

## 2. Propuesta de estudio del nivel de logro de competencias mediante escenarios adaptados en ABP en laboratorio de electromagnetismo

VLADIMIR CAMELO AVEDOY\*

MARIO HUMBERTO RAMÍREZ DÍAZ\*\*

JOSÉ LUIS SANTANA FAJARDO \*\*\*

DOI: <https://doi.org/10.52501/cc.219.02>

### Resumen

La comprensión de los fenómenos magnéticos, de acuerdo con el modelo clásico de la física, no es sencillo para los estudiantes. Buscar nuevos recursos o dinámicas en la enseñanza de magnetismo permitiría un aprendizaje duradero y correcto. En este proyecto se implementarán escenarios adaptados en ABP en el curso de laboratorio de electromagnetismo de la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad de Guadalajara con la intención de producir mejora en el nivel de logro de competencias en el área de magnetismo. Para conocer el nivel de logro de competencias de magnetismo se elaborarán matrices de evaluación utilizando la taxonomía de Ribes.

**Palabras clave:** *magnetismo, dificultad de comprensión, escenarios adaptados en ABP, taxonomía de Ribes.*

---

\* Maestro en Ciencias en Física. Profesor del Departamento de Física del Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías (CUCEI) de la Universidad de Guadalajara, México. ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-0119-3741>

\*\* Doctor en Ciencias en Física Educativa. Profesor en el posgrado en Física Educativa del Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada (CICATA), unidad Legaria, del Instituto Politécnico Nacional (IPN), México. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3459-2927>

\*\*\* Doctor en Ciencias en Física Educativa. Profesor asociado C del Departamento de Física del Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías (CUCEI) de la Universidad de Guadalajara, México. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7048-2648>

## Introducción

Una de las ramas de la física de vital importancia para el área de la ingeniería es el electromagnetismo. Conocer su teoría y aplicación permite la existencia de aparatos tales como los hornos de microondas, televisión, teléfonos celulares, solo por mencionar algunos ejemplos. Para los estudiantes de ingenierías es de especial interés, ya que la aplicación de los temas que se abordan está fuertemente relacionada con sus actividades profesionales. Villavicencio [1] menciona que:

Adquieren gran relevancia si consideramos que es precisamente esta estrecha relación entre el electromagnetismo y el desarrollo de la ciencia y la tecnología la que hace que sea un tema de estudio obligado en todos los cursos de física que se imparten en los diferentes niveles educativos, pues la comprensión de los conceptos básicos de esta área de la física introducirá al estudiante al pensamiento científico y le proporcionará un mejor entendimiento del mundo que lo rodea y el vertiginoso avance tecnológico del que somos testigos.

El aprendizaje del electromagnetismo no es sencillo para los alumnos. Existen problemas de aprendizaje que la enseñanza tradicional no logra superar, y se agrava por el avance de la ciencia y la tecnología. Hay trabajos que evidencian dificultades en el aprendizaje de los estudiantes en fenómenos de inducción electromagnética de acuerdo con el modelo de la física clásica [2, 3], lo cual demuestra que los temas de magnetismo presentan problemas para el aprendizaje en los estudiantes.

La implementación de aprendizaje basado en proyectos (ABP) en las ciencias naturales ha dado buenos resultados [4], así como la implementación de escenarios en ABP para la enseñanza de las ciencias químicas [5], sin embargo, persisten dificultades de aprendizaje. Buscar nuevos recursos o dinámicas en la enseñanza de magnetismo permitiría un aprendizaje duradero y correcto.

De acuerdo con Lescano [6], las competencias se definen como las “capacidades que todo ser humano necesita para resolver, de manera eficaz y

autónoma, las situaciones de vida. Se fundamentan en un saber profundo, no sólo saber qué y saber cómo, sino saber ser persona en un mundo complejo y cambiante”. Más que acumular conocimiento, se busca saber qué hacer con lo que se sabe.

De acuerdo con Cerato y Gallino [7], existen dos tendencias en relación con la educación basada en competencias y son: el desarrollo de capital humano, que propone el tratamiento de competencias para el desempeño de las actividades o funciones de las personas en su puesto de trabajo, y el desarrollo humano, que propone la adquisición de competencias que fortalezcan de forma integral a las personas y su inserción en la sociedad.

La Universidad de Guadalajara (UdeG) ha desarrollado sus programas educativos con base en competencias. El objetivo de este trabajo es analizar el nivel de logro de competencias al implementar escenarios adaptados en ABP con la intención de mejorar el nivel de logro de competencias en el área de magnetismo en cursos de laboratorios de electromagnetismo en el Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías (CUCEI) de la UdeG; para ello se elaborarán matrices de evaluación utilizando la taxonomía de Ribes, la cual ha sido poco explorada en el área de la física.

