

# UN ALICIENTE PARA ALUMNOS DE ENSEÑANZA MEDIA HACIA LA CIENCIA A TRAVÉS DE LA DETERMINACIÓN DEL CAMPO MAGNÉTICO EN UN SECTOR DE SU ESTABLECIMIENTO EDUCACIONAL

Claudio Mège Vallejo, Patricia Rojas Salinas  
*Universidad del Bio-Bío*

**RESUMEN:** El propósito del estudio fue determinar el grado de interés de alumnos de Segundo año de Enseñanza Media (14-15 años) hacia la Física y las ideas que tienen en relación al campo magnético, sin aun tener en su currículo la enseñanza formal de éste contenido, ya que ésta se inicia en cursos posteriores.

Así pues, hemos diseñado un cuestionario de preguntas de tipo alternativas, con énfasis en temas cotidianos relacionados con el magnetismo y consideraciones históricas, lo que nos permite indagar su conocimiento científico-cultural, puesto que la mayoría de los alumnos son de una situación de vulnerabilidad económica y social.

Posteriormente, se realizó un apresto en matemática elemental y, lo medular de la investigación radicó en que ellos construyan dos bobinas –bobinas de Helmholtz- que es la base en la medición de la densidad de campo magnético terrestre  $B$ . Éstas mediciones se realizaron en tres lugares separados a varios kilómetros, con el objeto de visualizar las pequeñas diferencias que se pueden presentar.

**PALABRAS CLAVES:** Magnetismo, interés en física, dificultad de aprendizaje, historia del magnetismo, vulnerabilidad.

**OBJETIVOS:** El propósito de esta comunicación se centra en exhibir resultados de implementación de un proyecto de innovación con metodología Cuantitativa Cuasiexperimental descriptiva; el cuál se desarrolló en varias etapas; los objetivos centrales del proyecto fueron tres:

1. Diseñar y construir un solenoide tipo Helmholtz.
2. Determinar la densidad de campo magnético producido por la interacción entre el solenoide y una brújula, utilizando diferentes voltajes.
3. Enseñar a utilizar el solenoide para medir la densidad de campo magnético terrestre.

No obstante para efectos de este escrito se analizarán los resultados obtenidos luego de la aplicación de Pre y Post Test cuyo objetivo fundamental se centra en conocer aspectos relevantes del electromagnetismo.

## MARCO TEÓRICO

En nuestro país se está dando un fuerte impulso a la enseñanza de las ciencias con enfoques prioritarios en la investigación a nivel universitario y de postgrado, no obstante, no hay propuestas curriculares en diversas disciplinas en que incluyan tópicos dirigidos a la Enseñanza Media y que sean contextualizados a los medios e intereses de los alumnos.

Considerando la enseñanza del electromagnetismo en sus etapas iniciales, sustentada por los marcos conceptuales que los alumnos han adquirido de su experiencia previa (Guisasola et al. 2003, Guisasola 2010), sin una enseñanza formal (Zapata et al., 2012), limitada por sus conocimientos básicos del andamiaje matemático que lo sustenta, surgen desde ahí, los diferentes obstáculos inherentes a su aprendizaje.

La idea de obstáculo epistemológico, planteada en 1938 por Bachelard en su conocida obra “La formation de l’esprit scientifique”, ha sido utilizada en Didáctica de las Ciencias para el estudio de la concepción de ciencia en sus estadios iniciales, constituyendo el núcleo duro en lo relacionado a la estabilidad y resistencia al cambio.

Así tenemos que los obstáculos pueden observarse como un impedimento en la construcción del conocimiento, esto es, la distancia que separa una determinada interpretación de la realidad del conocimiento científico de esa realidad subyacente.

