán. Para esto, se dispondrá de un imán y limadura de hierro, con el fin de recrear la última situación descrita.

Situación 1. Un imán rectangular sobre un dispensador con limadura de hierro.

Situación 2. Un imán circular sobre un dispensador con limadura de hierro.

- 3) Completa la siguiente tabla representando con un diagrama o dibujo ambas situaciones descritas, en primera instancia, con lo que crees que ocurrirá, y luego con las observaciones e interpretación de cada caso.

Situación	Predicción (individual)	Observación (grupal)	Interpretación (individual)
 Situación 1			
 Situación 2			

Comparte tu interpretación con el resto del grupo y a continuación respondan de manera individual la siguiente pregunta.

Interpretación y explicación (individual)
¿De qué manera crees que el imán interactúa con el hierro a su alrededor? ¿Qué le hace el imán a su entorno?

4. Revisar el modelo

DISCUTE CON TUS COMPAÑEROS Y REvisa TUS EXPLICACIONES

Luego de realizar la experiencia, te percataste que alrededor del imán se produce un cambio en su entorno, el cual éste genera una interacción con algunos metales como fue el caso de la limadura de hierro en la caja transparente. ¿Pasó en algún momento por tu cabeza el concepto de campo?, ¿el imán genera algún campo en su entorno de tal manera que pueda interactuar con ciertos objetos? y de ser así ¿de qué naturaleza es ese campo? ¿tendrá algún símil con el campo eléctrico o el campo gravitacional terrestre?

Con el apartado anterior, los resultados experimentales y lo que conoces a partir de las discusiones y razonamiento personal, se ha escrito una posible explicación acerca de la situación descrita. A continuación, vamos a poner en común estas explicaciones y construir una explicación consensuada.

Explicación (individual)
¿De qué manera crees que el imán interactúa con el hierro a su alrededor? ¿Qué le hace el imán a su entorno?

ACTIVIDAD 2**2. Expresar el modelo y utilizarlo.**

Te darás cuenta de que los imanes además de atraerse también pueden repelerse dependiendo de cómo los orientemos entre ellos. Ahora con estas nuevas ideas de campo magnético y líneas de campo trata de explicar a qué se debe esta atracción y repulsión que se produce entre ellos.

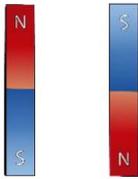
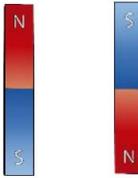
Explicación (Individual)

3. Evaluar el modelo.

Ahora analizaremos qué ocurre con las líneas de campo magnético en distintas situaciones con la ayuda de una segunda caja transparente con limadura de hierro en su interior y con dos imanes idénticos.

- 4) A continuación, se presenta una tabla con tres posiciones de las cuales estarán los imanes ordenados de distinta forma. Primero realiza un dibujo de cómo creerás que serán las líneas de campo magnético entre los imanes y en su alrededor. Luego dispón de los imanes de tal manera que tengan las mismas posiciones en las situaciones descritas a continuación y dibuja cómo fueron las líneas de campo magnéticos generadas en cada caso.

Predicción (Individual)	Observación (grupal)
1) 	

Predicción (Individual)	Observación (grupal)
2) 	
3) 	

Compara tu predicción con lo que observaste y a continuación respondan de manera individual la siguiente pregunta.

Interpretación y explicación (individual) ¿Cómo se podrá explicar la repulsión y atracción de los imanes con las líneas de campo magnético?, ¿Que debe ocurrir con las líneas para que los imanes se atraigan y para que se repelen?
(Empty space for student response)

4. Revisar el modelo

DISCUTE CON TUS COMPAÑEROS Y REVISAS TUS EXPLICACIONES

Luego de realizar la experiencia, habrás notado que los imanes poseen dos extremos que al acercarlos pueden atraerse o repelerse dependiendo cada caso. Estos extremos se conocen como dipolos magnéticos, siendo uno de ellos un polo Norte y el otro un polo Sur, pero ¿existirá algún

imán con un solo polo magnético, es decir, un monopolo magnético? Discute esto con tus compañeros y tu profesor.

Con el apartado anterior, los resultados experimentales y lo que conoces a partir de las discusiones y razonamiento personal, se ha escrito una posible explicación acerca de la situación descrita. A continuación, vamos a poner en común estas explicaciones y construir una explicación consensuada.

Interpretación y explicación (individual)
¿Cómo se podrá explicar la repulsión y atracción de los imanes con las líneas de campo magnético?, ¿Que debe ocurrir con las líneas para que los imanes se atraigan y para que se repelen?

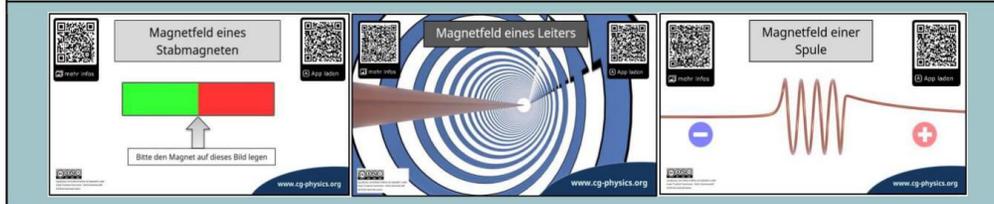
ACTIVIDAD 3

4. Revisar el modelo

DISCUTE CON TUS COMPAÑEROS Y REVISAS TUS EXPLICACIONES

Recordando la unidad anterior, sabemos que, al tener una carga eléctrica en reposo, se genera un campo eléctrico en su alrededor, pero ¿qué pasará con el campo eléctrico si la carga ya no es estática, por ejemplo, en un hilo conductor donde circule una cierta corriente?, ¿Tendrá alguna relación con el comportamiento de un imán o serán situaciones completamente distintas?

A continuación, utilizarás la aplicación [cg-physicsAR](#) disponible gratuitamente en Play Store (Android). En esta app podrás explorar qué es lo que le hace al entorno los imanes y cuando hay de cargas en movimiento a través de un hilo conductor.



Para la realización de esta actividad, sigue las siguientes indicaciones

1. Instala la aplicación (disponible en Play Store y App Store).
2. Da los permisos necesarios para que la aplicación utilice la cámara de tu smartphone
3. Escanea las plantillas entregadas en el orden sugerido en el apartado anterior (de izquierda a derecha)
4. Observa en cada caso el comportamiento de las líneas de campo magnético.

5. Consensuar el modelo

Realiza una puesta en común con los demás grupos, mencionando las ideas que han aprendido y luego realicen un consenso de éstas con su profesor.

- 5) ¿A qué conclusión puedes llegar? Detalla, con tus compañeros de grupo, las ideas que han aprendido o fortalecido con las actividades

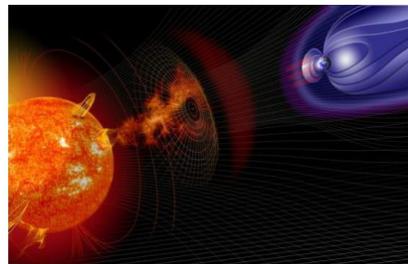
Respecto a la interacción de un imán con su entorno.

Respecto a la interacción entre imanes.

Respecto a un conductor por el cual circula una corriente.

6. Aplicar el modelo a nuevos fenómenos (Trabajo en casa)

Actividad de Investigación. El Sol constantemente está liberando energía mediante la radiación solar. Dentro de esta radiación hay una gran cantidad de partículas ionizadas (cargadas) que son altamente energéticas y peligrosas para la vida en la Tierra, pero a medida que se acercan al planeta, experimentan una desviación. Utilizando todos los conceptos e ideas vistas en clases, intenta dar una explicación a la situación descrita e investigar de esta protección natural.



Actividad de proyecto.

En relación con lo conversado acerca de líneas de campo y electroimán, desarrollar un **bosquejo de diseño** innovador que dé solución a alguna problemática del contexto nacional, como por ejemplo transportes, cuidado del medio ambiente, salud, etc. Considerar y escribir los riesgos, costos y materiales que serían necesarios.

Guía 2: Motor Eléctrico

Guía 2: Motor Eléctrico

Nombre completo	:	
Curso	:	

Instrucciones

1. Esta guía tiene una estructura lineal por lo que es importante desarrollar cada actividad según indicaciones del docente.
2. En el caso de haber terminado algún ítem individual, esperar que el resto de los integrantes del grupo terminen.
3. En caso de dudas o consultas, mantenerse en el puesto y levantar la mano para asistencia del docente.

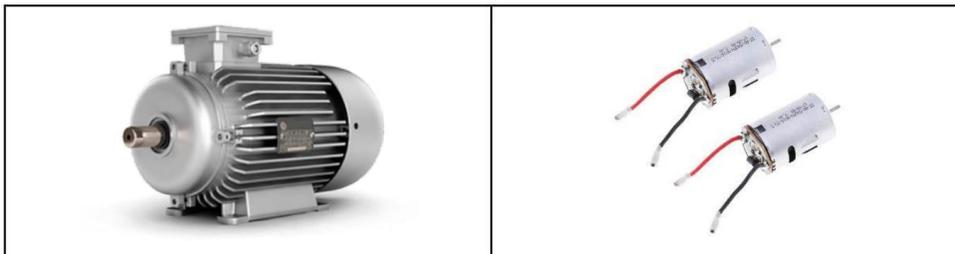
ACTIVIDAD 1

1. Sentir la necesidad de un modelo

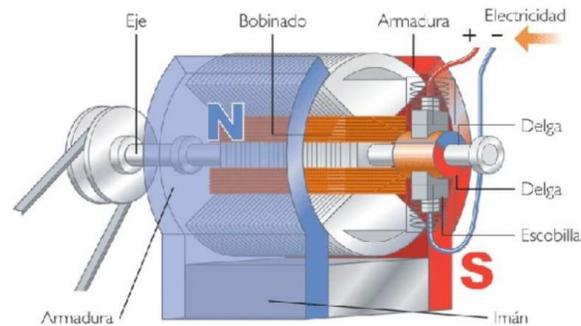
Muchos de los dispositivos domésticos que utilizamos en nuestros hogares necesitan de energía eléctrica para poder funcionar, algunos como los que se muestran en las siguientes imágenes.



