

## Metodología de diseño de prácticas de laboratorio para acercar la investigación a estudiantes de máster

**Yago Rivera<sup>a</sup>, Paula Bastida-Molina<sup>b\*</sup>, María Pilar Molina Palomares<sup>c</sup> y Elías Hurtado-Pérez<sup>d</sup>**

<sup>a</sup>Instituto Universitario de Investigación de Ingeniería Energética, Universitat Politècnica de València (Camí de Vera s/n, 46022, Valencia, España). E-mail: yaridu@upv.es.

<sup>b\*</sup>Instituto Universitario de Investigación de Ingeniería Energética, Universitat Politècnica de València (Camí de Vera s/n, 46022, Valencia, España). E-mail (corresponding author): paubasmo@upv.es.

<sup>c</sup>Departamento de Ingeniería Eléctrica, Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño, Universitat Politècnica de València (Camí De Vera s/n, 46022, Valencia, España). E-mail: pimolina@die.upv.es.

<sup>d</sup>Departamento de Ingeniería Eléctrica, Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño, Universitat Politècnica de València (Camí De Vera s/n, 46022, Valencia, España). E-mail: ejhurtado@die.upv.es.

### *Abstract*

This paper presents a problem-based methodology to encourage students' interest in the field of research as one of the possible job opportunities in their respective careers. During master's studies, students are in a position to use all the knowledge acquired previously to solve real problems and therefore enhance cognitive growth. The application of this technique has proven increase both their interest in the subject and in research.

**Keywords:** Investigation, cognitive growth, problem-based learning (PBL), autonomous reasoning.

### *Resumen*

Este documento presenta una metodología basada en problemas para fomentar el interés de los estudiantes en el campo de la investigación como una de las posibles salidas laborales. Durante los estudios de máster, los estudiantes se encuentran en situación de emplear todos los conocimientos adquiridos anteriormente en resolver problemas reales y fomentar así el crecimiento cognitivo. La aplicación de esta técnica ha demostrado aumentar tanto el interés por la asignatura como por la investigación.

**Palabras clave:** Investigación, crecimiento cognitivo, aprendizaje basado en problemas, razonamiento autónomo.

## INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

Generalmente la investigación en las universidades no se presenta a los estudiantes como una de las posibles salidas en sus respectivas carreras. Por tanto, los profesores de máster tienen la llave para conectar los contenidos y resultados de aprendizaje de sus asignaturas con la

iniciación en investigación. El conjunto de funcionarios del cuerpo docente universitario español es actualmente personal docente e investigador por lo que el acceso a laboratorios y centros de vanguardia en investigación suele estar a su alcance.

Si bien es cierto que el uso de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) es fundamental en la educación actual (Gerick et al., 2017), éstas no deben limitarse únicamente a la realización de prácticas en ordenador. La metodología que se presenta a lo largo del documento tiene por objetivo presentar el campo de la investigación a los estudiantes mediante el contacto directo con los centros e institutos dedicados a ello. Para ello, se propone una estrategia para desarrollar problemas abiertos en grupos de estudiantes enfocados precisamente en alguna de las líneas de investigación del laboratorio. Para ilustrar esta metodología, se muestra la aplicación a una práctica de laboratorio en la asignatura *Introducción a la Termohidráulica (Generación de Energía)*. Se ha planteado como objetivo también que las prácticas que se realicen sean capaces de despertar el interés de los estudiantes y la implicación en la asignatura.

El primer apartado del documento corresponde a la introducción y exposición de objetivos para, seguidamente, presentar la metodología propuesta. El apartado tercero se centra en los resultados obtenidos de la aplicación de la metodología en una asignatura. El documento finaliza con las conclusiones más importantes que se han obtenido en la realización de este trabajo.

## METODOLOGÍA

La metodología que se ha planteado se basa en el aprendizaje basado en problemas (ABP). Este tipo de aprendizaje, conocido en inglés como *Problem-Based Learning* o PBL, consiste en presentar problemas que sean lo suficientemente profundos como para que el estudiante necesite cuestionarse su respuesta. Para ello, según el trabajo de (Amo et al., 2014), es necesario que los estudiantes apliquen su conocimiento y las fuentes de información disponibles en la resolución de un problema planteado por el profesor.