Greca y Moreira (1996) desarrollan su investigación sobre campos electromagnéticos basados en la psicología cognitiva, con el propósito indagar el nivel de representaciones mentales de los estudiantes cuando explicitan los conceptos de campo tanto eléctrico como magnético, donde las imágenes comparten atributos de los modelos, pero solo una “visual” del modelo sin capacidad explicativa. Esto es, una figura “vale mil palabras” allí identifican aspectos representacionales donde el modelo que subyace contiene los aspectos esenciales que le permiten ser capaces de evaluar el contenido.

Pretendemos entonces, poner de manifiesto las diferentes orientaciones metodológicas que, para la enseñanza de magnetismo, les permitan a los alumnos obtener conocimiento didáctico en las actividades a realizar. Así, con los análisis y actividades realizadas por ellos les pueden servir de referentes para un futuro estudio formal sobre el tema.

Nuestro trabajo se sitúa en el ámbito de la investigación didáctica en que está anclada en los siguientes aspectos: descripción, explicación, e intervención. Todo dentro del contexto de una formación inicial al magnetismo empírico como concepto esencial para inducir o influir en los alumnos hacia el estudio de las ciencias, con sus estructuras, constancia y complejidades.

Es interesante para la enseñanza de la física intentar conocer cuáles son las representaciones internas que tienen los alumnos y cómo las construyen a partir de actividades prácticas y conceptos enseñados. Al tratar con nociones de acción a distancia (Dibar, 2014) como lo es el campo magnético, que no es percibido su existencia real por los niños, no resultando tan evidente como un campo gravitacional. Así, el trabajo que deseamos realizar tiene como objetivo detectar el nivel de sus representaciones mentales expresado a través de las actividades que tendrán que desarrollar y el interés que demuestre al finalizar la actividad de determinación del campo magnético terrestre en distintos lugares de nuestra zona. Parte de nuestro referente será la teoría de modelos mentales de Johnson-Laird (1983), en que si la lógica posible de la psicología puede ser obvia, cuando hemos sido capaces de abrir nuestras mentes introspectivamente y examinar nuestras habilidades mentales, aunque la introspección no es solo una vía directa para comprender la mente.

De nuestro punto de vista, la concepciones sistémica (Bertalanffy, 1976) son propicias para jugar un papel preponderante en el desarrollo de la ciencia, con el propósito de aportar ideas fértiles en las disciplinas, generando un marco racional, complejo, a pesar de reconocer la existencia de la transdisciplinariedad en las ciencias naturales, generan la ciencia mecanicista que aporta presupuestos ontológi-

cos consistentes, ayudando al razonamiento transversal del conocimiento y, sobretodo en los primeros estadios de su aprendizaje.

## METODOLOGÍA

Se realizó un estudio de cohorte Cuasiexperimental con grupo de control, la población corresponde a los estudiantes que en 2016 cursaban el Segundo Año Medio en el Colegio “Ciudad Educativa” en la ciudad de Chillán, Chile; originalmente correspondió a 45 alumnos, de los cuales se solicitaron 25 alumnos voluntarios para el grupo experimental (la muestra fue elegida por conveniencia por las cualidades del estudio) los alumnos restantes corresponderán al grupo de control, además, podemos indicar que las edades de los estudiantes fluctúan entre los 14-15 años.

La invitación hacia los estudiantes se realiza con el propósito de “construir y aplicar bobinas de Helmholtz” para determinar la *densidad de flujo magnético* B terrestre en distintos puntos localizados cercanos a la Latitud de  $-36.6$ , y longitud  $-72.1\ 36^{\circ}\ 36'0$ ”.

Una vez obtenido los dos grupos: uno de control y otro experimental, a ambos se les aplicó un cuestionario relacionado con el electromagnetismo, previamente validado por juicio de expertos (docentes universitarios), además, al grupo experimental se aplicó el test CHAEA (Alonso y Honey), el motivo principal de esta aplicación fue la conformación de 5 grupos de trabajo fomentando el trabajo colaborativo y grupos heterogéneos.

Con el propósito de nivelar en aspectos de matemática básica y nociones de magnetismo, se realizó con el grupo experimental una serie de 5 sesiones de trabajo previo, que incluyeron temas de: álgebra elemental, gráficos y tablas y campo magnético.