Estos electrodomésticos tienen en común un elemento sumamente esencial en la mayoría de los dispositivos eléctricos modernos, el motor eléctrico. Sin embargo, poco conocemos del principio científico y físico del funcionamiento de este elemento.



Comencemos por ver algunas partes de la estructura interna de un motor eléctrico:



Como podemos observar, un motor eléctrico consta principalmente de imanes, un conductor eléctrico (embobinado) y una fuente de poder. Con respecto a esto, responde las siguientes preguntas

Explicación (individual) ¿Qué función crees que cumple el imán en la estructura interna del motor?

Explicación (individual) ¿Por qué crees que el conductor está enrollado en forma de bobina y no es un hilo recto?

2. Expresar el modelo y utilizarlo

Desde nuestra experiencia...

Ya hemos visto en la guía anterior el comportamiento de un hilo conductor y el de una bobina cuando están conectados a una fuente de poder, pero ahora, ¿qué ocurrirá con éstos cuando estén cerca de un imán?, Plantea una(s) hipótesis para esta interrogante en el apartado de abajo.

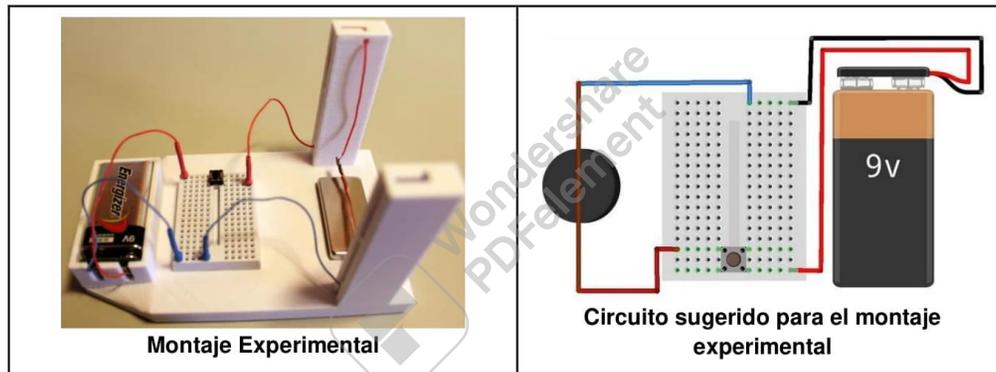
Respecto de la interacción entre un imán y un cable por el cual circula corriente...

3. Evaluar el modelo

En las explicaciones anteriores, de una u otra forma se ha hecho una aproximación a la comprensión de la interacción entre un campo magnético y un conductor eléctrico (con corriente y sin corriente) Ahora, intentemos profundizar en qué es lo que está sucediendo y qué variables afectan en las situaciones descritas. Para esto, se dispondrá de un montaje experimental que nos permitirá definir y dar una futura explicación.

Para esta parte, se hará análisis de diferentes situaciones donde se acercará un imán en los siguientes casos:

1. Caso 1: hilo conductor recto sin conectar a una fuente de poder.
2. Caso 2: hilo conductor recto conectado a una fuente de poder.
3. Caso 3: hilo conductor embobinado sin conectar a una fuente de poder.
4. Caso 4: hilo conductor embobinado conectado a una fuente de poder.



Casos	Predicción (individual)	Observación (grupal)	Interpretación (individual)
Caso 1: hilo conductor recto sin conectar a una fuente de poder			

Caso 2: hilo conductor recto conectado a una fuente de poder.			
Caso 3: hilo conductor embobinado sin conectar a una fuente de poder.			
Caso 4: hilo conductor embobinado conectado a una fuente de poder.			

En base a la experiencia y discutido en la sesión da una explicación de cómo funciona un motor eléctrico.

4. Revisar el modelo

DISCUTE CON TUS COMPAÑEROS Y REVISAS TUS EXPLICACIONES

Tomando en cuenta lo que hemos estudiado durante esta unidad, entendemos de alguna forma que la presencia de un imán altera el espacio y por lo tanto, el entorno reacciona de diferentes maneras. Cuando interpretaste y definimos algunos conceptos en el apartado anterior ¿Consideraste conceptos como...

- ¿Flujo magnético?
- ¿Líneas de campo?
- ¿Intensidad de corriente?
- ¿Fuerza magnética?

Estas variables anteriormente están relacionadas estrechamente. Es más, existe una relación matemática entre las variables manipuladas en la experiencia. Como notaste, mientras más intenso es el campo magnético del imán, el movimiento de la espira (o el conductor) es más notorio, y esto varía en relación con la corriente que pasa por el conductor (mientras más corriente pase, más fuerza magnética realiza el imán).

Expresado matemáticamente...

$$\vec{F} = IL \times \vec{B}$$

Donde I es intensidad de corriente [Amperes],
 L el largo del conductor [metros] y B el vector
campo magnético [Gauss].

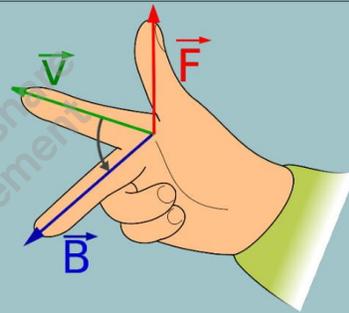


Ilustración 1: Regla de la mano derecha

En la ilustración, V indicaría la dirección y sentido de la corriente eléctrica en la ecuación.

Aplicaremos la relación anterior con nuestro montaje experimental, para esto se deberá tener una aproximación de cada una de las siguientes variables a medir:

Intensidad de corriente (I) = _____ [A]

Longitud del cable de cobre (L) = _____ [m]

Intensidad del campo magnético del imán (B) = _____ [T]

Ahora deben reemplazar los valores de las cantidades medidas en la ecuación de la magnitud de la fuerza de Lorentz para calcular el módulo de la fuerza que experimenta el cable de cobre:

$$F = I \cdot L \cdot B = \underline{\hspace{10cm}}$$

5. Consensuar el modelo

Realiza una puesta en común con los demás grupos, mencionando las ideas que han aprendido y luego realicen un consenso de éstas con su profesor.

¿A qué conclusión puedes llegar? Detalla, con tus compañeros de grupo, las ideas que han aprendido o fortalecido con las actividades.

¿Qué ocurrirá si acercamos un imán a...

...un hilo conductor recto sin conectar a una fuente? Justifica

...un hilo conductor recto conectado a una fuente de poder? Justifica

...un hilo conductor embobinado sin conectar a una fuente? Justifica

... un hilo conductor embobinado conectado a una fuente? Justifica

En base a la experiencia, lo discutido y consensuado en clases da una explicación de cómo funciona un motor eléctrico utilizando un lenguaje científico

6. Aplicar el modelo a nuevos fenómenos

Actividad de Investigación. Como ya sabemos, un motor eléctrico se basa en la transformación de energía eléctrica en energía mecánica, así como funciona un ventilador, una cortadora de césped y juguetes como autitos de carrera que funcionan con un motor eléctrico.

Pero la energía eléctrica no es la única forma de obtener energía mecánica. Existe una diversidad de fuentes y un ejemplo es el combustible. En nuestra sociedad una de las principales fuentes para obtener energía mecánica es el petróleo y la bencina, el cual se usa en los motores de los vehículos donde nos transportamos, pero últimamente se han estado introduciendo varios vehículos alternativos que, en vez de funcionar con combustible, funcionan con energía eléctrica, es decir, con un motor eléctrico, pero ¿cuál es la diferencia entre ambos?

Investiga cuales son las diferencias de usar un motor que funciona con combustible y otro que funcione con electricidad (costo, impacto al medio ambiente, eficiencia, etc.)

Actividad de proyecto

En relación a lo conversado acerca de flujo magnético, fuerza magnética y motores, desarrollar un **bosquejo de diseño** innovador que dé solución a alguna problemática del contexto nacional, como por ejemplo transportes, cuidado del medio ambiente, salud, etc.
Considerar y escribir los riesgos, costos y materiales que serían necesarios.



Guía 3: Generador Eléctrico

Guía 3: Generador eléctrico

Nombre completo	:	
Curso	:	

Instrucciones

1. Esta guía tiene una estructura lineal por lo que es importante desarrollar cada actividad según indicaciones del docente.
2. En el caso de haber terminado algún ítem individual, esperar que el resto de los integrantes del grupo terminen.
3. En caso de dudas o consultas, mantenerse en el puesto y levantar la mano para asistencia del docente.

ACTIVIDAD 1

1. Sentir la necesidad de un modelo

En nuestra sociedad se está promoviendo mucho el uso de otro medio de transportes alternativos, como la bicicleta. Es un medio de transporte que además de prevenir la reducción de contaminación al medio ambiente aporta a la salud del organismo de los ciclistas. En los últimos años el uso de bicicletas en Chile ha aumentado considerablemente, sobre todo por la gran congestión que ocurre en el transporte público o cuando el metro se encuentra fuera de servicio, por lo mismo ha de aumentar las tecnologías relacionadas con la bicicleta.



