

Comprensión conceptual de electromagnetismo en el laboratorio mediante aprendizaje basado en problemas (ABP)

Compreensão conceitual do eletromagnetismo no laboratório através do aprendizado baseado em problemas (PBL)

DOI:10.34117/bjdv8n12-236

Recebimento dos originais: 14/11/2022

Aceitação para publicação: 21/12/2022

Vladimir Camelo Avedoy

Maestros en Ciencias en Física

Institución: Universidad de Guadalajara

Dirección: Departamento de Física, Universidad de Guadalajara,

Blvd. Marcelino García Barragán 1421, 4430, Guadalajara, Jalisco, México

Correo electrónico: vladimir.camelo@academicos.udg.mx

Abigail Rojas González

Grado de Maestría en Ciencias

Institución: Universidad de Guadalajara

Dirección: Departamento de Física, Universidad de Guadalajara,

Blvd. Marcelino García Barragán 1421, 4430, Guadalajara, Jalisco, México

Correo electrónico: abigail.rojas@academicos.udg.mx

Samuel Rosalio Cuevas

Maestros en Ciencias en Física

Institución: Universidad de Guadalajara

Dirección: Departamento de Física, Universidad de Guadalajara,

Blvd. Marcelino García Barragán 1421, 4430, Guadalajara, Jalisco, México

Correo electrónico: samuel.rosalio@academicos.udg.mx

Luis Navarrete Navarrete

Maestros en Ciencias en Física

Institución: Universidad de Guadalajara

Dirección: Departamento de Física, Universidad de Guadalajara,

Blvd. Marcelino García Barragán 1421, 4430, Guadalajara, Jalisco, México

Correo electrónico: luis.navarrete@academicos.udg.mx

Mario Flores Pérez

Maestros en Ciencias en Física

Institución: Universidad de Guadalajara

Dirección: Departamento de Física, Universidad de Guadalajara,

Blvd. Marcelino García Barragán 1421, 4430, Guadalajara, Jalisco, México

Correo electrónico: mario.flores@academicos.udg.mx

Angélica L. A. Soltero Sánchez

Doctora en Ciencias Química

Institución: Universidad de Guadalajara

Dirección: Departamento de Física, Universidad de Guadalajara,

Blvd. Marcelino García Barragán 1421, 4430, Guadalajara, Jalisco, México

Correo electrónico: angelica.soltero@academicos.udg.mx

RESUMEN

Los conceptos de electromagnetismo representan un reto para el aprendizaje debido al grado de abstracción que tiene que desarrollar para entenderlos y aplicarlos, en este trabajo se muestra el resultado de un esfuerzo realizado durante el curso de laboratorio de electromagnetismo para auxiliar al alumnado de pregrado en este proceso de abstracción y al mismo tiempo contribuir al desarrollo de habilidades blandas mediante el uso del Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) complementariamente con métodos tradicionales de enseñanza. Se compararon dos grupos uno donde se usó el método ABP y otro de control, al inicio y al final se aplica la misma evaluación conceptual de electricidad y magnetismo para observar si hubo diferencia en el grado de comprensión conceptual de la materia. Se utilizó el método de diferencia en diferencias para medir el impacto, los resultados no fueron alentadores, sin embargo, la mejoría de un 10% en el promedio motivaron a realizar un análisis de los resultados por temas; encontrando deficiencias en cálculo vectorial y en la aplicación conceptual de las leyes de Newton mostrando que la dificultad de abstracción conceptual por parte de los alumnos no solo es en electromagnetismo. Se observó cualitativamente que durante el proceso y la evaluación de los proyectos los alumnos mostraron habilidades blandas: trabajo en equipo, capacidad analítica y de discusión en resolución de problemas, trabajo interdisciplinario y gestión del trabajo.

Palabras clave: aprendizaje basado en proyectos, habilidades blandas, abstracción conceptual.

