

EL PBL Y SU INSUFICIENTE APARATO CONCEPTUAL. SU USO EN CURSOS DE FÍSICA

THE PBL AND ITS INSUFFICIENT CONCEPTUAL APPARATUS. THEIR USE IN PHYSICS COURSES

A. ALEJO DIAZ^{a†}, J. LLOVERA GONZÁLEZ^a

Departamento de Física, Instituto de Ciencias Básicas, Universidad Tecnológica de la Habana “José Antonio Echeverría”, Cujae; alejo@automatica.cujae.edu.cu

† autor para la correspondencia

Recibido 9/03/2020; Aceptado 25/07/2020

PACS: Physics education (enseñanza de la física), 01.40.-d; teaching methods (métodos de enseñanza), 01.40.gb; research in physics education (investigación en enseñanza de la física), 01.40.Fk; classical electromagnetism, maxwell equations (electromagnetismo clásico, ecuaciones de Maxwell), 03.50.De

El PBL (Problem Basic Learning) o ABP (Aprendizaje Basado en Problemas), ha comenzado en el último decenio a tener presencia en la universidad cubana.

Recientemente se ha insistido en nuestro país en intensificar el vínculo universidad-empresa creándose inclusive en algunas universidades cubanas parques tecnológicos. Sin embargo, además de una concertación entre directivos, académicos y empresariales con esa finalidad, se requiere fundamentalmente de un cambio en el paradigma de la enseñanza universitaria. Entonces el Aprendizaje Basado en Problemas pudiera ser una alternativa a considerar en los actuales Planes de Estudio E y en especial para la enseñanza de la Física universitaria.

Se ha esbozado en un artículo anterior una aproximación a la comprensión del PBL desde la didáctica cubana [1].

La didáctica cubana desarrolló un modelo para el proceso de la EAC (Enseñanza-Aprendizaje en Contextos) [2] que por su cercanía al PBL ambos tienen elementos comunes. El uso del PBL en la enseñanza de las ciencias, la enseñanza de la ingeniería y en particular la enseñanza de la Física es profuso en la actualidad. Su uso aparece tanto a nivel universitario como, aunque con menos frecuencia, en niveles de enseñanza precedentes [3].

Pueden encontrarse otras metodologías vinculadas para el aprendizaje basado en proyectos o basado en estudio de casos. Esto último se muestra para la enseñanza de la astronomía en un artículo relativo a exoplanetas de N. Ruiz y otros [4]. Este trabajo muestra la posibilidad de introducir el estudio de la astronomía en los cursos de Física, tema debatido recientemente en el marco del último simposio de la SCF, sin embargo, es el PBL el que tiene más presencia en la literatura especializada.

En esta dirección, existen trabajos que involucran la enseñanza de las ciencias básicas y en particular de la Física y la Química en cursos de ingeniería [5,6] y otros que van directamente a las asignaturas específicas del currículum de ingeniería [7].

Una de las dificultades que encontramos en cursos diseñados

con PBL es que, en ocasiones, la forma en que se presenta didácticamente el problema utilizado no es de la manera más abarcadora posible haciendo necesario, por esta razón, utilizar más de un problema para tratar una temática. Lograr resumir varios contenidos de aprendizaje en un problema es uno de los retos del PBL.

Ocurre también que al no ser desplegado el problema en todas sus aristas este no es totalmente comprendido disminuyendo su poder motivador.

En la enseñanza de la Física para la Ingeniería en Telecomunicaciones y Electrónica hemos utilizado diferentes problemas para tratar variados contenidos. Estos se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Problemas y temáticas relacionadas.

Problemas	Contenidos afines a enseñar
¿Cómo funciona una antena Yagui? ¿Cómo capta la señal y cómo transmite la misma al TV?	Ondas electromagnéticas viajeras y estacionarias. Efecto Pelicular (Skin).
¿Cuál es el principio de funcionamiento de un microscopio electrónico?	Propiedades ondulatorias de las micro partículas.
¿Es el calentamiento global una amenaza real propiciada por la acción del hombre?	Radiación térmica
¿Cómo se diseña un arma nuclear?	Desintegración radioactiva.
¿Cómo se resuelve la contradicción de la Ley de Ampere para casos no estacionarios?	Corriente de desplazamiento. Campos eléctricos variables en el tiempo como fuente de campos magnéticos.

Ejemplifiquemos esto en el caso de contradicciones que aparecen al aplicar Ley de Ampere para procesos no estacionarios.

Es usual ver como se aborda en los textos de Física la contradicción que se presenta al analizar el cumplimiento de esta ley durante el proceso de carga o descarga de un capacitor,

eligiendo una trayectoria “amperiana” convenientemente escogida alrededor del conductor que puede “subtender” a la vez dos superficies, una de las cuales es directamente atravesada por el conductor estando la otra colocada en el espacio vacío entre las placas del capacitor. Ver por ejemplo Sears [8].

En la práctica en su impartición hemos comprobado que mostrar exclusivamente la contradicción de esta forma no resulta suficientemente convincente, y mucho menos motivante para los estudiantes.