## Marco teórico

### Aprendizaje basado en proyectos (ABP)

Una herramienta efectiva en la enseñanza de las ciencias enfocada a la experimentación en los laboratorios es el ABP, que se presenta como alternativa a la enseñanza tradicional. Medina y Tapia [8] mencionan que “el Aprendizaje Basado en Proyectos es una metodología de enseñanza-aprendizaje, donde los estudiantes protagonizan su propio aprendizaje, desarrollando un proyecto que permita aplicar los saberes adquiridos sobre un producto o proceso específico, poniendo en práctica para resolver problemas reales”.

La importancia de la experimentación en el área de la física radica en la comprensión y comprobación de conceptos relacionados con ella. Osorio-Vélez *et al.* [9] mencionan que:

la experimentación se presenta como una posibilidad para aproximar a los estudiantes a la comprensión de conceptos relacionados con el electromagnetismo. No obstante, investigaciones sobre el papel de la actividad experimental en la enseñanza de la física coinciden en la importancia de hacer un abordaje distinto al que nos tiene acostumbrado el método tradicional.

De acuerdo con Muñoz-Repiso y Gómez-Pablos [10] “el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) puede definirse como una modalidad de enseñanza y aprendizaje centrada en tareas, un proceso compartido de negociación entre los participantes, siendo su objetivo principal la obtención de un producto final”.

El ABP es un “método de enseñanza-aprendizaje en el que los estudiantes llevan a cabo la realización de un proyecto en un tiempo determinado para resolver un problema o abordar una tarea mediante la planificación, diseño y realización de una serie de actividades” [11].

Su estructura podemos determinarla en 4 fases [11]:

1. *Información.* Los estudiantes recopilan, por diferentes fuentes, informaciones necesarias para la resolución de la tarea planeada.
2. *Planificación.* Elaboración del plan de trabajo, la estructuración del procedimiento metodológico, la planificación de los instrumentos y medios de trabajo, y elección entre las posibles variables o estrategias de solución a seguir.
3. *Realización.* Supone la acción experimental e investigadora, ejercitándose y analizándose la acción creativa, autónoma y responsable.
4. *Evaluación.* Los estudiantes informan de los resultados conseguidos y conjuntamente con el profesor los discuten.

## Escenarios

“Un escenario involucra a los alumnos de la misma manera como lo hacen en situaciones de la vida real, considera los contenidos y promueve las habilidades que les permitan recrear experiencias que les sean útiles para su vida futura” [5]. El escenario debe motivar a los estudiantes a ir más allá de las fuentes tradicionales de información.

Con base en la revisión de la literatura relacionada en escenarios [5, 12], para el diseño se consideraron las siguientes características:

- a) Debe generar interés en el alumno.
- b) Debe incluir el contenido del curso.
- c) El escenario se debe relacionar con el mundo real.
- d) Propicia la discusión entre los alumnos.
- e) Debe requerir el trabajo colaborativo.
- f) Debe generar preguntas desde el inicio del proyecto.

Los aspectos por considerar en la elaboración de los escenarios son: el contenido a cubrir, el nivel de los estudiantes, las semanas disponibles y la duración de la clase y el tamaño del grupo.

Los problemas y ejercicios que se resuelven en el aula de manera tradicional no favorecen el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico necesarias para enfrentar la vida real, ya que en un caso real los problemas a los que se afronta al estudiante no están bien estructurados. “Para promover en los alumnos la habilidad de confrontar situaciones ambiguas y no definidas, tan comunes en la vida diaria, es requisito que practiquen la solución de problemas no estructurados que muestren situaciones más allá del salón de clases” [5].

En este trabajo se propone adaptar escenarios en ABP en el curso de laboratorio de electromagnetismo para estudiantes de la carrera de Ingeniería Industrial de CUCEI en la UdeG. El escenario propuesto se centra en los temas de magnetismo, ya que hay evidencia de dificultades de aprendizaje de los alumnos en dicho tópico. Se espera que el desempeño de los alumnos sea mejor al adaptar escenarios en ABP aplicando lo aprendido en magnetismo en un problema cercano a una situación real.

### **Taxonomía de Ribes**

De acuerdo con Ribes y López [13], “todo comportamiento es resultado de la interacción de un sujeto con su medio ambiente”. Los comportamientos pueden ocurrir en distintos niveles funcionales. Rodríguez [14] menciona

que la “función se refiere a la forma en que cada elemento que participa de la interacción se relaciona con los otros, haciendo que cada parte sea cualitativamente distinta en importancia”. De tal manera que la respuesta de un alumno a un reactivo puede ser resultado de su desempeño en algún nivel funcional. La función tiene que ver con la complejidad o no complejidad del comportamiento.