En una segunda fase, se procedió a explicar el procedimiento que deben realizar para determinar la densidad de flujo magnético. Este consiste en equilibrar la componente de la inducción magnética generada por bobinas de Helmholtz con la componente de la brújula, la que es desviada por la acción magnética terrestre y las bobinas respectivamente.

Una vez comprendida la teoría respectiva, procedieron a construir las bobinas con elementos considerados de bajo costo. El proceso de embobinado resultó un tanto complejo por el hecho de que se requiere de una motricidad fina y el manejo del alambre esmaltado que debe ser trabajado con mucho cuidado, porque es fácil que se corte o pierda su esmalte y realizar el número de espiras indicadas, donde cada una de ellas debe ser contigua a la anterior (ver figura N°1).

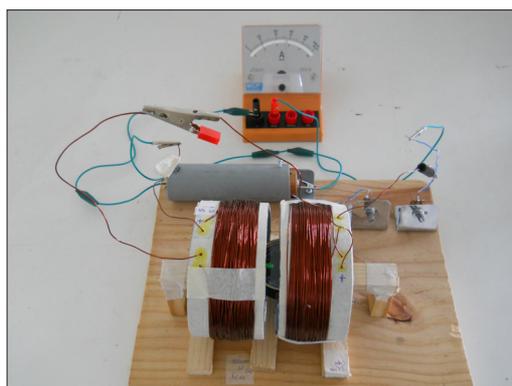


Fig. 1. Bobina de Helmholtz construida por los estudiantes. La brújula se localiza al centro de ambas bobinas

Para la toma de datos, cada grupo consta con: un amperímetro; bobinas de helmholtz que fueron construidas por los alumnos; resistencia variable ohmica y la brújula, que tiene indicado en su estructura el ángulo en grados sexagesimales indicando la desviación respecto a la dirección N-S ( ver figura N°2). Cuando es activada las bobinas con corriente eléctrica aportada por pilas, esta se mide con un amperímetro y es regulada por una resistencia variable para ir realizando las diferentes variaciones de la misma y toma de datos.

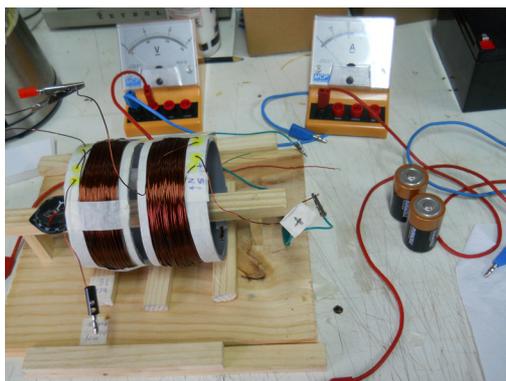


Fig. 2. Montaje de Bobina de Helmholtz.

La toma de datos se realizó en tres lugares, donde cada uno de ellos debe cumplir el requisito de no haber materiales ferromagnéticos cercanos a la medición, al menos, en un radio de 10 m. El primer punto fue el patio del colegio, posteriormente, un segundo punto fue realizado a 5 km (oeste), y el tercer punto, nos desplazamos a 48 km en dirección a la costa (noroeste). Los sitios fueron elegidos por la conveniencia del traslado, pero con el propósito, de que observaran que la densidad de flujo magnético no es constante y puede tener leves variaciones según la conformación geológica del lugar. Posterior al trabajo práctico se desarrolló el post-test.

## RESULTADOS

Se debe mencionar que para efectos de ésta parte del análisis se contó con resultados de 32 estudiantes, 20 de ellos correspondían al grupo experimental (5 de ellos renunciaron por diferentes razones no asociadas a la actividad) y el resto, al de control; ellos fueron los que respondieron completo tanto el pre como el post-test.

Se realizó una prueba *t* de student para verificar que los grupos no tengan diferencias significativas al comenzar el estudio; los datos utilizados fueron rescatados del pre test.