La planificación de las prácticas se llevará a cabo teniendo en cuenta el/los resultado/s de aprendizaje que se espera obtener de los estudiantes. Estos resultados son siempre el centro del diseño de las prácticas y deben estar alineados con el resto de partes (Biggs, 2005). Por tanto, los resultados de aprendizaje deben tenerse en cuenta durante las tres fases que se proponen en esta metodología (Fig. 1).

## Metodología planificación de prácticas



Fig. 1. Esquema resumen metodología para la planificación de las prácticas.

La primera etapa se constituye por la selección de contenidos que deben ser relevantes en la asignatura y realistas. Relevantes porque deben incluir materia que esté relacionada con el tipo de asignatura y realistas porque debe mantener conexión con una situación que pueda suceder y sea de interés actual. Es mejor centrarse en una alta calidad del contenido a tratar que mucha cantidad. En esta etapa el profesor debe plantearse el tipo de dinámica de grupo a realizar, identificar posibles lagunas de conocimiento y establecer una clara conexión con el área de investigación que se desea presentar.

La segunda fase se comprende por el desarrollo de la metodología ABP donde se selecciona un problema específico en base a los contenidos que se han elegido en la primera fase. El problema estará constituido preferiblemente por preguntas cuya dificultad debe ser incremental (Escribano & Del Valle, 2008). De esta forma, se va activando el pensamiento de forma secuencial, los estudiantes tienen mayor interés y el aprendizaje resulta de una forma más natural. Al diseñar el problema, se preparan los medios a través de los cuales accederán a la información ya que las preguntas deben superar su barrera de conocimiento. El profesor debe realizar un ejercicio de resolución del problema para encontrar las posibles respuestas diferentes que sean completamente válidas para resolver el problema.

Finalmente, la tercera fase conlleva todas aquellas mejoras que se puedan realizar. Esta fase es muy susceptible al feedback de los alumnos y a la experiencia del profesor. Una buena práctica en esta etapa es emplear técnicas de otras metodologías para incrementar el crecimiento cognitivo de los estudiantes. Por ejemplo, fomentar el pensamiento eficaz (Swartz et al., 2008) mediante el aprendizaje basado en el pensamiento o diseñar las prácticas para resolver en grupo (Gillies, 2014).

## RESULTADOS

La metodología propuesta se ha implementado en varias asignaturas del *Master Universitario de Ingeniería Industrial* que se imparte en la Universitat Politècnica de València. Es por ejemplo el caso de la asignatura *Introducción a la Termohidráulica (Generación de Energía)* donde se han diseñado dos prácticas de laboratorio relacionadas con la investigación que se realiza en

el lab. de termohidráulica del Instituto de Ingeniería Energética. Una de ellas ha ilustrado en forma de resumen en la Fig. 2 donde se indica cada uno de los pasos mencionados previamente.