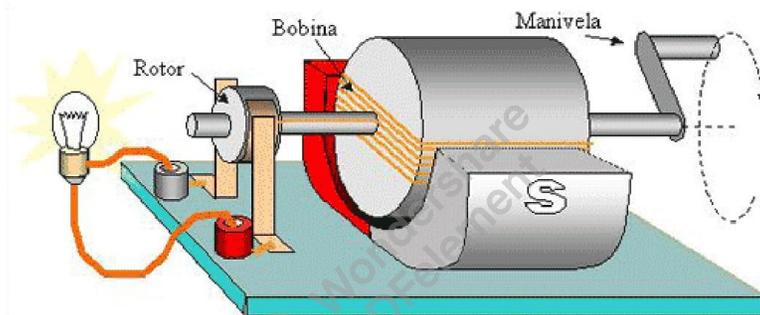
1) Uno de estos avances es el uso de dinamos, el cual les permite a los ciclistas pedalear y generar una luz que les ilumina el paso cuando oscurece o cuando transitan por lugares con escasez de ésta. Este dínamo no usa ningún tipo de fuente eléctrica como una pila o una batería, solamente se ilumina pedaleando, entonces, ¿En base a qué principios físicos crees que funciona este sistema de iluminación?

2. Expresar el modelo y utilizarlo

Desde nuestra experiencia...

En base a lo que conoces y a lo que hemos visto las clases anteriores, hay una estrecha relación entre la energía mecánica y la electricidad. En la primera sesión, descubrimos que un electroimán era capaz de atraer objetos ferromagnéticos (Material en base a hierro que experimentan una interacción fuerte con el campo magnético) y en la segunda sesión discutimos acerca de la capacidad que tienen los motores de transformar la electricidad en un movimiento mecánico. El caso propuesto al inicio de esta guía es otro ejemplo más de la misma relación Mecánica-Electromagnética y su funcionamiento es clave para la mayor parte de la generación de la electricidad de los hogares (red domiciliaria)

El mecanismo de este sistema, denominado generador eléctrico, en general tiene la siguiente estructura:



2) Intenta explicar qué ocurre cuando gira la manivela. Utiliza conceptos físicos vistos en clases anteriores.

Intentemos profundizar en el funcionamiento del dínamo viendo el siguiente vídeo. Para esto escanea con tu dispositivo móvil el siguiente código QR:



Respecto al video, responder las siguientes preguntas individualmente

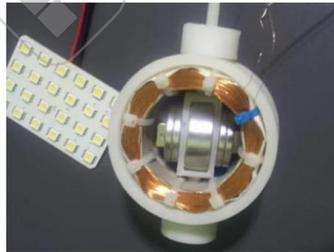
3) ¿Qué ocurre con el foco con cada pedaleo que Bart le da a la bicicleta?

4) ¿Siempre se mantiene encendido el foco? ¿Por qué crees que ocurre eso?

5) ¿Cuál crees que es el rol que cumple el imán en el dínamo?

3. Evaluar el modelo

Para poder corroborar a las predicciones descritas previamente, utilizaremos el montaje experimental que es un generador eléctrico, el cual cumple la misma función que el dínamo.



Montaje Experimental

Conecta las salidas del generador a un voltímetro y comienza a girar lo más uniformemente posible.

Responde Individualmente.

6) ¿Qué valores marca en el voltímetro? ¿Y si cambias el sentido de giro, cambiarán los valores? ¿Por qué crees que ocurre esto?

7) Ahora desconecta el voltímetro y conecta un led y comienza a girar el generador. ¿Qué ocurre con el led? ¿Y qué pasa si lo giras en sentido contrario? ¿Qué ocurre con la corriente?

EXPLICACIÓN (Individual)

A partir de lo conversado y medido, ¿Que puedes decir del funcionamiento del dínamo? ¿Que principios físicos son participe en un generador?

4. Revisar el modelo

DISCUTE CON TUS COMPAÑEROS Y REvisa TUS EXPLICACIONES

Luego de realizar la experiencia, te debiste hacer percatado que el imán tiene un rol fundamental en el funcionamiento de este aparato. Pero, ¿qué es lo que está haciendo el imán? ¿Con quién está interactuando? ¿Por qué si se detiene no produce electricidad? ¿Tendrá alguna relación el dínamo con el motor eléctrico?

A continuación, usaremos el siguiente manipulativo virtual de PhET "Generador" para poder comprender un poco de lo que ocurre con el campo del imán y la bobina.





Generador

DESCARGAR INSERTAR

Respondan de manera grupal.

8) ¿Qué pasa con la corriente cuando gira constantemente el imán? ¿Qué pasa con las líneas de campo magnético en la bobina? ¿Se enciende la ampollita?

9) ¿Qué pasa con la corriente cuando está quieto el imán? ¿Qué pasa con las líneas de campo magnético en la bobina? ¿Se enciende la ampollita?

¿QUE NOS DICEN LA TEORÍA Y LAS ECUACIONES?

El físico y químico británico Michael Faraday utilizó un tubo de cartón con alambre aislado enrollado a su alrededor para formar una bobina. Conectó un voltímetro a través de la bobina y registró el Voltaje inducido (FEM) conforme pasaba un imán a través de la bobina y realizó las siguientes observaciones:

1. El imán en reposo dentro o cerca de la bobina: no se observó voltaje.
2. El imán entrando en la bobina: se registró algo de voltaje, que alcanzó su magnitud más alta cuando el imán se estaba acercando al centro de la bobina.
3. El imán pasando por el centro de la bobina: se registró un cambio súbito de signo en el voltaje.
4. El imán saliendo de la bobina: se registró un voltaje opuesto en la dirección inversa a la del imán moviéndose hacia la bobina.

Con este experimento y observaciones Faraday propuso su famosa Ley de Faraday en la que establece que **el voltaje inducido en un circuito cerrado es directamente proporcional a la rapidez en la que cambia el flujo magnético en el tiempo que atraviesa una superficie cualquiera con el circuito como borde.**

Mientras que la ley de Faraday nos dice la magnitud de la FEM producida, la ley de Lenz nos dice en qué dirección fluye la corriente, y establece que la dirección siempre es tal que se opone al cambio de flujo que la produce. Esto significa que **cada campo magnético generado por una corriente inducida va en la dirección opuesta al cambio en el campo original.**

Ambas leyes se resumen como la Ley de Faraday-Lenz con la siguiente expresión matemática:

$$\mathcal{E} = -\frac{d\Phi}{dt}$$

Siendo:

\mathcal{E} : Voltaje inducido.

$\frac{d\Phi}{dt}$: Variación del flujo magnético en el tiempo.

EXPLICACIÓN (Individual)

A partir de lo conversado y medido, ¿Que puedes decir del funcionamiento del dínamo? ¿Que principios físicos son participe en un generador?

5. Consensuar un modelo

Realiza una puesta en común con los demás grupos, mencionando las ideas que han aprendido y luego realicen un consenso de éstas con su profesor

10) ¿A qué conclusión puedes llegar? Detalla, con tus compañeros de grupo, las ideas que han aprendido o fortalecido con las actividades

Con respecto a los generadores y la física que conlleva su funcionamiento...

6. Aplicar el modelo a otros fenómenos

Chile es un país que en materia energética ha dado mucho que hablar en diferentes congresos de energías renovables. Hoy en día Chile posee una de las cadenas de generadores solares más grande de Sudamérica, sin embargo, la cantidad de electricidad que se puede aprovechar de esas plantas no es lo suficiente para suministrar a toda la nación.

Actividad de Investigación. Investiga en Generadoras.cl los diferentes tipos de generadores eléctricos, considerando su aporte en el suministro eléctrico de la nación y su mecanismo de aprovechamiento energético, haciendo hincapié si es que utilizan la inducción electromagnética para su funcionamiento. Además, investiga acerca de los impactos ambientales de cada tipo de generador.



Actividad de proyecto.

En relación con lo conversado y visto respecto a los generadores desarrolla un bosquejo de diseño innovador que dé solución a alguna problemática del contexto nacional, como por ejemplo transportes, cuidado del medio ambiente, salud, etc. Considerar y escribir los riesgos, costos y materiales que serían necesarios.

Guía 4: Bobinas y Transformador

Guía 4: Bobinas y Transformador

Nombre completo	:	
Curso	:	

Instrucciones

1. Esta guía tiene una estructura lineal por lo que es importante desarrollar cada actividad según indicaciones del docente.
2. En el caso de haber terminado algún ítem individual, esperar que el resto de los integrantes del grupo terminen.
3. En caso de dudas o consultas, mantenerse en el puesto y levantar la mano para asistencia del docente.

ACTIVIDAD 1

1. Sentir la necesidad de un modelo.

Esteban, un joven de 17 años, tiene un gran problema de adicción...El teléfono celular. Esteban pasa día y noche mirando la pantalla y lamentablemente la batería no le dura, por lo que intenta estar siempre cerca de un enchufe. Un día su cargador no funcionó, por lo que se le ocurrió una idea bastante científica. Encontró un cable USB que tenía por allí, y le hizo un injerto de otro enchufe, con tal de que quedó un cable de 1 metro de USB seguido de una entrada a la red domiciliaria (NO REALIZAR ESTO EN CASA)



Luego cuando conectó su nuevo cargador al celular y a la red doméstica, ocurrió algo terrible... Su celular se quemó. Por suerte Esteban no se expuso a ningún daño, pero lamenta la pérdida de su celular.