RESUMO

Os conceitos de eletromagnetismo representam um desafio para o aprendiz devido ao grau de abstração que ele tem de desenvolver para compreendê-los e aplicá-los, nesse trabalho mostramos o resultado de um esforço feito durante o curso de laboratório de eletromagnetismo para auxiliar o aluno de pós-graduação nesse processo de abstração e, ao mesmo tempo, contribuir para o desenvolvimento de habilidades de soft por meio do uso do Aprendizado Baseado em Projetos (ABP) complementado em métodos tradicionais. Foram comparados dois grupos, um usando o método ABP e outro método de controle, a mesma avaliação conceitual da eletricidade e do magnetismo é aplicada no início e no final para ver se havia diferença no grau de compreensão conceitual da matéria. O método da diferença foi usado para medir o impacto, os resultados não animaram, porém, a melhora de 10% na média motivou uma análise dos resultados por tópico; constatando deficiências no cálculo de vetores e na aplicação conceitual das leis de Newton mostrando que a dificuldade de abstração conceitual dos alunos não está apenas no eletromagnetismo. Observou-se qualitativamente que, durante o processo e avaliação dos projetos, os estudantes mostraram competências suaves: trabalho em equipe, capacidade analítica e de discussão na resolução de problemas, trabalho interdisciplinar e gestão do trabalho.

Palavras-chave: aprendizagem baseada em projetos, habilidades suaves, abstração conceitual.

1 INTRODUCCIÓN

En la naturaleza los fenómenos mecánicos, termodinámicos u ondulatorios proporcionan al maestro elementos empíricos concretos para simplificar su enseñanza y el aprendizaje por parte de los alumnos y de ahí obtener un modelo matemático que los describa, son elementos además, que hemos experimentado desde pequeños y visibles de manera concreta en nuestra vida diaria, sin embargo las experiencias de fenómenos eléctricos y magnéticos, independientemente de ser igual de cotidianas son más abstractas, de hecho como lo hacen notar Agudelo, Méndez y Melo (2019) el profesor utiliza modelos matemáticos (campos vectoriales) probablemente de forma anticipada para hacer un intento de que el alumno concretice campos electromagnéticos y aclare conceptos tales como carga eléctrica o campo magnético.

El problema se hace evidente al ver los archivos de los exámenes departamentales aplicados a todas las licenciaturas de ciencias e ingenierías que cursan la materia de electromagnetismo (EM) donde el 65% de los estudiantes no obtienen una calificación mínima aprobatoria (60/100) y el promedio general es de 50/100.

Con base a lo señalado en Sotomayor, C., Vaccaro, C. y Télles A. (2020) consideramos que la implementación de la metodología de Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), sería una opción adecuada para que el alumno experimente el aprendizaje trascendiendo el aula y al mismo tiempo desarrollen habilidades blandas, por ser una estrategia metodológica de diseño y programación que implementa un conjunto de tareas basadas en la resolución de problemas o retos, mediante un proceso de investigación o creación por parte del estudiantado que trabaja de manera relativamente autónoma y con un alto nivel de implicación y cooperación, que como lo recomienda Viveros Altieri (2018) culmine con un producto final presentado ante los demás. El docente elige el tema y elabora un guion, pero es el discente quien participa de una manera activa y responsable (protagonista de su aprendizaje) al ser quien investiga, piensa y organiza como realizarlo, la toma de decisiones y elecciones son indispensables y si este se realiza en equipo se espera que promueva también la autoestima, la capacidad de comunicar ideas y discutir las, y la colaboración entre otras habilidades blandas.

Algunos profesores del CUCEI (Centro universitario de ciencias exactas e ingenierías de la Universidad de Guadalajara en Jal., México) decidimos utilizar el método ABP en el Laboratorio de electromagnetismo (LEM) materia obligatoria para alumnos que cursan el pregrado en Ingenierías y Ciencia, tradicionalmente se piensa que para guiar el aprendizaje en el laboratorio debido a su naturaleza empírica, basta con tener prácticas bien elaboradas y equipo suficiente para poner a disposición del estudiante y esperamos que será suficiente para que este entienda y aprenda conceptos fundamentales de la física (Bretel Bibus, L. 2019), seleccione y maneje apropiadamente instrumentos, que realice arreglos experimentales y utilice el método científico; sabemos que con una sola asignatura en una asignatura los alumnos no lograrán desarrollar las competencias mencionadas así que LEM es uno de los cuatro laboratorios que conforman la parte básica y continúan con laboratorios más especializados durante su trayectoria escolar, sin embargo, sí se espera que el alumno logre entender y hacer uso de los conceptos fundamentales del electromagnetismo, así como elegir y manejar instrumentos de medición básicos específicos para las variables que esta área involucra.