Para efecto de este estudio se realizó un análisis bilateral para los dos grupos y como se muestra en la tabla N°1. No se encontraron diferencias significativas; lo que permite continuar con el estudio.

Tabla 1.  
Prueba *t* de student para Pre test (muestras independientes)

Clasific	Variable	Grupo(1)	Grupo(2)	n(1)	n(2)	media(1)	media(2)	p(Var.Hom.)	<i>t</i>	<i>p</i>	Prueba
Columnal	Pre	{GC}	{GE}	12	20	3,38	3,53	0,5083	-0,66	0,5115	Bilateral

Al finalizar el estudio conforme se menciona en el apartado correspondiente a la metodología, se procede a aplicar el Post-test al curso completo; al realizar el análisis de los resultados y calcular  $t$  de student se encuentran diferencias significativas entre los grupos de Control y Experimental (ver tabla nº2)

Tabla 2.  
Prueba  $t$  de student para Post test (muestras independientes)

Clasific	Variable	Grupo(1)	Grupo(2)	n(1)	n(2)	media(1)	media(2)	p(Var.Hom.)	$t$	$p$	Prueba
Columnal	Pre	{GC}	{GE}	12	20	2,82	3,58	0,2962	-7,72	0,0008	Bilateral

Como no podemos asegurar la normalidad de los datos y para complementar el estudio se realizó la prueba no paramétrica de Wilcoxon con el objetivo de comparar los rangos medios de las muestras y determinar si existen o no diferencias significativas. Al observar la tabla nº3 podemos verificar que en el post-test se observan este tipo de diferencias.

Tabla 3.  
Prueba no paramétrica de Wilcoxon (muestras independientes)

Clasific	Variable	Grupo (1)	Grupo (2)	n(1)	n(2)	Media (1)	Media (2)	DS (1)	DS (2)	Mediana (1)	Mediana (2)	W	$p$ (2colas)
Columnal	Post	GC	GE	12	20	2,82	3,58	0,65	0,50	2,95	3,50	121,00	0,0025
Columnal	Pre	GC	GE	12	20	3,38	3,53	0,70	0,60	3,20	3,30	176,00	0,3831

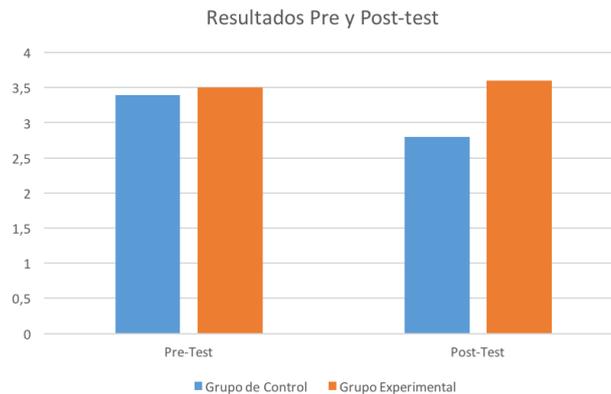


Fig. 3. Resultados de Pre y Post-test

Al observar la figura Nº3 observamos las diferencias que se presentan entre el grupo experimental y de control al momento de responder el post-test. Además por alguna razón desconocida aún para nosotros, los estudiantes pertenecientes al grupo de control bajaron el promedio ponderado cuando respondieron el post-test comparando esto con su pre-test rendido al inicio del experimento.

## CONCLUSIONES

La aplicación del Test nos permite recabar información relacionada con el conocimiento que los alumnos tienen en sus inicios de su formación secundaria. La estructura fue realizada de tal manera que pu-

diera abarcar aspectos de vida cotidiana, histórica, geográfica y preguntas más específicas relacionadas con el campo magnético.