1) En base a lo ocurrido a Esteban ¿Cuáles son los conceptos físicos asociados al "experimento"?

2) ¿Por qué crees que le ocurrió eso al celular teniendo en cuenta de que la unión de los cables estaba bien hecha? ¿Qué pasó con la corriente? ¿Sobró o faltó algo en el "experimento" de Esteban?

2. Expresar el modelo y utilizarlo.

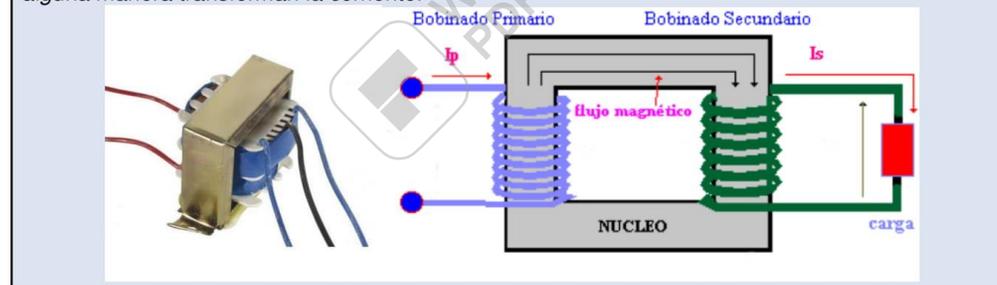
Desde nuestra experiencia...

En Chile, la red domiciliar es de 220 [V] con una frecuencia de 50 [Hz], por lo que para poder conectar cualquier dispositivo electrónico a los enchufes se necesitará de alguna clavija o conector que se adapte a la red domiciliar. Por ejemplo, si revisas el cargador de tu celular notarás que indicará una información de un voltaje de salida de por ejemplo 5 [V] ¿Por qué el cargador nos entrega esta información si la red domiciliar en Chile es de 220 [V]? ¿Con cuanto voltaje cargamos nuestros celulares realmente?

3) Indique los valores electrónicos de un cargador de celular, **y de manera individual**, interprete los valores entrada (input) y salida (output).

Información electrónica del cargador	Interpretación

Un cargador tiene una estructura interna que es generalmente estándar entre los aparatos electrónicos. Se compone de mini bobinas (una bobina primaria y una bobina secundaria) que de alguna manera transforman la corriente.



3. Evaluar el modelo.

En las explicaciones anteriores, de una u otra forma se ha hecho énfasis en la “transformación” de corriente, y los componentes electrónicos de un dispositivo electrónico. Ahora, intentemos profundizar en qué es lo que está sucediendo y qué variables afectan en la situación del cargador. Para esto, se dispondrá de un sistema de bobinas que emulará a gran escala lo que ocurre dentro de un cargador.

4) Para esta parte, analizarán diferentes situaciones relativas a las bobinas.

- 1) Alimentación con corriente alterna vs corriente directa (AC/DC)
- 2) Alimentación de bobinas con diferente cantidad de espiras (vueltas).
- 3) Diferentes posiciones de la bobina secundaria con respecto a la primaria

Situación.	Predicción (Individual).	Observación (Grupal).
Alimentación con corriente alterna vs corriente directa (AC/DC)		
Alimentación de bobinas con diferente cantidad de espiras (vueltas).		
Diferentes posiciones de la bobina secundaria con respecto a la primaria		

5) Respecto a las situaciones descritas anteriormente, interprete lo observado de forma individual utilizando conceptos físicos que se hayan vistos en clases.

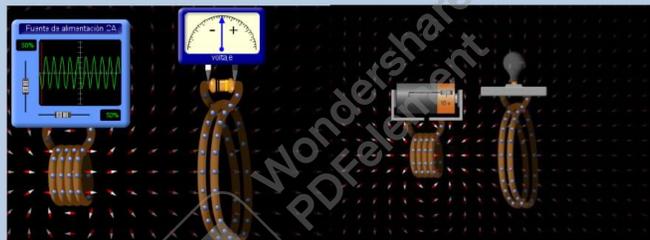
6) ¿Cómo crees que por la bobina secundaria comenzará a circular corriente a pesar de no estar conectada a ninguna fuente? ¿De qué manera crees que tiene relación el campo magnético de la bobina primaria con la situación observada?

4. Revisar el modelo.

DISCUTE CON TUS COMPAÑEROS Y REVISAS TUS EXPLICACIONES

Recordando lo visto en las clases anteriores, cuando hay una corriente que circula, se puede asociar de inmediato un campo magnético a dicho sistema. En el caso del transformador, la situación no es diferente, puesto que, al circular una corriente variable, el campo magnético sufre variaciones tanto de intensidad como de dirección, a lo que se le puede asociar que las líneas de campo varían. En el siguiente simulador, en la pestaña de transformador, podrás variar de igual manera que en la experimentación, pero esta vez se hará evidente el comportamiento de las líneas de campo magnético.

Puedes escanear el siguiente código QR o descargar el manipulativo con el siguiente link:
<https://phet.colorado.edu/es/simulation/legacy/faraday>



7) Respondiendo de manera **individual** ¿Que ocurre con las líneas de campo magnético cuando se suministra la bobina primaria con una fuente de corriente directa versus una de corriente alterna?

5. Consensuar un modelo.

Realiza una puesta en común con los demás grupos, mencionando las ideas que han aprendido y luego realicen un consenso de éstas con su profesor.

8) ¿A qué conclusión puedes llegar? Detalla, con tus compañeros de grupo, las ideas que han aprendido o fortalecido con las actividades.

¿Qué pasa con la inducción de corriente...

Respecto al tipo de corriente (Alterna o Continua) suministrada...

Respecto al número de espiras en las distintas bobinas...

Respecto a la posición de una bobina respecto a la otra...

6. Aplicar el modelo a otros fenómenos

Existe una relación matemática entre el voltaje suministrado y el voltaje de salida es proporcional al número de espiras de la bobina primaria y el número de espiras de la bobina secundaria. Escrito de otra forma sería:

$$V_p/V_s = N_p/N_s$$

En el caso de que el número de espiras en la bobina primaria sea mayor que el número de espiras en la bobina secundaria, es decir, $N_p > N_s$, la diferencia de potencial en el secundario será menor, por lo que será un transformador reductor de potencial.

En el caso de que el número de espiras en la bobina secundaria sea mayor que el número de espiras en la bobina primaria, es decir, $N_s > N_p$, la diferencia de potencial en el secundario será mayor, por lo que será un transformador elevador de potencial.

Un transformador se conecta en su primario a 220 V y en su secundario entregará 22 V. Si el primario tiene 1500 vueltas de alambre de cobre, ¿Cuál es el número de vueltas del bobinado secundario?

Actividad de proyecto.

En esta última etapa, en grupo de 4 estudiantes diseñen y elaboren un proyecto utilizando cualquiera de los conceptos vistos en cualquiera de las sesiones (líneas de campo, generador eléctrico, dinamo y bobinas y transformadores) utilizando materiales del hogar o de fácil acceso. Este proyecto puede ser una réplica mejorada de alguno de los montajes vistos en clases o uno distinto como por ejemplo un parlante.



ANEXO 2: GUÍA DEL DOCENTE (MATERIAL REFINADO)



GUIA DEL DOCENTE

En la presente guía del docente se explicarán en detalle cada una de las clases elaboradas en esta propuesta didáctica con el fin de guiar y apoyar al profesor en una óptima implementación del material y generar una mayor comprensión acerca del uso de las metodologías didácticas, montajes experimentales y recursos tecnológicos seleccionados para el aprendizaje de contenidos de electromagnetismo en el currículum nacional vigente.

A través de esta propuesta didáctica, se espera que los estudiantes desarrollen en cuatro sesiones un modelo electromagnético que de explicación al fenómeno de inducción electromagnética y con esto comprender el funcionamiento de dispositivos o aparatos electrónicos como el motor eléctrico, y el generador. Además, se espera que los estudiantes apliquen los aprendizajes a través del desarrollo de bosquejos de proyectos, que den solución a problemáticas reales, y que sean concordantes con los fenómenos observados en cada sesión. De esta manera, el estudiante además de aprender de ciencia, hará inmersión en el rol científico, desarrollando habilidades y actitudes para la investigación e innovación científica-tecnológica.

Estructura general de las guías.

La primera parte de las guías llamada **“Sentir la necesidad de un modelo”**, consta de una contextualización a los estudiantes que generalmente es un relato cuya finalidad es dar a conocer el modelo físico en los estudiantes y que traten de dar respuesta a éste a pesar de que ellos no lo conozcan formalmente aún. Para esto, se realizan ciertas preguntas claves de manera grupal (como curso o como grupos previamente armados) en el cual los estudiantes conversarán tratando de explicar lo que ocurre en base a su experiencia y conocimientos. Luego, una vez terminado el intercambio de ideas, cada estudiante de manera individual deberá de dar explicación al modelo.

La segunda parte de la guía, denominada **“Expresar el modelo y utilizarlo”**, tiene como objetivo explicitar todas las ideas preconcebidas acerca del fenómeno o modelo, por lo que es importante que esta parte sea contestada de manera individual puesto que la socialización alteraría su respuesta. Como la propuesta responde a una secuencia didáctica, es probable que en esta parte se pregunten cosas relativas a conceptos vistos en sesiones anteriores, haciendo conexión con lo entendido hasta el momento y el modelo mental que tenga desarrollado. Estas explicaciones indirectamente se transforman en hipótesis general para una futura experimentación.