Así pues, en este trabajo se utiliza el método ABP con enfoque interdisciplinar y llevar a cabo una propuesta de trabajo para el LEM para contribuir a aumentar la eficacia de aprendizaje conceptual, disminuir el alto índice de reprobación en la materia de electromagnetismo y favorecer al desarrollo de habilidades blandas. Para medir la efectividad de la aplicación del método utilizamos un instrumento de evaluación diseñado por Maloney, O’Kuma, Hieggelke y Van Heuvelen (2001) el ECEM (Evaluación Conceptual de Electricidad y Magnetismo).

2 METODOLOGÍA

2.1 POBLACIÓN

Dos grupos fueron escogidos por disponibilidad del profesor para participar y por impartir a dos secciones de LEM para alumnos registrados en el mismo programa de pregrado lo que en principio garantiza un perfil similar en cuanto a intereses y antecedentes académicos. Participaron 44 estudiantes de la carrera de Ingeniería Industrial del ciclo escolar 2018-B que comprende del mes de agosto de 2018 a enero de 2019. Ver **Tabla 1**. La población estudiada corresponde a los alumnos que decidieron participar contestando el instrumento de evaluación. Cabe señalar que dichos estudiantes, de acuerdo al programa de estudio de su carrera, cursan la materia teórica de Electromagnetismo en tercer semestre y el laboratorio en el cuarto.

Tabla 1. Participantes en la investigación.

GRUPO	PARTICIPA
	NTES
Control sin ABP	24
Experimental con ABP	20
TOTAL	44

2.2 PROCEDIMIENTO

En ambos grupos se impartió el curso de LEM cumpliendo con el programa aprobado por la institución (ver **Tabla 2**); en un grupo se trabajó con el método tradicional para este laboratorio: se proporciona al alumno 12 prácticas (una a la vez conforme los avances por sesión) que responden al tema por desarrollar y se facilitan las instalaciones, los instrumentos de laboratorio, las prácticas con anticipación y una guía para que realicen el reporte de la práctica, el alumno desarrolla las prácticas en grupo dependiendo de la disponibilidad de equipo de laboratorio, bajo la supervisión del profesor. Con fines de evaluación, los alumnos entregan individualmente después de cada práctica un reporte con formato prediseñado por la academia, a este grupo lo llamaremos grupo de control (Gc).

En un segundo grupo al que llamaremos grupo experimental (Gexp) se propone al alumno utilizar el método de ABP de forma paralela a partir de la práctica No. 8. En este último grupo se formaron 4 equipos con 5 integrantes, se les permitió a ellos formarlos y a cada equipo se les asignó un escenario (ver **Tabla 2 y 3**) para motivar y dirigir el desarrollo del proyecto. A la par, se les pide a los alumnos llevar un diario del proyecto de manera individual, ahí anotan cualquier actividad, consulta, avance o investigación que se realice. El profesor lo revisa cada semana para conocer sus avances.

Tabla 2. Columna izquierda prácticas de Laboratorio de Electromagnetismo conforme al programa. Columna derecha propuesta de ABP.

Num	PRÁCTICAS DEL CURSO	PROPUESTA EN ABP
1	Carga Eléctrica y Formas de Electrización	
2	Ley de Coulomb	
3	Campo Eléctrico	
4	Multímetro	
5	Potencial	
6	Propiedades de los Aislantes	
7	Capacitores	
8	Propiedades de los Conductores	Asignar escenario de trabajo para ABP
9	Osciloscopio	Entrega Investigación individual
10	Leyes de Kirchoff	Trabajo en grupo
11	Campo Magnético	Trabajo en grupo
12	Fuerza Magnética	Revisión Proyecto por profesor
		Presentación Final del proyecto realizado

Se inicia con los proyectos cuando se ha cubierto más del 50% del curso se espera de los alumnos dominio en el uso de equipo de laboratorio y entendimiento de los temas mostrados en el contenido del programa.