Si queremos que nuestros estudiantes sean los constructores del conocimiento científico como una acción dinámica, que permita producir cambios en sus concepciones y generar una inclinación hacia las ciencias debemos estimularlos con pequeñas actividades prácticas aunque en ocasiones esté descontextualizada respecto a su actividad curricular del momento, no obstante, servirá para habilitarlos en un área que tendrán que desarrollar cuando lo demande su plan escolar. La densidad de campo magnético terrestre no es perceptible y solo adquiere conciencia cuando debemos orientarnos y utilizar una brújula. Sin embargo, no pasa por la mente de muchos en que éste es posible medirlo, aunque sea de manera no muy precisa utilizando equipamiento no tan sofisticado. Es efectivo, que existen aplicaciones APPS para la telefonía móvil, no obstante, sus características son atribuidas a un programa que no necesariamente está asociado al lugar de la medición.

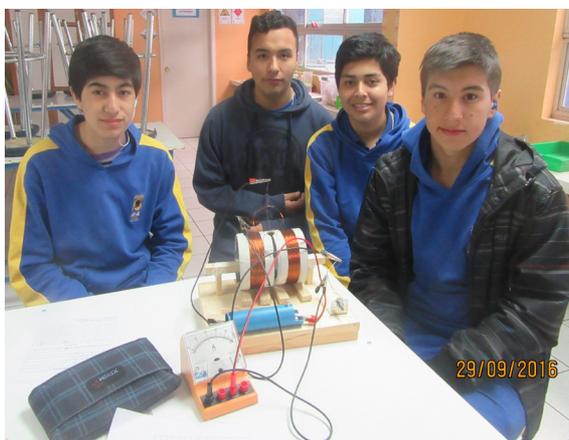


Fig. 4. Estudiantes, junto a su Bobina de Helmholtz.

Podemos mencionar además que el trabajo colaborativo fue de suma importancia al momento de realizar la actividad tanto en la construcción como en la posterior toma de datos, debido a que el discutir las ideas en equipo les permite una mejor toma de decisiones( ver figura N°4).

El proyecto nos entrega claridad respecto de las necesidades de contextualizar los temas de Física, que tal vez, por las dificultades en torno a los conceptos matemáticos que subyacen en las teorías, alejan a los estudiantes de su estudio; no obstante la gran gama de oportunidades que se presenta al momento de construir y analizar experimentalmente los fenómenos en la vida cotidiana presenta un gran desafío para la Enseñanza de las Ciencias del Siglo XXI.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BERTALANFFY, L Von (1976). *Teoría general de sistemas*. Madrid: FCE
- DIBAR, M. y Montino, M. (2014). La gravedad, el magnetismo y la acción a distancia: un estudio de las respuesta a cuestionarios. *Revista Enseñanza de las Ciencias*. Vol. 26, n° 1. 37-44
- GUISASOLA, J., ALMUDÍ, J y ZUBIMENDI, J (2003). Dificultades de aprendizaje de los estudiantes universitarios en la teoría del campo magnético y elección de los objetivos de la enseñanza. *Enseñanza de las Ciencias*. 21(1), 79-94.
- GUISASOLA, J., ALMUDÍ, J. y ZUZA, K. (2010). Dificultades de los estudiantes universitarios en el aprendizaje de la inducción electromagnética. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, n,1 1401

- GRECA, I. y MOREIRA M. (1996). Un estudio piloto sobre representaciones mentales, imágenes, proposiciones y modelos mentales respecto al concepto de campo electromagnético en alumnos de Física General, estudiantes de postgrado y físicos profesionales. *Investigacoes em Ensino de Ciencias*. V (1), p.p. 95-108.
- JOHNSON-LAIRD, P. (1983). *Mental models: Towards a cognitive science of language, inference, and consciousness* (No. 6). Harvard University Press.
- ZAPATA, J., MORENO, N., BADILLO, R., ROSERO, S. y FLORES Y. (2012). Enseñanza del magnetismo en la formación inicial del profesores un abordaje desde el aprendizaje activo. *Revista EDUCyT*, Vol. Extraordinario. Diciembre.