La tercera etapa denominada **“Evaluar el modelo”** tiene como objetivo general poner a prueba el modelo mental desarrollado, a través de la experimentación. Inicialmente se conversa del montaje a utilizar y luego se dan casos (relativos al funcionamiento del montaje) para que el estudiante, de manera individual, puedan generar hipótesis. Luego de manera grupal se replican estos casos en el montaje, y observan, para que finalmente, con las evidencias del funcionamiento, los estudiantes individualmente desarrollen una interpretación física del fenómeno o del funcionamiento del dispositivo. Luego de haber generado ideas e interpretaciones a través de la observación y discusión, los estudiantes generan una explicación general del fenómeno físico detrás de un concepto o dispositivo eléctrico.

La cuarta etapa “**Revisar el modelo**” tiene el fin de empezar a formalizar las ideas y conceptos del modelo que se han estado conversando y desarrollando durante la sesión. Para esto el profesor tiene un rol protagónico en esta etapa, ya que será el encargado de orientar a los estudiantes mediante preguntas claves acerca de una primera impresión del modelo físico, ya que el estudiante es quien debe construir su modelo final del fenómeno. En esta etapa, además de preguntas claves del profesor, también puede orientar a los estudiantes cuantitativamente en caso de que se quiera ver por primera vez el modelo matemático de un fenómeno y aplicarlo con algún cálculo. Para complementar con el modelo que se está trabajando se sugiere el uso de manipulativos virtuales y/o realidad aumentada en ciertos casos dependiendo del modelo que se está desarrollando.

La penúltima etapa, llamada “**Consensuar el modelo**” no es más que la instancia de socialización general de las ideas y modelos. En estos casos, los estudiantes contrastan sus modelos con los de sus compañeros y añadirán conceptos y palabras a su construcción conceptual. En esta parte el docente guía la exposición de las ideas y también puede aportar definiciones que vea que están faltando en el modelo físico de los estudiantes, permitiendo finalmente que den explicaciones individuales al fenómeno físico detrás del concepto o dispositivo.

Finalmente, la última etapa denominada “**Aplicar el modelo a nuevos fenómenos**” tiene como objetivo que el estudiante pueda aplicar el modelo trabajado durante la sesión a nuevos contextos y así no se quede con la idea del relato planteado en la primera etapa. En esta última parte se puede trabajar con los estudiantes mencionándoles o pidiéndoles que investiguen diferentes contextos con el fin de que puedan explicarlos y/o dar soluciones a problemáticas actuales aplicando el modelo final que desarrollaron durante la sesión. También se puede fomentar la creatividad e innovación de los alumnos pidiéndoles que desarrollen, como proyecto, montajes alternativos teniendo como referencia los que vieron durante las sesiones con materiales accesibles.

Además, se sugiere que los objetivos de aprendizaje de cada sesión no estén explícitamente expresados en la guía puesto que puede revelar contenidos específicos que se espera que el estudiante desarrolle durante la construcción de su modelo final. Si es necesario explicitar objetivos de aprendizaje, expresar las habilidades y actitudes que se espera desarrollar en la sesión.

Consideraciones a tener en las guías del estudiante

Sesión 1 “Líneas de Campo”

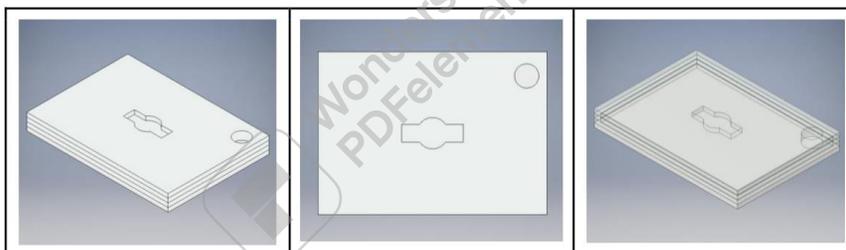
Objetivos de clase: Reconocer y comparar las líneas de campo magnético que se producen en un imán y en el contorno de un conductor eléctrico mediante el uso de montajes experimentales y realidad aumentada

Etapas	Descripción y consideraciones
1. Sentir la necesidad de un modelo (10 minutos)	De acuerdo a las imágenes presentadas se espera que los estudiantes las relacionen con el concepto de fuerza y de interacción entre cuerpos por contacto y a distancia. Para el caso del nivel de octavo básico se puede sugerir el concepto de fuerza, simplemente describiendo las imágenes.
2. Expresar el modelo y utilizarlo (20 minutos)	<u>Actividad 1:</u> Los estudiantes mediante un DCL representan las fuerzas presentes en las situaciones descritas, hasta llegar a el imán y que traten de identificar la presencia de una fuerza. <u>Actividad 2:</u> Los estudiantes con el concepto de campo tratan de explicar la interacción entre imanes cuando interactúan con sus distintas caras.
3. Evaluar el modelo (25 minutos)	<u>Actividad 1:</u> Con los imanes los estudiantes harán predicciones de lo que ocurrirá alrededor de los imanes cuando se acerque al dispensador de limadura de hierro de forma individual y grupal, que luego deberán relacionarlo con la interacción que hace el imán y el hierro y lo que ocurre en el entorno del imán. <u>Actividad 2:</u> Los estudiantes deberán hacer una representación de lo que ocurrirá con los imanes dispuestos de diferentes orientaciones teniendo como referencia las líneas de campo que se formaron en los imanes de la actividad anterior.
4. Revisar el modelo (25 minutos)	<u>Actividad 1:</u> Se presenta el concepto de campo a los estudiantes y ahora tendrán que explicar la situación anterior “Evaluar el modelo” de la actividad 1, con el concepto de campo formalizado. <u>Actividad 2:</u> Los estudiantes ahora conocen los polos que hay en un imán por lo cual explicarán de nuevo la atracción y repulsión de imanes usando estos conceptos <u>Actividad 3:</u> con realidad aumentada ven las líneas de campo que se forma en un imán en tres dimensiones usando su dispositivo móvil. También podrán apreciar lo que ocurre alrededor de un hilo recto conductor con corriente, y en forma de espira.
5. Consensuar el modelo (10 minutos)	En base a las actividades anteriores los estudiantes realizarán una puesta en común y explicarán la

	interacción de los imanes, el entorno de un imán y el entorno de un hilo conductor usando los conceptos vistos en la sesión
6. Aplicar el modelo a nuevos fenómenos [Actividad para la casa]	Con el concepto de campo ahora deben explicar por qué el planeta Tierra desvía los iones que el Sol emite y que son dirigidos al planeta. También se propone desarrollar un bosquejo donde propongan una alternativa para alguna problemática nacional con el uso de electroimanes o en base a las líneas de campo.

Descripción de los recursos.

- ❑ Montaje experimental 1: Consiste en un dispensador rectangular que dentro contiene limadura de hierro con un fluido viscoso, en este caso, con aceite. La tapa del dispensador tiene una forma rectangular y circular centrados para que se pueda colocar los imanes con esas formas en las extrusiones de la tapa y así se formen las líneas de campo magnético. El uso de aceite es para que la limadura de hierro no se aglome tan rápido al imán, reordenando más lentamente y se pueda visualizar con claridad las líneas de campo magnético alrededor del imán. La tapa además consta con un tapón para cambiar vaciar y cambiar el líquido viscoso.



- ❑ Realidad aumentada: Los estudiantes y/o el docente deberán descargar la aplicación gratuita de Play Store llamada "cg-physicsAR" en sus dispositivos móviles, mientras que el docente descarga de la página web (<http://www.cg-physics.org/index.php/de/ar>) de la misma aplicación las plantillas que deberán ser escaneadas por esta aplicación para poder ver con realidad aumentada: las líneas de campo magnético que hay en un imán recto y en forma de herradura, un hilo conductor recto por el cual circula una intensidad de corriente y en un hilo conductor embobinado.

Sesión 2 “Motor Eléctrico”

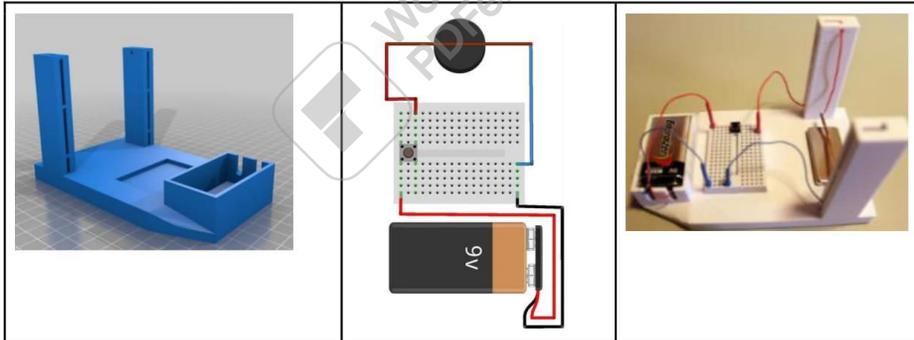
Objetivo de clase: Comprender el funcionamiento de un motor eléctrico mediante el uso de montajes experimentales y manipulativos virtuales con el fin de comprender el funcionamiento de la mayoría de los instrumentos electrodomésticos y desarrollar innovaciones tecnológicas en base a los principios básicos del motor.