Los escenarios propuestos consideran lo comentado en el párrafo anterior se pensaron para relacionarse con temas puntuales del contenido del programa (ver **Tabla 3**). Los escenarios se escogieron en base a su contenido curricular, es decir, se buscó que relacionen varios tópicos esenciales de magnetismo para poderlo desarrollar. Se espera que el estudiante domine el contenido curricular al finalizar el proyecto. El alumno no recibe la información de la **Tabla 3**, se espera que conforme vayan avanzando con el proyecto él y su equipo identifique la relación.

Tabla 3. Escenarios de problemas propuestos a los equipos y en la columna derecha temas del programa con los que se relacionan. Elaboración propia.

No.	ESCENARIO	CONTENIDO CURRICULAR
1	Usted es empleado de una compañía eléctrica y se le pide que diseñe un Generador Eólico con aspas no mayor a 60 cm de diámetro y que sea capaz de recargar una batería. Dicho aparato se implementará en las zonas rurales donde no se cuenta con cableado eléctrico por su difícil acceso.	*Conservación de energía *Ley de Faraday *Capacitancia *Corriente alterna y directa *Diodo *Almacenamiento de energía
2	Usted forma parte de una consultoría y es contratado por una empresa que se dedica a la venta de chatarra a gran escala para realizar un proyecto que consiste en construir un Brazo Grúa Electromagnética que realice un desplazamiento de una masa a través de un motor el cual hará girar la grúa 360° con el fin de ubicar la masa donde se desee. Para ello usted debe presentar un diseño a escala que sea capaz de levantar 800 gramos de chatarra y desplazarlo 90°.	*Dominios magnéticos *Líneas de campo magnético *Flujo magnético *Ley de Gauss
3	Usted labora para la empresa Mytek (fábrica de ventiladores) y se le pide que fabrique un Ventilador de Pedestal cuyas aspas tengan 40 cm de diámetro y que dicho ventilador tenga dos velocidades. A la par, usted debe diseñar un motor económico para el ventilador con el fin de reducir costos.	*Líneas de campo magnético y flujo magnético. *Fuerza y par de torsión en espira de corriente. *Fuerza magnética sobre un conductor *Motor eléctrico
4	Desea incursionar como proveedor de transformadores construidos por usted para un negocio de electrónica en la ciudad de México, para ello le solicitan un Transformador que proporcione 6 v, 9 v y 12 v de salida para un estéreo de casa que se está diseñando.	*Fuerza entre alambres paralelos *Campo magnético de conductor que transporta corriente *Campo magnético de espira circular de corriente *Ley de ampere *Dominios magnético *Inducción electromagnética

La **Tabla 4** en donde se aprecian las 4 fases propuestas por De Miguel (2005): 1. Información; 2. Planificación; 3. Realización; 4. Evaluación, muestra las actividades que el maestro programa para guiar a los alumnos durante el desarrollo del proyecto, así como las características de cada una de ellas.

Tabla 4. Calendario de actividades para guiar el desarrollo de los proyectos.

SESIÓN	ACTIVIDAD	AULA	TRABAJO
1	Lectura y análisis del caso	Si	Grupal
2	Contenido temático, reunir información, hipótesis, utilidad en la vida diaria, ¿cuánta México con esta tecnología?	No	Individual
3	Comparación, discusión, lluvia de ideas para realizar proyecto	Si	Grupal
4	Reunión en grupo y avance de elaboración	No	Grupal
5	Correcciones de proyecto (en caso de haberlas)	No	Grupal
6	Presentación final, entrega de reporte, diario de proyecto y comentarios	Si	Grupal

Con fines de evaluación oficial los equipos presentaron los escenarios propuestos, los aparatos construidos explicando su funcionamiento y qué conocimientos habían requerido para desarrollarlos, así como una narración de las actividades realizadas.