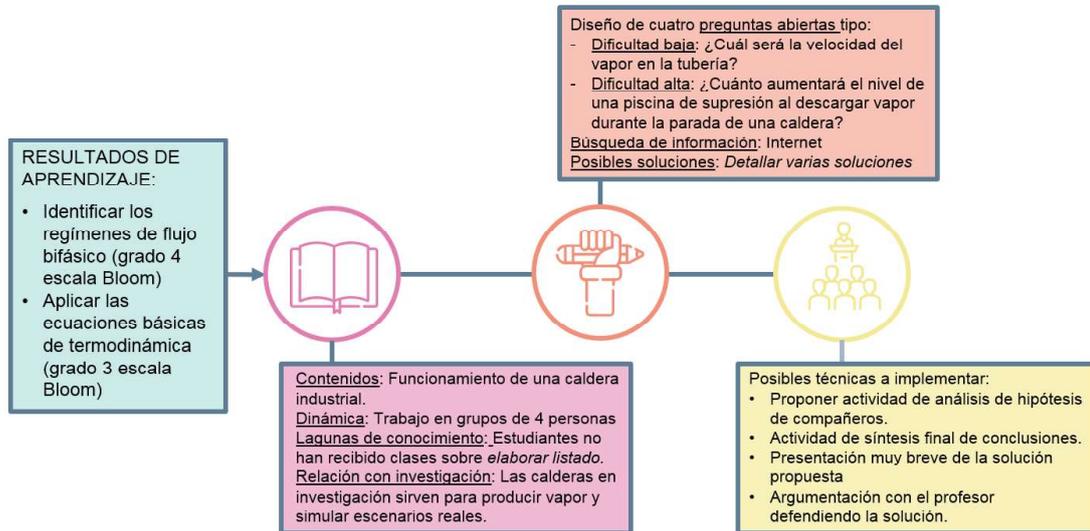


Fig. 2. Resumen aplicación de la metodología a una práctica de laboratorio de máster.

Como se puede observar, partiendo de los resultados de aprendizaje que se espera que los estudiantes obtengan en dicha clase, se van elaborando los diferentes pasos de la metodología. Los resultados de aprendizaje corresponderán como mínimo a un nivel en la taxonomía de Bloom de tres, haciendo que el alumno haga más que escuche y activando habilidades cognitivas de orden superior.

Los contenidos que se van a tratar en la práctica se han seleccionado en base a problemas reales a los que se enfrentan los investigadores del laboratorio en el diseño de experimentos. Para el caso de la práctica, las calderas utilizan en investigación para generar el vapor necesario para alimentar una instalación experimental donde se simulará un caso de estudio interesante. Tratar este tipo de contenidos es muy interesante desde el punto de vista del diseño de experimentos de investigación, pero también desde el punto de vista de la industria ya que los principios de funcionamiento son exactamente los mismos con distinta aplicación.

Para llevar a cabo la metodología ABP, es muy importante que se diseñen preguntas abiertas para que el estudiante tenga que buscar información realista, entenderla correctamente y permitiendo múltiples soluciones. En esta práctica se comienza con preguntas sencillas que les pongan en contacto con los equipos que van a utilizar y se rompa el hielo entre los estudiantes de cada grupo. Finalizada esta fase, se formulan dos preguntas más complejas que ocuparán el resto de la clase. En esta práctica pueden resolverlas buscando información, tomando datos de las instalaciones y realizando cálculos en Excel, aunque no se establece ninguna limitación.

Explorar previamente un conjunto de resoluciones posibles y la experiencia del docente harán que sea mucho más provechosa la práctica para los estudiantes. Para esta práctica los grupos de trabajo son de 3 personas para que sea más ágil el desarrollo de la actividad. Grupos de 3 estudiantes se complementan muy bien ya que mientras un estudiante almacena y procesa

datos en una Excel, otro se encarga de buscar la información y el tercero apoya la actividad más demandante en cada momento.

El profesor debe realizar una labor de control durante el desarrollo de los problemas. Por un lado, esta tarea permite que el profesor corrija los posibles errores que cometan los estudiantes y que podrían dar lugar a resultados erróneos. Por otro lado, el profesor adquiere feedback del progreso que va realizando cada estudiante, habilitando así una posible vía de evaluación. El docente en esta práctica evita a toda costa dar indicaciones muy concretas y únicamente se recomienda darlas si el grupo va muy desencaminado y mal de tiempo. Es preferible que sean ellos los que se den cuenta de sus errores y los corrijan, aunque no lleguen a finalizar los problemas completamente.

Finalmente, para recopilar las evidencias del trabajo realizado, el profesor va pasando por cada grupo solicitando que le cuenten un resumen del progreso que han realizado hasta el momento (tipo *elevator-speech*). El profesor irá solicitando el cambio de portavoz de cada grupo o le realizará preguntas a los estudiantes del grupo que no hayan dicho nada. La valoración de esta parte será individual, aunque no se requiere rúbrica ya que se pretende evaluar a grandes rasgos el trabajo realizado. Es importante que el docente reserve al menos 5 minutos para cada grupo antes de finalizar la clase para esta actividad. Este trabajo requiere que el estudiante asimile los conceptos que han ido trabajando y los explique adoptando la posición de presentador. Aludiendo a la pirámide de aprendizaje de Cody Blair “aprendemos el 90% de lo que enseñamos” mientras que únicamente “aprendemos el 5% de lo que escuchamos”.