Etapas	Descripción y consideraciones
1. Sentir la necesidad de un modelo (10 minutos)	Como en la clase anterior, los estudiantes vieron los conceptos de fuerza magnética, y polos en los imanes, además del campo magnético producido por un cable que circula corriente, en esta parte inicial se procede a analizar el motor eléctrico incluyendo todo lo aprendido anteriormente. Como se presenta la estructura interna de un motor explícitamente, se les pide a los estudiantes identificar de alguna manera la interacción entre ese imán con el circuito interno, determinando que el campo magnético del imán interactúa con el campo magnético generado por la corriente circulante por la bobina.
2. Expresar el modelo y utilizarlo (10 minutos)	En esta parte se espera que el estudiante concluya que la interacción entre el campo magnético del imán y el provocado por la corriente circulante genera una fuerza magnética de cierta magnitud. Como esta parte es individual, el profesor debe supervisar que los estudiantes expongan el modelo físico individualmente.
3. Evaluar el modelo (25 minutos)	En este caso, se sugiere mostrar el montaje de manera general (a todo el curso) y luego que cada grupo se acerque a experimentar (Todo eso en el caso de disponer solo de un montaje). La predicción es individual y se hace antes de experimentar. La observación la hace cada grupo y pone lo que pudieron evidenciar. En la interpretación es importante que cada estudiante ponga verbalice sus ideas y las interprete con sus propios conceptos científicos.
4. Revisar el modelo (30 minutos)	Ya expresadas las ideas resultantes de la experimentación, el profesor sugiere incluir conceptos asociados al principio físico del motor como lo son flujo magnético, líneas de campo, intensidad de corriente, fuerza magnética (si el docente considera necesario, omitir alguno y mencionar otro concepto que pueda enriquecer el modelo físico). En el caso de 8°Básico, es probable que el concepto de flujo magnético no salga intuitivamente de los estudiantes, por lo que, si se menciona, explicar a qué denominamos un flujo. La regla de la mano derecha debe ser definida por el

	docente, y dar ejemplos claros. Para agilizar el trabajo con los octavos básicos, las medidas del montaje (intensidad de corriente, largo del cable e intensidad de campo magnético) pueden ser comunicados en pizarra.
5. Consensuar el modelo (10 minutos)	En esta parte, las preguntas son específicas del montaje experimental, y la última parte de relleno tiene como objetivo poner el modelo físico completo del funcionamiento del motor, teniendo en cuenta lo conversado y experimentado.
6. Aplicar el modelo a nuevos fenómenos [Actividad para la casa]	Actividad de investigación: Lo estudiantes deben investigar acerca de eficiencia energética y sustentabilidad de motores eléctricos y en base a combustible. Para octavo básico se sugiere dar una lista de fuentes para desarrollar la investigación. En cuanto al proyecto, se pretende que bosquejen un proyecto que dé solución a alguna problemática y que pueda utilizarse un motor eléctrico. Un dibujo y alguna descripción debiese ser suficiente.

Descripción de los recursos.

- ❑ Montaje experimental 2: Este montaje fue creado con impresión 3d basándonos en un boceto encontrado previamente en internet en la página web thingiverse.com. Con el montaje impreso, pegamos un pequeño protoboard donde conectaremos los cables, el interruptor de pulso, la pila y la posición del imán como se muestra a continuación:



En este montaje se podrá además conectar un multímetro en serie para medir la intensidad de corriente para posteriormente calcular la fuerza que experimenta el hilo conductor. La zona donde estará en interacción el cable con el imán mostrará que cuando está encendido el interruptor se levantará levemente debido a una fuerza. También el cable recto en la región del imán se puede cambiar por un conductor embobinado de unas 10 vueltas de un diámetro que no supere el espacio entre los pilares del montaje, el cual en presencia de la fuerza de Lorentz comenzará a girar con un pequeño empuje para sacarlo de su estado de inercia.

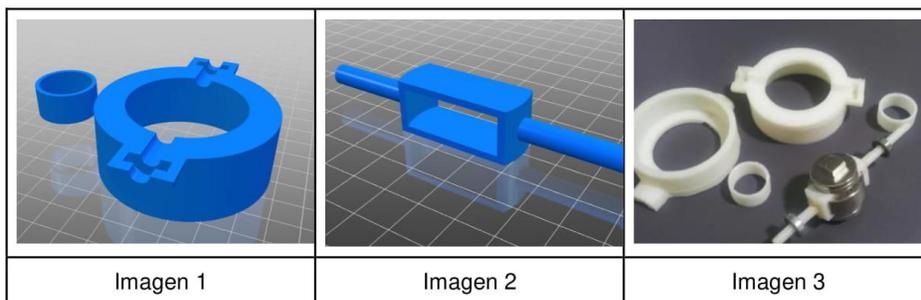
Sesión 3 “Generador Eléctrico”

Objetivo de clase: Comprender la ley de Faraday-Lenz mediante un generador eléctrico para poder obtener electricidad mediante un trabajo mecánico y obtener una fuente alternativa de energía

Etapas	Descripción y consideraciones
1. Sentir la necesidad de un modelo (10 minutos)	Se hace un contexto nacional de los diversos transporte en el país y se menciona el uso de dinamos, en el cual con una breve explicación de la acción del pedaleo se enciende una luz, los estudiantes deberán explicar su funcionamiento basándose en eso y usando los conceptos básicos aprendidos en las clases anteriores
2. Expresar el modelo y utilizarlo (20 minutos)	Los estudiantes conocerán el mecanismo general de un dínamo, y con esto volverá a explicar su funcionamiento y qué es lo que ocurre al girar la manivela, complementado con un video donde se muestra un personaje andando en bicicleta, analizando qué ocurre con el foco en los instantes en que pedalea y en que se detiene
3. Evaluar el modelo (25 minutos)	Los estudiantes utilizaran el montaje experimental de esta actividad, midiendo y observando qué pasa con la corriente al girar en un sentido y en otro la manivela del montaje apoyados con un led y un voltímetro. Luego responderán preguntas, y complementarán a la explicación del funcionamiento del dinamo con estas actividades
4. Revisar el modelo (25 minutos)	Se usarán manipulativos virtuales para poder visualizar las líneas de campo magnético que actúan en el dínamo para que tengan una representación de cómo se produce la corriente Para complementar se les presenta el principio físico que está involucrado en todo esto, la ley de Faraday
5. Consensuar el modelo (10 minutos)	Se hace una puesta en común grupal y con todas las ideas trabajadas explicaran el funcionamiento del dinamo
6. Aplicar el modelo a nuevos fenómenos [Actividad para la casa]	Investigan acerca de los distintos generadores electricos en chile respecto a su aporte energético, mecanismo y los impactos ambientales. También desarrollarán un bosquejo de un diseño innovador de que dé solución a algún problema nacional que tenga que ver con el uso de un generador

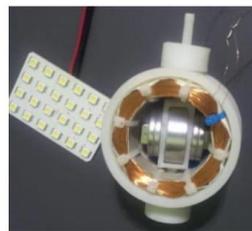
Descripción de los recursos

- ❑ Montaje Experimental 3: Este modelo en tercera dimensión está basado en un montaje perteneciente al banco de modelados 3d "Thingiverse", pero reacomodado para el tamaño de rodamientos e imanes.



- La imagen 1 representa uno de 2 contenedores a imprimir, cada uno con una bobina en su interior. Los calados circulares son para portar rodamientos que reduzcan el roce entre las partes plásticas.
- La imagen 2 es el eje que portará el sistema de imanes. Un imán central que aporte con gran intensidad de campo magnético, 4 imanes para intensificar ese campo magnético, y 2 imanes terminales para que la salida y entrada de líneas de campo magnético sea menor y que el flujo magnético sea más eficiente.
- En la imagen 3 están todas las partes descritas.

Este montaje de un dinamo alternador permite generar una corriente alterna capaz de llegar a potenciales de 10 V y hasta 150 mA, pudiendo llegar a encender un sistema de Leds u otros dispositivos. Para girar el sistema de imanes, podemos acoplar cualquier tipo de dremel, o simplemente poniendo una manivela en un extremo.



- ❑ Manipulativo Virtual: Perteneciente a la página Phet Colorado, "Generator" será utilizado para completar el modelo de generar corriente a través de la energía, en este caso mecánica. Para esto, el docente puede proyectar en pizarra el manipulativo virtual, y manejarlo según lo que se pregunte en la guía.

Sesión 4 “Bobinas y Transformador”

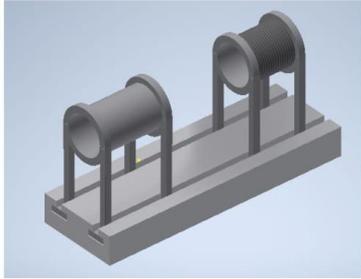
Objetivo de clase: Comprender el funcionamiento físico de los transformadores y comprender las indicaciones de los potenciales para prevenir accidentes, a través del uso de manipulativos virtuales y montajes experimentales.