Para conocer el dominio de tópicos sobre la materia de electromagnetismo se aplicó la Evaluación Conceptual de Electricidad y Magnetismo (ECEM) propuesta por Maloney, et al. en 2001, la cual es una prueba de opción múltiple que consta de 32 reactivos, diseñada para medir el conocimiento conceptual de los estudiantes en el área de electricidad y magnetismo. La estructura del examen se muestra en la **Tabla 5**. Se aplicó el mismo examen a los grupos Gc y Gexp al inicio y al final del curso y en ambos casos se les otorgó una hora de tiempo máximo para contestarlo.

Tabla 5. Estructura del examen conceptual de electricidad y magnetismo.

Sección	Tema a preguntar	Reactivos del examen
I	Distribución de carga sobre conductores/aislantes	1, 2, 13
II	Ley de Coulomb	3, 4, 5
III	Superposición de fuerza eléctrica y campo	6, 8, 9
IV	Fuerza causada por un campo eléctrico	10, 11, 12, 15, 19, 20
V	Trabajo, potencial eléctrico, campo y fuerza	11, 16, 17, 18, 19, 20
VI	Inducción de carga y campo eléctrico	13, 14
VII	Fuerza magnética	21, 22, 25, 27, 31
VIII	Campo magnético causado por una corriente	23, 24, 26, 28
IX	Superposición de campo magnético	23, 28
X	Ley de Faraday	29, 30, 31, 32
XI	Tercera ley de Newton	4, 5, 7, 24

Los pasos que se siguieron para administrar y calificar el examen fueron los siguientes:

- 1.- El ECEM es un instrumento de evaluación utilizado por Maloney en el año 2001. Considerando lo anterior, se revisó el examen que se llevó a cabo para conocer el grado de dificultad, así como los conceptos involucrados sobre electromagnetismo para poder responder.
- 2.- Se aplicó el mismo examen a los grupos Gc y Gexp al inicio y al final del curso.
- 3.- El examen de opción múltiple, fue entregado a los alumnos por escrito con una hoja de respuesta, en la cual debía de rellenar con lápiz el círculo que tuviera a su lado la opción correcta.
- 4.- El tiempo máximo para entregar el examen con la hoja de respuesta fue de una hora máximo.
- 5.- En Excel se organizaron los resultados por renglón anotando número de participante, número de reactivo y la respuesta que el alumno seleccionó, número de reactivo con un uno si la respuesta fue la correcta y un cero si era incorrecta, número de aciertos y calificación sobre 100 en razón a los aciertos; conformando el instrumento que junto con el examen y el proceso de aprendizaje realizado por los alumnos nos permitiría el posterior análisis de los datos para medir el impacto de la aplicación del método ABP.

Se organizaron los resultados por renglón anotando número de participante, número de reactivo y la respuesta que el alumno seleccionó, número de reactivo con un uno si la respuesta fue la correcta y un cero si era incorrecta, número de aciertos y calificación sobre 100; conformando el instrumento que junto con el examen y el proceso de aprendizaje realizado por los alumnos nos permitiría el posterior análisis de los datos para medir el impacto del uso del método ABP.

Consideramos las respuestas a las preguntas que tienen relación directa con los conceptos utilizados en los proyectos realizados por los alumnos, esto es, los reactivos número 21 al 32 (ver **Tabla 5**). Obtuvimos el índice de alfa de Cronbach de 0.72 (Torres Leandro, 2021) valorando como buena la consistencia interna del examen. a partir de este momento nuestro análisis estará centrado en el bloque de preguntas de la 21 a la 32.