De manera breve Rodríguez [14] muestra los cinco niveles funcionales que describe el modelo de campo con ejemplos de física.

En un primer nivel (**contextual**), se puede resolver un problema de cálculo de la energía potencial de un sistema de cargas puntuales por imitar y seguir los pasos del profesor, quien en clase resolvió un ejercicio parecido y se ha memorizado la fórmula. En un segundo nivel (**suplementario**), el alumno puede adecuar el procedimiento mecanizado para resolver pequeñas diferencias introducidas al problema. En un tercer nivel (**selector**), los problemas implican poder discriminar qué principio científico es válido o no. En un cuarto nivel (**sustitutivo referencial**), puede resolver problemas que involucren situaciones variadas y justificar por qué debe hacerse de esa forma y no de otra. Se compruebe el dominio del lenguaje técnico y la utilización correcta de los principios y convenciones científicas. En el quinto nivel (**sustitutivo no referencial**), el alumno no solo puede resolver correctamente el problema y justificar su procedimiento, sino que puede explicar el significado de sus resultados dentro de un marco conceptual científico amplio.

La taxonomía de Ribes no es solo para el aprendizaje, es más general; es para cualquier tipo de comportamiento.

## Metodología experimental

### Población

En este estudio participarán estudiantes del tercer semestre de las carreras de ingeniería industrial que cursan la materia de Laboratorio de Electromagnetismo del Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías (CUCEI) de la Universidad de Guadalajara (UdeG).

## Tamaño de la muestra

En el CUCEI existen 17 grupos de Laboratorio de Electromagnetismo; la cantidad de alumnos máximos permitidos registrados en dicha materia es de 20. Al ciclo escolar 2023A, hay un total 320 alumnos registrados en dicha materia, es decir, nuestra población es de 320 estudiantes.

Para realizar este trabajo únicamente trabajaremos con los grupos de los profesores que nos permitan realizar las actividades propuestas para el grupo control (GC) y el grupo experimental (GE). La muestra será tomada por conveniencia, ya que la integración de alumnos por grupos escapa del control del profesorado, por lo mismo no se puede generalizar a una población [15].

Con un nivel de confianza de 90% y un margen de error de 10%, tendremos un tamaño de la muestra de 56 encuestados [16].

## Procedimiento

**Grupo control.** El desarrollo de actividades de laboratorio en un curso normal consiste en verificar experimentalmente fenómenos electromagnéticos que se relacionan con los temas que se muestra en el cuadro 2.1, para ello se utilizan manuales de prácticas elaboradas por la academia de electromagnetismo y aprobadas por el departamento de física del CUCEI. Al final del ciclo se evalúan todas las prácticas. En un grupo se impartirá el curso de Laboratorio de Electromagnetismo cumpliendo con el programa y los materiales aprobados por la institución, se llamará grupo control (GC). En el cuadro 2.1 se muestran los temas considerados para elaborar el manual de práctica.

Cuadro 2.1. *Temas de prácticas de Laboratorio de Electromagnetismo en un curso normal*

Núm.	Temas de prácticas del curso
1	Carga eléctrica y formas de electrización
2	Ley de Coulomb
3	Campo eléctrico
4	Potencial eléctrico
5	Propiedades de los aislantes
6	Capacitores

<i>Núm.</i>	<i>Temas de prácticas del curso</i>
7	Propiedades de los conductores
8	Osciloscopio
9	Leyes de Kirchhoff
10	Campo magnético
11	Fuerza magnética

Fuente: Vergara [17].

**Grupo experimental.** En otro grupo, además de cumplir con el contenido del curso aprobado por la institución hasta el tema de Leyes de Kirchhoff, ya que las siguientes corresponden a los temas de magnetismo que serán abordados por los escenarios propuestos, se implementarán los escenarios adaptados en ABP como parte de la evaluación, al cual llamaremos grupo experimental (GE). En el cuadro 2.2 se muestra la secuencia de los temas basados para la elaboración de los manuales de prácticas del curso hasta las Leyes de Kirchhoff. En la columna de la derecha se muestra la entrega del escenario en ABP al momento que se realiza la actividad con numeración 9.