Etapas	Descripción y consideraciones
1. Sentir la necesidad de un modelo (15 minutos)	<p>El relato inicial busca que los estudiantes se pregunten acerca de las partes de un cargador, ahondando en la idea de que a ese “invento” le falta una parte muy importante, que es el transformador. Además, reiterar a los estudiantes que el “invento” no debe de ser replicado por ninguna circunstancia en sus casas explicitando el peligro y riesgo que correrían.</p> <p>En la primera casilla, los estudiantes deben intentar asociar los conceptos vistos anteriormente en cuanto a magnetismo, pero también los conceptos físicos asociados a la materia anterior (Circuitos, campo eléctrico). En la segunda casilla los estudiantes deben aventurarse en una explicación del accidente. En octavo será más complejo que los estudiantes asocien el accidente a la falta de una parte en el invento, por lo que se deja que pongan hipótesis e inmediatamente dejar en claro que todos los cargadores tienen transformadores (Página 2).</p>
2. Expresar el modelo y utilizarlo (15 minutos)	<p>Teniendo en cuenta lo conversado, los estudiantes deberán individualmente revisar la información de los cargadores de celulares. Son importantes los datos de voltaje de entrada y salida, así como la corriente, puesto que serán variables asociadas directamente con las bobinas del montaje.</p>
3. Evaluar el modelo (25 minutos)	<p>En esta parte el profesor se encarga del uso del montaje puesto que puede resultar confuso el sistema de circuitos. De igual manera, para cursos de Ciencias para la ciudadanía se pueden dar detalles de corriente alterna, y dejar que manipulen con cuidado las bobinas. Es recomendable utilizar una interfaz Pasco para suministrar corriente a la bobina primaria para tener bajo control el potencial de entrada.</p> <p>El profesor debe mostrar el montaje estando lo más al centro de la sala, para evitar que alguien se quede sin realizar las observaciones. Otra opción es mostrar el montaje inicialmente, conversar de los casos a probar y dejar que cada grupo se acerque de a uno al montaje.</p>
4. Revisar el modelo (25 minutos)	<p>Para revisar el modelo construido con lo discutido y observado, procedemos a incluir otros modelos físicos ya conocidos a través de intervenciones del docente y el uso de un manipulativo virtual que presenta un modelo visual del campo magnético y la inducción</p>

	<p>electromagnética. En Ciencias para la ciudadanía es importante que se presente en esta parte la ecuación de intensidad de campo magnético de un solenoide. Los estudiantes en esta parte entenderán que un cambio de flujo magnético puede generar la inducción electromagnética en otro circuito. Con corriente alterna, el flujo magnético cambia periódicamente, y con corriente continua, se puede variar externamente el flujo con un imán o moviendo el cable.</p>
5. Consensuar el modelo (10 minutos)	<p>Se hace una puesta en común grupal, y con todas las ideas trabajadas explicarán el funcionamiento del transformador.</p>
6. Aplicar el modelo a nuevos fenómenos [Actividad para la casa]	<p>De acuerdo a todos los proyectos “bosquejados” en las sesiones anteriores, cada grupo debe decidir por uno en particular, y desarrollarlo detalladamente. Para esto, el estudiante debe desarrollar la explicación del funcionamiento completo incluyendo el modelo físico en el que se apoya y la problemática que solucionará. Si bien es ideal que este sea construido con materiales reutilizables, también está la opción del diseño 3D. Para esto existen softwares de diseño 3D como Paint 3D o Inventor. En este caso el profesor debe tener un rol participe en el proceso de desarrollo del proyecto, sugiriendo ideas o aportando en cuanto a los conceptos y a la viabilidad de construcción.</p> <p>Para octavo básico puede ser solamente un diseño en forma de maqueta pero que indique de igual manera para qué serviría y que conceptos científicos están asociados a su funcionamiento.</p>

Descripción de los recursos

- Montaje Experimental 4: Este modelo es un riel de inducción electromagnética, pudiendo con este, separar o juntar las bobinas de diferente cantidad de vueltas. Con este montaje se puede modificar el flujo magnético que pasa de la primera a la segunda bobina, acercando/alejando la distancia, o aumentando/disminuyendo la corriente que circula. Es importante mencionar que para que haya un flujo variable de campo magnético hay dos opciones; utilizar una corriente alterna (habiendo un cambio de flujo periódico) o utilizar imanes para modificar el campo producido por una corriente continua.



En la parte central del montaje hay una regla que permitirá al docente o estudiantes ver la distancia suficiente para encender algún dispositivo electrónico (Leds, ventilador) con las especificaciones eléctricas puestas (Voltaje, Frecuencia, corriente, cantidad de vueltas de la bobina secundaria y primaria)

La Bobina primaria se conectará a una fuente de corriente alterna, ya sea con transformador, o a una interfaz [Pasco] que permita suministrar corriente al sistema.

En esta interfaz es posible cambiar voltaje y frecuencia de la corriente alterna, por lo cual se sugiere probar al máximo de voltaje posible por la interfaz (10 V), e ir aumentando gradualmente la frecuencia de oscilación de la señal, hasta que se induzca corriente a la bobina secundaria (explicar a los estudiantes cómo se prueba con un multítester).

Para poder incrementar el valor de la inductancia de una bobina se coloca dentro de ella un núcleo de hierro magnético (ferrita), el cual reforzará el campo magnético. Este núcleo se puede encontrar en radios antiguas o en ferreterías como núcleo de hierro o ferrita y se deberá cruzar entre las bobinas del montaje experimental.

- ❑ Manipulativo Virtual: Al igual que el manipulativo anterior, este es recuperado de la página "Phet Colorado", y de igual manera, se sugiere que el profesor proyecte el manipulativo en pizarra a través de la descarga de la máquina virtual de Java, y manipule las variables necesarias para la experimentación. En este sentido, el docente puede requerir de algunos estudiantes para que modifiquen las variables y puedan mostrar a sus compañeros, datos y evidencias que hagan falta en la parte de observación.

Para las actividades finales de cada sesión, también se pueden realizar ciertas variaciones, dejando una actividad o problemática en la cual los estudiantes investiguen algún concepto o tema que tenga relación con la siguiente sesión en caso de que se quiera hacer una continuidad entre las sesiones.

Evaluación del instrumento.

Las guías por si sola representan un instrumento de evaluación muy rico en información del aprendizaje progresivo del estudiante, por lo que es decisión del docente los indicadores de evaluación que utilizará y cómo podría eventualmente calificarse. El proyecto final es una parte clave de la propuesta, por lo que se sugiere calificar con mayor porcentaje, tomando en cuenta que, en las guías, los estudiantes muchas veces no verbalizan ideas correctas científicamente.

ANEXO 3: ENCUESTA DE VALIDACIÓN

ENCUESTA DE VALIDACIÓN

El propósito de esta encuesta es validar una propuesta didáctica basada en la práctica científica de la modelización, STEM y Aprendizaje basado en proyectos (ABP). El diseño de esta propuesta consta de cuatro clases (una guía por sesión de dos horas pedagógicas cada una), cada una con un montaje experimental para abordar los cursos de electromagnetismo para enseñanza media (8° Ciencias Naturales y en Ciencias para la ciudadanía).

Esta propuesta pretende ser un aporte al currículo nacional en el ámbito del desarrollo de habilidades y actitudes para la investigación científica, como también en el aprendizaje de conceptos relacionados a electromagnetismo como lo son las líneas de campo magnético, fuerza de repulsión y atracción magnética, Fuerza de Lorentz e inducción electromagnética de Faraday, para dar explicación a diversos dispositivos electrónicos que han aportado en el desarrollo de la ciencia y además la sustentabilidad como lo son los generadores y transformadores.

Esta propuesta didáctica tiene como objetivo lograr una alfabetización científica de los estudiantes a través del uso de STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas) en el aula, por lo que las metodologías utilizadas van en contexto con cada una de estas dimensiones mencionadas.

Las guías están estructuradas tomando como base el modelo de categorías en modelización sugerido por Digna Couso y Anna Garrido-Espeja en su investigación *Models and modelling in pre-service teacher education: Why we need both* (2017), las cuales, para tener una mejor interpretación del instrumento, se detallarán cada una a continuación:

1. **Sentir la necesidad de un modelo:** se presenta un fenómeno a explorar, donde los/as estudiantes realizan sus primeras predicciones, frente a una pregunta que requiere explicación.
2. **Expresar el modelo y utilizarlo:** de manera individual, cada estudiante expresa su modelo inicial a utilizar para responder al fenómeno en cuestión.
3. **Evaluar el modelo:** los/as estudiantes ponen a prueba el modelo de manera empírica, profundizan la exploración del fenómeno, facilitando la obtención de pruebas y/o resultados.
4. **Revisar el modelo:** los/as estudiantes consideran nuevos puntos de vista que resulten un aporte para el modelo inicial.
5. **Consensuar el modelo:** se realiza una puesta en común entre los modelos de los/as estudiantes, para lograr consensuar un modelo general.
6. **Aplicar el modelo a nuevos fenómenos:** adaptar el modelo final para aplicarlo a nuevas situaciones o problemáticas.

Tomando en cuenta la disposición y tiempo que dispondrá realizar la siguiente validación, agradecemos profundamente de sus observaciones y retroalimentaciones para mejorar y adaptar esta propuesta didáctica.