3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

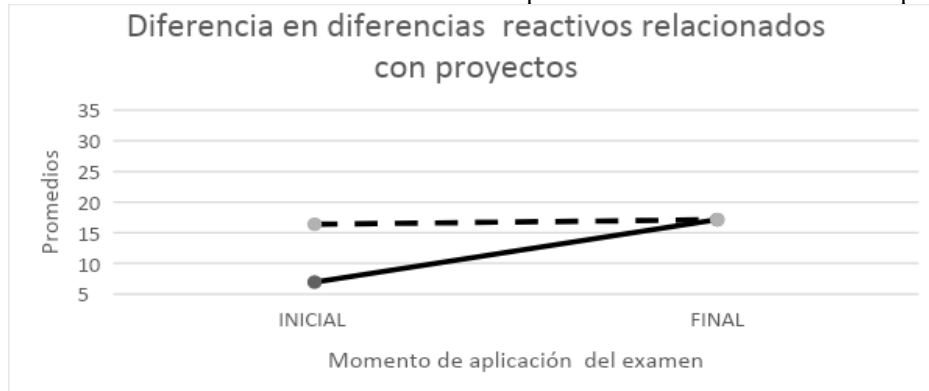
Para observar si el cambio en metodología tuvo un impacto positivo en el aprendizaje de los alumnos utilizamos el método cuasi experimental de *diferencia en diferencias* el cual tiene como supuesto que en ausencia del programa, las tendencias de

aprendizaje medido por los exámenes aplicados a los participantes del Gc y al Gexp, se mantendrían paralelas, siendo el caso que el Gexp sí participó en el programa tenemos una diferencia en promedios de 9.44 ver **Tabla 6** y **Gráfica 1**.

Tabla 6. Tabla de valores de la Diferencia de diferencias de promedios obtenidos por los grupos considerando solo los reactivos que están directamente relacionados con los proyectos que realizaron los alumnos del Gexp.

	INICIO del semestre	FINAL del semestre	DIFERENCIA
Puntaje promedio del Gexp	6.94	17.13	10.19
Puntaje promedio Gc	16.38	17.13	0.75
DIFERENCIA			9.44

Gráfica 1. La línea sólida une los puntos del promedio de los resultados de los exámenes aplicados al inicio y al término del semestre al Gexp y la línea cortada la del Gc. las líneas después del punto de intersección marcan las tendencias de ambas líneas para acentuar la diferencia de 9.44 puntos.



En la **Gráfica 1** podemos observar que, si medimos el entendimiento de los conceptos con el examen, el Gexp mostró un aprendizaje de 10.19 puntos mayor a la inicial, mientras que el Gc egresó como inició. Por supuesto que observamos que aun así no se logra un resultado de aprendizaje conceptual cercano a lo esperado por lo tanto presentamos un análisis detallado.

Los resultados en el ECEM para todos los grupos estudiados se encuentran en las **Tablas 7.1 a la 7.5**. Hemos separado los resultados de acuerdo a los reactivos que corresponden a cada una de las secciones de la **Tabla 5**. Las columnas muestran los porcentajes de respuesta que corresponden a los incisos seleccionados por los alumnos. En la última columna aparece la letra que corresponde a la respuesta correcta, además, la respuesta correcta está en negritas y en color rojo.

En las siguientes tablas se muestran las respuestas a los reactivos que corresponden a la sección VII, VIII y IX de la **Tabla 5: Fuerza Magnética, Campo**

magnético causado por una corriente y Superposición de campo magnético. respectivamente.

Tabla 7.1. Resultados del ECEM que corresponden a la sección VII de la Tabla 5.

	A(%)		B(%)		C(%)		D(%)		E(%)		R
	Post-test Gc	Gexp	Post-test Gc	Gexp	Post-test Gc	Gexp	Post-test Gc	Gexp	Post-test Gc	Gexp	
21	25	22	17	11	21	28	0	6	38	28	E
22	25	28	17	0	0	33	4	22	54	17	D
25	4	17	42	17	25	28	8	33	17	6	D
27	8	0	50	33	21	28	13	17	8	17	E
31	0	6	29	17	42	56	25	11	4	11	E

Tabla 7.2. Resultados del ECEM que corresponden a la sección VIII de la Tabla 5.

	A(%)		B(%)		C(%)		D(%)		E(%)		R
	Post-test Gc	Gexp	Post-test Gc	Gexp	Post-test Gc	Gexp	Post-test Gc	Gexp	Post-test Gc	Gexp	
23	25	31	17	28	25	24	21	0	13	17	A
24	8	0	54	43	0	13	13	11	25	33	C
26	8	6	33	33	17	6	38	50	0	0	A
28	25	0	21	17	13	28	0	6	42	50	C

Tabla 7.3. Resultados del ECEM que corresponden a la sección IX de la Tabla 5.