Cuadro 2.2. *Temas de prácticas en un curso normal en la columna izquierda y propuesta en ABP en la columna derecha*

<i>Núm.</i>	<i>Temas de prácticas del curso</i>	<i>Propuesta en ABP</i>
1	Carga eléctrica y formas de electrización	
2	Ley de Coulomb	
3	Campo eléctrico	
4	Potencial eléctrico	
5	Propiedades de los aislantes	
6	Capacitores	
7	Propiedades de los conductores	
8	Osciloscopio	
9	Leyes de Kirchhoff	Escenarios en ABP
10		Discusión grupal de alumnos
11		Revisar avance y sugerencias
12		Revisar avance y sugerencias
13		Revisar avance y sugerencias
14		Presentación final proyecto ABP

Fuente: Propuesta en ABP, adaptado de Vergara [17].

Los GE no realizarán las prácticas que corresponden a los temas de magnetismo, ya que se implementarán los escenarios de magnetismo adaptados en ABP. En el presente trabajo se proponen tres escenarios que se verán más adelante; se implementarán en tres GE, uno por cada escenario. Es decir, se tendrá acceso a cuatro grupos de laboratorio, un GC y tres GE.

De acuerdo con Vergara [17] un grupo de cuatro o cinco personas permite “trabajar bien en el desarrollo de una actividad concreta. Es capaz de organizarse con rapidez y la comunicación fluye con celeridad” (p. 124). Por ello, idealmente los escenarios adaptados en ABP se realizarán en equipos de cuatro o cinco estudiantes.

Con la finalidad de dar seguimiento al desarrollo de los escenarios asignados a los equipos desde el primer día hasta la presentación final, se propone un calendario de avances y producto final de las actividades realizadas por los alumnos en los escenarios, el cual se encuentra en proceso de elaboración.

***Elaboración de preescenario proyecto.*** En la etapa de análisis y planeación del escenario se deben plantear los objetivos de aprendizaje, identificar las fuentes de información, limitar la situación a resolver, identificar los perfiles de los actores involucrados, definir el tipo de escenario y, de acuerdo con las características propias, el profesor debe tomar en cuenta la materia, los temas, objetivos de aprendizaje, plantear proyectos antes de ser depurados y aplicados, identificar posibles concepciones erróneas de los alumnos, definir el proyecto, identificar preguntas esperadas por los alumnos, así como los saberes de aprendizaje, realizar investigación bibliografía de diferentes productos tecnológicos que basan su funcionamiento en los fenómenos físicos [5, 18, 19].

Después de seguir los puntos mencionados se llegó a la siguiente propuesta de proyecto escenario. Cabe señalar que, al ser un preescenario, podría tener modificaciones posteriores.

Cuadro 2.3. *Preescenarios propuestos al seguir la etapa de análisis*

<i>Grupo experimental</i>	<i>Preescenario</i>
GE1	Es empleado de una compañía de diseño y construcción de aerogeneradores eléctricos y se le pide elaborar un generador eólico con aspas no mayor a 30 cm de diámetro y que sea capaz de recargar celulares y baterías pequeñas de emergencia. Dicho aparato se implementará en zonas rurales de difícil acceso.
GE2	Un grupo de ingenieros, del cual formas parte, desea incursionar en la fábrica de ventiladores. Con dicho fin, se proponen construir un prototipo de ventilador de pedestal de velocidades cuyas aspas tengan 20 cm de diámetro. Para ello, deben diseñar y construir un motor económico para el ventilador con el fin de reducir costos.
GE3	Desea incursionar como proveedor de transformadores para un negocio de equipos domésticos en la Ciudad de México, para ello le solicitan diseñar y construir un transformador reductor que proporcione 3v, 6v y 9v de salida. Dicho aparato se utilizará en un equipo de sonido.

Fuente: elaboración propia.

Las siguientes actividades para el desarrollo de esta propuesta consisten en la validación de los preescenarios, elaboración de las secuencias didáctica y uso de la taxonomía de Ribes para realizar las matrices de evaluación, mismas que arrojarán información sobre las competencias y los saberes de los temas de magnetismo dentro del laboratorio de electromagnetismo.

## Conclusión

Los dominios de los temas de magnetismo no son sencillos para los estudiantes. Buscar nuevas alternativas y recursos podría producir un dominio duradero y significativo. La implementación de escenarios adaptados en ABP en cursos de laboratorio de electromagnetismo es una alternativa para mejorar el nivel de logro de competencias de magnetismo en estudiantes del área de las ingenierías.

## Agradecimientos

Vladimir Camelo Avedoy agradece el apoyo del Consejo Nacional de Humanidades, Ciencia y Tecnología (CONAHCYT).