Sin embargo, hemos empleado otra manera de hacerlo didácticamente complementaria y mucho menos utilizada en los textos de Física General, en este caso desarrollada en el lenguaje nada controversial de la matemática. Veámosla:

Formulamos e interpretamos la Ley de Ampere para corrientes estacionarias en forma diferencial:

$$\vec{\nabla} \times \vec{B} = \mu_0 \vec{j}. \quad (1)$$

Aplicamos la divergencia a ambos miembros:

$$\vec{\nabla} \cdot \vec{\nabla} \times \vec{B} = \mu_0 \vec{\nabla} \cdot \vec{j}. \quad (2)$$

Como se sabe el miembro derecho resulta nulo. Utilizamos ahora la ecuación de continuidad como expresión del principio de conservación de la carga eléctrica

$$\vec{\nabla} \cdot \vec{j} = -\frac{\partial \rho}{\partial t}. \quad (3)$$

Y hacemos notar que el término $\frac{\partial \rho}{\partial t}$ sólo será cero en un proceso estacionario por lo que concluimos que la ley de Ampere presenta una grave inconsistencia y de la forma en la que está escrita solo puede utilizarse en el caso estacionario. De esta forma a los alumnos se les demuestra, de manera inobjetable sobre un análisis físico-matemático, la contradicción antes mencionada y se va discutiendo física en la presentación.

Otra contradicción puede quedar abierta como problema a resolver en este ejemplo: Si el campo magnético entre las placas del capacitor está determinado únicamente por la corriente de desplazamiento ¿cómo influye en este resultado la componente de dicho campo inherente a los conductores que puede ser calculada aplicando la ley de Biot-Savart? ¿Qué rol juega el principio de superposición en este caso? Para una mejor comprensión de la propuesta puede verse el texto de Purcell [9].

Se vinculan así más de un contenido de aprendizaje en un mismo problema y se complementa desde la física su presentación para motivar su estudio. Con este mismo enfoque, en el curso se utilizaron adicionalmente otros problemas que permiten una vinculación con la especialidad de ingeniería en cuestión como los ya referidos en la Tabla 1.

En los Planes de Estudio E se persigue como una finalidad explícita el vínculo entre teoría y práctica, los vínculos interdisciplinarios, evaluaciones finales de asignaturas a través de proyectos, y otros; con esta impronta se realiza el

diseño curricular de las mismas. Es oportuno recomendar, en función de lograr estas premisas, otros enfoques didácticos en específico como este aplicables a diferentes temas de la Física que enseñamos.

Los Planes E se elaboraron bajo encargos ministeriales con ciertas normativas en su confección entre otras las siguientes: “Lograr una integración adecuada entre las actividades académicas, laborales e investigativas” [10].

Una de las vías posibles para estructurar las asignaturas con esa intencionalidad es utilizar esta variante del PBL.

La forma en la que se ha desarrollado la Didáctica de la Física en Cuba, desde el punto de vista de sus fundamentos epistemológicos y conceptuales, es en cierta medida diferente al enfoque occidental.

Mientras que en nuestros presupuestos didácticos privilegamos enfoques en los cuales los modelos teóricos y los aparatos conceptuales tienen un peso sobresaliente, la didáctica occidental tiene una visión más pragmática y utilitaria. Es ese enfoque el que encontramos mayormente en los artículos sobre PBL consultados, lo que puede estar afectando su mayor utilización en la enseñanza.

Para la enseñanza de la Física, el PBL ofrece una vía para elevar los niveles de motivación y lograr una integración con otras disciplinas.

La interdisciplinariedad no se obtiene solamente a través del diseño curricular que, por sí solo, no propicia hacer tangible la intencionalidad didáctica en esa dirección.

Los planes de estudio E de la Educación Superior cubana tienen una serie de encargos atinados y oportunos. Sin embargo, es necesario recomendar en los propios planes de estudio una estrategia didáctica que obligue, o al menos propicie, la integración de las disciplinas favoreciendo una enseñanza más moderna y eficaz. El PBL pudiera ser una de las posibles vías a seguir.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] J. A. Alejo. “El PBL y el insuficiente aparato conceptual”. Memorias EFING. 17ma. Convención Científica de Ingeniería y Arquitectura. (2014) La Habana, Cuba. [ISBN:978-959-261-467-3]
- [2] J. A. Alejo. “Una Propuesta Didáctica para la Enseñanza-Aprendizaje en Contextos de la disciplina Física General en las carreras de ingeniería. Aplicación en la carrera de Ingeniería en Telecomunicaciones y Electrónica”. Tesis de doctorado, ISPJAE, Cuba, 2006.
- [3] F. Leyva. Sophia **21**, 209 (2016).
- [4] N. Ruiz. y col. Enseñanza de las Ciencias de la Tierra, **25**, 191 (2017)
- [5] M. S. Peña. M y col. “Metodología ABP para el Estudio de la Física”. Memorias III Congreso Internacional en Inteligencia Ambiental, Ingeniería de Software y Salud Electrónica y Móvil. AmITIC (2019)
- [6] M.F Cañas. “Problem Based Learning (PBL), competencias and Chemistry teaching for Engineers”. 17th LACCEI International Multi-Conference for

Engineering, Education, and Technology: "Industry, Innovation, and Infrastructure for Sustainable Cities and Communities", Jamaica. 24-26 July (2019)

[7] X. Elkorobarrutia y col. "Coordinación en PBL integrando múltiples asignaturas: Una experiencia práctica". Actas del Simposio-Taller Jenui, vol. 2, pp. 21-27 (2017).

[8] F. W. Sears, M. W. Zemansky, H. D. Young, y R. A.

Freedman, "Física Universitaria", 13ra Ed. (Pearson Education, Addison Wesley, 2013), pp. 927-930

[9] E. Purcell, "Electricity and Magnetism", (Edición Revolucionaria. Instituto del Libro. La Habana, 1965), pp. 256-263

[10] Ministerio de Educación Superior de Cuba "Documento base Plan E", pp. 12 y 15, (2016)

This work is licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0, <http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>) license.