	A(%)		B(%)		C(%)		D(%)		E(%)		R
	Post-test Gc	Gexp	Post-test Gc	Gexp	Post-test Gc	Gexp	Post-test Gc	Gexp	Post-test Gc	Gexp	
23	25	31	17	28	25	24	21	0	13	17	A
28	25	0	21	17	13	28	0	6	42	50	C

se observa un mayor dominio conceptual por parte del grupo Gexp en prácticamente todos los reactivos, principalmente en concepto de fuerza magnética. A pesar de ello, para ambos grupos, se observa deficiencia en el dominio de los conceptos ya que el porcentaje de respuestas correctas es muy bajo.

En la siguiente tabla se muestran las respuestas a los reactivos que corresponden a la sección X de la **Tabla 5: Ley de Faraday**.

Tabla 7.4. Resultados del ECEM que corresponden a la sección X de la Tabla 5.

	A(%)		B(%)		C(%)		D(%)		E(%)		R
	Post-test Gc	Gexp	Post-test Gc	Gexp	Post-test Gc	Gexp	Post-test Gc	Gexp	Post-test Gc	Gexp	
29	21	22	13	33	13	11	42	17	8	0	C
30	17	22	4	11	50	22	17	39	8	6	A
31	0	6	29	17	42	56	25	11	4	11	E
32	17	11	33	28	17	28	13	6	17	22	D

Al observar las respuestas de las preguntas de esta sección se infiere una falta de dominio, para ambos grupos, en el concepto de un campo magnético cambiante en el tiempo y el campo eléctrico creado por estos cambios. No hay variación significativa entre Gc y Gexp.

En la siguiente tabla se muestran las respuestas a los reactivos que corresponden a la sección XI de la **Tabla 5: Tercera Ley de Newton**

Tabla 7.5. Resultados del ECEM que corresponden a la sección XI de la Tabla 5.

	A(%)		B(%)		C(%)		D(%)		E(%)		R
	Post-test Gc	Post-test Gexp	Post-test Gc	Post-test Gexp	Post-test Gc	Post-test Gexp	Post-test Gc	Post-test Gexp	Post-test Gc	Post-test Gexp	
4	13	0	21	39	29	39	38	22	0	0	B
5	4	11	21	0	21	28	38	44	17	6	C
7	29	50	13	11	29	22	13	11	17	6	B
2 4	8	0	54	43	0	13	13	11	25	33	C

Comparando las respuestas de las **Tablas 7.1 a 7.5** y revisando la **Tabla 5** se puede ver un mayor dominio conceptual en el grupo Gexp para las secciones VII, VIII, IX, y XI, así como algunas deficiencias en la sección III. Cabe destacar el notable dominio conceptual por parte del grupo Gexp en la sección VII. En la sección X se observa un dominio conceptual similar por parte de Gc y Gexp, señalando que para la sección X el dominio conceptual es bajo para ambos grupos.

Cabe señalar que el ECEM es un examen que evalúa el dominio conceptual por parte de los estudiantes en la materia de electromagnetismo y que a los grupos de Ingeniería Industrial que participaron no han cursado materias de física conceptual, ya que no forman parte de su programa de estudio.

Revisando el diario del proyecto que los alumnos elaboraron durante el desarrollo del escenario en ABP se observó que, en lo general, los estudiantes buscaron asesoría y apoyo con individuos externos al laboratorio incluso con personas ajenas al ámbito universitario, técnicos y profesionistas de áreas diversas. Realizaron búsquedas de información no solo en libros también utilizaron catálogos de componentes eléctricos y electrónicos realizando comparaciones en cuanto a características, precio y calidad.