En esta primera parte, le pedimos que por favor rellene los siguientes espacios con sus datos personales:

Nombre completo	:	
Título y grado	:	
Años de experiencia docente	:	
Establecimiento en que se desempeña	:	
¿Has enseñado contenidos de electromagnetismo y/o modelización en los último cinco años?	:	

Instrucciones:

La siguiente encuesta consta de dos ítems. La primera parte trata acerca del diseño de la propuesta y la segunda sobre la metodología implementada. Para responder cada indicador usted deberá valorarlo con un número del 1 al 3 que representan la siguiente valorización:

- 1: No logrado
- 2: Medianamente logrado
- 3: Logrado

PRIMER ÍTEM: DISEÑO	
Indicadores	Valoración
Las guías pueden ser desarrolladas en un tiempo de dos horas pedagógicas cada una.	
La redacción de las guías es clara y comprensible para los estudiantes de octavo básico (13-14 años) y ciencias para la ciudadanía (16-18 años).	
La información presentada es concordante con el tema abordado.	
Las indicaciones son claras y de fácil comprensión.	
Las preguntas poseen una dificultad apropiada para los estudiantes de octavo básico (13-14 años) y ciencias para la ciudadanía (16-18 años).	
Las actividades propuestas son adecuadas para la implementación en el aula.	
La guía del docente es adecuada y permite guiar el óptimo desarrollo de la clase.	
El uso de los montajes experimentales permiten una mejor comprensión de los conceptos asociados a electromagnetismo.	
Los objetivos de cada clase son coherentes con los aprendizajes esperados por el MINEDUC	
Las imágenes aportan al desarrollo de la clase y contribuye al aprendizaje del estudiante	
Los videos aportan al desarrollo de la clase y contribuye al aprendizaje del estudiante	
Los manipulativos virtuales aportan al desarrollo de la clase y contribuye al aprendizaje del estudiante	

SEGUNDO ÍTEM: METODOLOGÍA	
Indicadores	Valoración
En esta propuesta se logra desarrollar habilidades y actitudes relacionadas con la CIENCIA	
En esta propuesta se logra desarrollar habilidades y actitudes relacionadas con la TECNOLOGÍA	
En esta propuesta se logra desarrollar habilidades y actitudes relacionadas con la INGENIERÍA	
En esta propuesta se logra desarrollar habilidades y actitudes relacionadas con la MATEMÁTICA	
Las actividades y preguntas planteadas cumplen con cada etapa de la modelización	
La actividad de proyecto propuesta al final de cada sesión aporta con el desarrollo de habilidades y actitudes científicas	
Los proyectos propuestos representan una dificultad adecuada para los niveles en que se implementará	
Los recursos virtuales son adecuados para el tema tratado	
Las metodologías utilizadas permiten el complemento entre un trabajo autónomo con uno colectivo de los estudiantes, tal como es la labor científica.	
Las actividades son coherentes con los objetivos planteados	

El siguiente espacio usted deberá realizar cualquier tipo de comentario, sugerencia y/o retroalimentación con el fin de mejorar o adaptar esta propuesta didáctica.

Guía 1: líneas de campo magnético



Guía 2: motor eléctrico



Guía 3: generador eléctrico



Guía 4: bobinas y transformadores



¿Cuál clase la encuentra más atractiva? ¿Cuál haría? (OPCIONAL)



ANEXO 4: PLANTILLAS DE REALIDAD AUMENTADA

Magnetfeld eines Stabmagneten



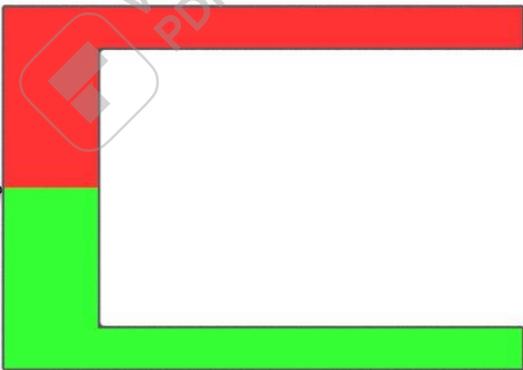
Bitte den Magnet auf dieses Bild legen



cg-physics von Heiko Hubitz ist lizenziert unter einer Creative Commons - Nicht kommerziell 4.0 International Lizenz.

www.cg-physics.org

Magnetfeld eines Hufeisenmagneten



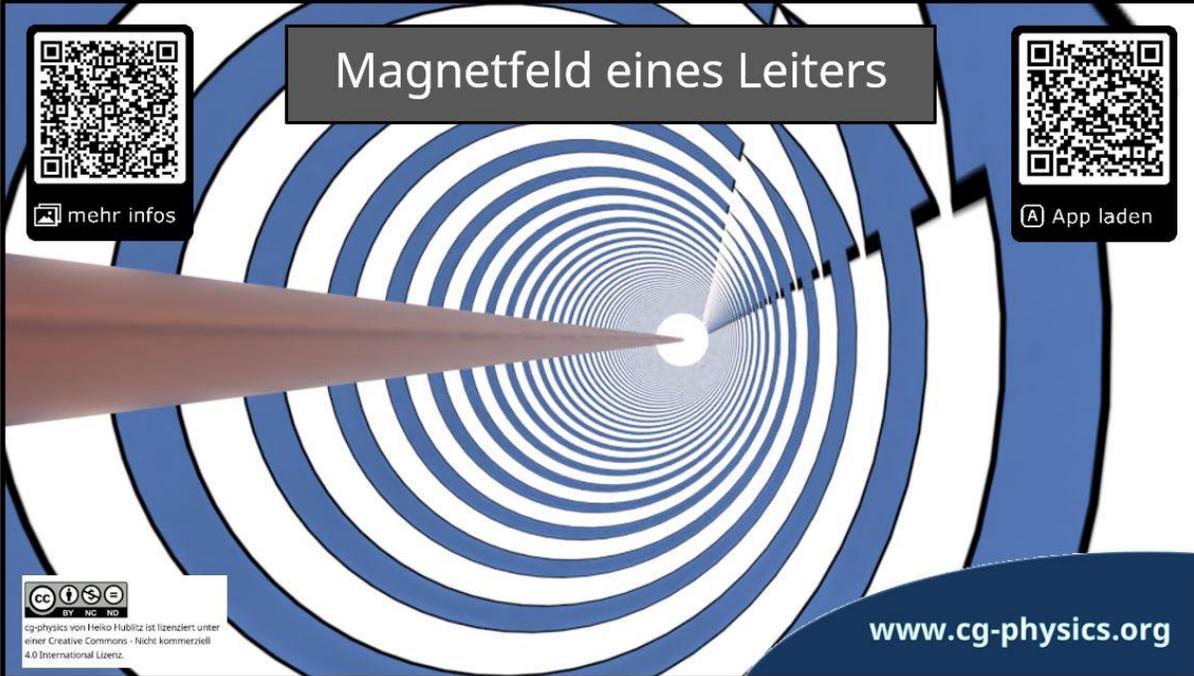
Der Magnet kann auf dieses Bild gelegt werden.



cg-physics von Heiko Hubitz ist lizenziert unter einer Creative Commons - Nicht kommerziell 4.0 International Lizenz.

www.cg-physics.org

Magnetfeld eines Leiters



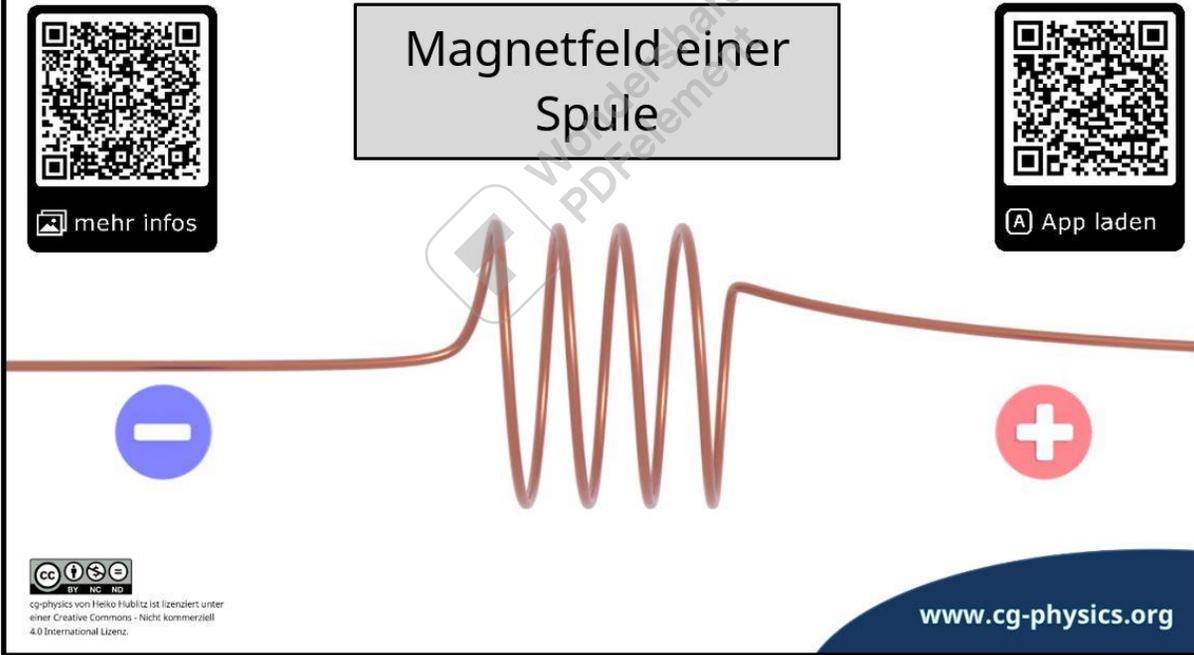
mehr infos

App laden

www.cg-physics.org

cc BY NC ND
cg-physics von Heiko Hubitz ist lizenziert unter einer Creative Commons - Nicht kommerziell 4.0 International Lizenz.

Magnetfeld einer Spule



mehr infos

App laden

www.cg-physics.org

cc BY NC ND
cg-physics von Heiko Hubitz ist lizenziert unter einer Creative Commons - Nicht kommerziell 4.0 International Lizenz.