Por otro lado, los pequeños resúmenes ayudan a asentar los conocimientos y mantienen un grado de activación de los estudiantes alto. Por ello, se solicitará a los estudiantes un esquema de la estrategia y los pasos que han seguido durante la práctica. Esto lo pueden ir realizando al mismo tiempo que van proponiendo las soluciones por lo que si se organizan correctamente al final de la práctica tienen todas las evidencias que se van a evaluar.

La aplicación de esta metodología en las asignaturas de máster como la propuesta ha demostrado que los alumnos se interesan más por la asignatura y aumenta enormemente su participación en las sesiones. Para observar estos resultados, se han adoptado dos estrategias. Por un lado, se han analizado el número de Trabajos Fin de Máster que se realizan en el propio grupo de investigación en el curso 2021, observando un incremento del número de estudiantes que muestran interés. Por otro lado, el propio docente la asignatura percibe que los alumnos realizan preguntas mucho más elaboradas y que muestran más motivación por los contenidos que se tratan en las clases.

## CONCLUSIONES

En este documento se presenta una metodología para el diseño de prácticas de laboratorio con el objetivo de mostrar a los estudiantes el mundo de la investigación y fomentar el aprendizaje profundo. Esto se lleva a cabo mediante la planificación correcta de las sesiones poniendo el foco en los resultados de aprendizaje que se espera que obtengan los alumnos. Por medio de tres fases, el profesor diseña el esqueleto de las prácticas aplicando la metodología ABP o Aprendizaje Basado en Problemas.

La metodología se ha aplicado a una de las sesiones de prácticas de la asignatura *Introducción a la Termohidráulica (Generación de Energía)* indicando cómo se han diseñado las distintas fases propuestas. A lo largo del texto, se razona la selección de contenidos, el tipo de preguntas que se van a realizar a los grupos de estudiantes, cómo se relacionan con la investigación y las evidencias que se van a tomar para evaluar el trabajo realizado.

Los resultados obtenidos en las sesiones de máster muestran que la participación durante las sesiones es muy alta y que los estudiantes aumentan el interés por la asignatura. En relación a los objetivos planteados en torno a la investigación, se ha podido observar un aumento del interés en la realización de Trabajos Fin de Máster en los centros de investigación en los que se llevan a cabo las prácticas, así como un incremento del aprendizaje obtenido según la percepción del docente como consecuencia del nivel de preguntas que realizan los estudiantes.

## REFERENCIAS

- Amo, E., Jareño, F., Lagos, M. G., & Tobarra, M. Á. (2014). New teaching methodologies and their implications for study programs. *Innovar*, 24(54), 231–245. <https://doi.org/10.15446/innovar.v24n54.46757>
- Biggs, J. (2005). Calidad del aprendizaje universitario. *Madrid: Narcea*, 296pp.
- Escribano, A., & Del Valle, Á. (2008). APRENDIZAJE BASADO EN PROBLEMAS una propuesta metodológica en Educación Superior. *Revista Educación y Desarrollo Social*, 11(1), 8–23. <http://www.untumbes.edu.pe/vcs/biblioteca/document/varioslibros/0296>. El aprendizaje basado en problemas. Una propuesta metodológica en educación superior.pdf
- Gerick, J., Eickelmann, B., & Bos, W. (2017). School-level predictors for the use of ICT in schools and students' CIL in international comparison. *Large-Scale Assessments in Education*, 5(1). <https://doi.org/10.1186/s40536-017-0037-7>
- Gillies, R. (2014). Cooperative Learning: Developments in Research. *International Journal of Educational Psychology*, 3(2), 125–140. <https://doi.org/10.4471/ijep.2014.08>
- Swartz, R. J., Costa, A. L., Beyer, B. K., Reagan, R., & Kallick, B. (2008). *El aprendizaje basado en el pensamiento. Cómo desarrollar en los alumnos las competencias del siglo XXI* (S. Cáliz (ed.); First Edit). Teachers College Press, Teachers College. Columbia University, New York, USA.