## Referencias

- [1] Villavicencio, R., y Uribe, R. (2017). Supervisión del aprendizaje situado: Camino hacia un modelo didáctico. En *Memoria del XIV Congreso Nacional de Investigación Educativa*. Comie. <https://www.comie.org.mx/congreso/memoriaelectronica/v14/doc/2755.pdf>.
- [2] Almudi García, J., Ceberio Garate, M., y Zubimendi Herranz, J. (2013, 9-13 de septiembre). Análisis de los argumentos elaborados por los estudiantes de cursos introductorios de física universitaria ante situaciones problemáticas pertenecientes al ámbito de la inducción electromagnética. *Memorias del IX Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias*.
- [3] Agudelo-Rueda, J. A., Méndez-Merchan, G. A., y 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. <https://hdl.handle.net/10983/25223>.
- [4] Causil Vargas, L. A., y Rodríguez de la Barrera, A. E. (2021). Aprendizaje basado en proyectos (ABP): Experimentación en laboratorio, una metodología de enseñanza de las Ciencias Naturales. *Plumilla Educativa*, 27(1), 105-128. <https://doi.org/10.30554/pe.1.4204.2021>.
- [5] Romero, J. G., Rodríguez, A., y Gómez, J. (2008). Evaluación de escenarios para el aprendizaje basado en problemas (abp) en la asignatura de química de bachillerato. *Educación Química*, 19(3), 195-200. <https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2008.3.25830>.
- [6] Lescano, A., Demichelis, N., Culzoni, C., y Alegre, L. (2019). Propuestas para desarrollar competencias en el tema Óptica Geométrica. *Revista de Enseñanza de la Física*, 31, 457-463.
- [7] Cerato, A., y Gallino, M. (2013). Competencias genéricas en carreras de ingeniería. *Ciencia y Tecnología*, 13, 83-94.
- [8] Medina, A., y Tapia, M. (2017). El aprendizaje basado en proyectos una oportunidad para trabajar interdisciplinariamente. *Revista Científica Olimpia*, 14(46), 236-246.
- [9] Osorio-Vélez, B. E., Osorio-Vélez, J. A., Mejía-Aristizabal, L. S., Campillo-Figueroa, G. E., y Coaleda, R. (2015). El papel de la actividad experimental en la enseñanza y aprendizaje del electromagnetismo en la educación superior. *Revista Científica*, 22(2), 85-96. <https://doi.org/10.14483/10.14483/udistrital.jour.RC.2015.22.a7>.
- [10] Muñoz-Repiso, A. G. V., y Gómez-Pablos, V. B. (2017). Aprendizaje basado en proyectos (ABP): Evaluación desde la perspectiva de alumnos de educación primaria. *Revista de Investigación Educativa*, 35(1), 113-131.
- [11] De Miguel Díaz, M. (dir.) (2005). *Modalidades de enseñanza centradas en el desarrollo de competencias: Orientaciones para promover el cambio metodológico en el Espacio Europeo de Educación Superior*. Universidad de Oviedo.
- [12] Soto Don Juan, K. R. (2013). *Desarrollo de escenarios ABP física de secundaria segundo grado* [Tesis de Ingeniería en Telecomunicaciones]. Facultad de Ingeniería

- en Computación, UNAM, México. <http://132.248.9.195/ptd2014/febrero/0708699/0708699.pdf>.
- [13] Ribes, E., y López, F. (1985). *Teoría de la conducta: Un análisis de campo y paramétrico*. Trillas.
- [14] Rodríguez, M. E. (2000). *Hacia una taxonomía funcional del aprendizaje útil en la elaboración de exámenes objetivos* [Ponencia]. Foro-taller de políticas y criterios para exámenes de academia, CUCEI.
- [15] Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, P. (2016). *Metodología de la investigación* (6ª ed.). Soriano, R. R. (1991). *Guía para realizar investigaciones sociales*. Plaza y Valdés.
- [16] Condori-Ojeda, P. (2020). *Universo, población y muestra* [Curso-taller]. <https://www.aacademica.org/cporfirio/18.pdf>.
- [17] Vergara Ramírez, J. J. (2016). *Aprendo porque quiero: El aprendizaje basado en proyectos (ABP), paso a paso*. SM.
- [18] Galeana de la O, L. (2016). *Aprendizaje basado en proyectos*. Universidad de Colima. <https://repositorio.21.edu.ar/bitstream/handle/ues21/12835/Aprendizaje%20basado%20en%20proyectos.pdf>.
- [19] Culzoni, C., Lescano, A., Demichelis, N., y Bircher, G. (2020). Propuesta didáctica para la enseñanza de electromagnetismo basada en competencias. *Revista de Enseñanza de la Física*, 32(2), 1-10.