4 CONCLUSIONES

Al implementar escenarios en ABP se observa que se logran mejoras en el aprendizaje y dominio de los alumnos en los apartados VII y XI. Siendo claro que no se

alcanzó el objetivo, los alumnos no lograron el entendimiento conceptual requerido para trabajar los fenómenos electromagnéticos. Sugeriríamos (Aguedo et al. 2019) que en ambos grupos se refuercen conocimientos previos en:

- Matemática: Cálculo diferencial e integral y álgebra vectorial, ya que, debido a la naturaleza de la electricidad y el magnetismo es necesario auxiliarnos de modelos matemáticos para representarlos antes de poder construir conceptos.
- Física: Entendimiento conceptual y aplicación de las leyes de Newton en fenómenos eléctricos y magnéticos.

Por otro lado, revisando los diarios del proyecto presentados por los alumnos se observó que durante el desarrollo del mismo se desarrollaron habilidades blandas, tales como trabajo en equipo, capacidad analítica, resolución de problemas, trabajo interdisciplinario y gestionar el trabajo. Los equipos de trabajo buscaron asesoría y apoyo de individuos expertos ajenos a la institución universitaria, tales como técnicos de reparación de motores, egresados de alguna carrera de ingenierías y profesores de otras instituciones educativas, entre otros. Otro tema que se evidencia en la revisión de los diarios fue que no todos los miembros de los equipos participaron de forma activa por lo general tres comprendían lo que se había logrado y los problemas que enfrentaron. Compartiendo los hallazgos actitudinales positivos reportados por Flórez Nisperuza et al. (2021).

Trabajaremos en plantear proyectos que integren todos los objetivos del curso, involucrando a alumnos de las carreras de ingeniería en mecánica eléctrica y física que tienen un sustento formal en matemática y física previo y reduciendo el número de alumnos en prácticas y proyectos.

REFERENCIAS

Agudelo-Rueda, J. A., Méndez-Merchán, G. A., & Melo, A. R. (2019). Dificultades en la relación enseñanza-aprendizaje del electromagnetismo en cursos introductorios de nivel universitario: caso Universidad Católica de Colombia. *Encuentro de Ciencias Básicas*, 3, 31-41.

Bretel Bibus, L. (2019). Manual de Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) y Aprendizaje Basado en Proyectos (ABPro). INACAP. ISBN: 978-956-399-005-8. Recuperado de <https://www.inacap.cl/web/documentos/manuales-estrategias-actualizacion-2019/manual-de-aprendizaje-basado-en-problemas.pdf>

De Miguel Díaz, M. (22 de septiembre de 2022). Modalidades de enseñanza centradas en el desarrollo de competencias, orientaciones para promover el cambio metodológico en el espacio europeo de educación superior. Tomando de https://www2.ulpgc.es/hege/almacen/download/42/42376/modalidades_ensenanza_competencias_mario_miguel2_documento.pdf

Flórez Nisperuza, E. P., Hoyos Merlano, A. M. & Martínez Díaz, L. A. (2021, 19 diciembre). El aprendizaje de la física centrado en el estudiante, desde el Aprendizaje Basado en Problemas. *Revista de la Asociación Colombiana de Ciencias Biológicas*, 120-132. <https://doi.org/10.47499/revistaaccb.v1i33.242>

O’Kuma, T. L., Hieggelke, C. J. & Van Heuvelen, A. (2001, julio). Surveying students’ conceptual knowledge of electricity and magnetism. *American Journal of Physics*, 69(S1), S12-S23. <https://doi.org/10.1119/1.1371296>

Sotomayor, C., Vaccaro, C. y Télles A. (2020). Aprendizaje basado en proyectos: Un enfoque pedagógico para potenciar los procesos de aprendizaje hoy. Recuperado de <https://fch.cl/wp-content/uploads/2021/10/ABP-un-enfoque-pedagogico-para-potenciar-aprendizajes.pdf>

Torres Leandro, J. D. (2021). Fiabilidad de las escalas: interpretación y limitaciones del Alfa de Cronbach. Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/350590351_Fiabilidad_de_las_escalas_interpretacion_y_limitaciones_del_Alfa_de_Cronbach

Viveros Altieri, M. del R. (2018). Aprendizaje basado en Proyectos para asignaturas de Ingenierías y Administración. Recuperado de https://investigacion.upaep.mx/micrositios/ebpd/assets/aprendizaje_basado_en_proyectos.pdf