

## Estudio de casos y resolución de problemas adaptados por alumno: "la clave del éxito"

**César Berna Escriche, Yago Rivera Durán, Alberto Escrivá Castells, Carlos Vargas-Salgado**

Universitat Politècnica de València (UPV), Institute for Energy Engineering, Camino de Vera, 14. (Valencia), Spain. E-mail, [ceberes@iie.upv.es](mailto:ceberes@iie.upv.es); [yaridu@upv.es](mailto:yaridu@upv.es); [aescriva@iqn.upv.es](mailto:aescriva@iqn.upv.es); [carvarsa@upvnet.upv.es](mailto:carvarsa@upvnet.upv.es)

---

### Resumen

*Una de las principales estrategias de aprendizaje en las diferentes asignaturas técnicas y de ciencias puras se basa en la resolución de una gran variedad de problemas prácticos por parte de los alumnos. Esta resolución de problemas debe llevarse a cabo en cada uno de los diferentes módulos de la asignatura objeto de estudio. Para una mejor asimilación de estos conocimientos, sería necesario un trabajo continuo por parte de los alumnos. Así, la forma habitual de resolución de problemas por parte del profesor en clase hace que la mayoría de los alumnos pospongan su estudio hasta días antes de la evaluación. Por ello, mediante la realización de pruebas personalizadas para cada alumno y de forma periódica después de cada tema, se obliga al alumno a mantener el estudio de la asignatura al día. Pero, procediendo de este modo, los trabajos de planteamiento, seguimiento y corrección personalizada de los diferentes problemas requerirían una cantidad inasumible de recursos por parte de los profesores, especialmente cuando el número de alumnos en la clase es elevado. Por ello, una buena organización del tiempo y el uso de las diferentes herramientas disponibles deberían servir para minimizar estas necesidades de recursos (tutoría online, poliformaT, MatLab, etc.). En este contexto, es necesario utilizar alguna herramienta que facilite la realización y corrección de estos problemas personalizados. En este trabajo se presenta el desarrollo de la mencionada metodología junto con la herramienta de resolución de problemas semiautomatizada. En particular, como ejemplo práctico, se muestra la implementación de esta metodología aplicada a la asignatura "Termohidráulica y Uso del Vapor" impartida en el Máster en Tecnología Energética para el Desarrollo Sostenible de la Universitat Politècnica de València, aunque es aplicable a cualquier asignatura en la que sea necesario resolver diferentes problemas prácticos*

**Palabras clave:** *Personalización; herramientas en línea; evaluación continua.*

## **Introducción**

El aprendizaje basado en problemas (ABP) es una de las tendencias que forman una parte central de las nuevas metodologías de los actuales sistemas educativos en los diferentes países en el nivel universitario (Jimenez, 2011; Amo 2014). De acuerdo con diferentes autores (Fosnot, 1996; Labra 2011) los principios del ABP se basan en tres aspectos, el aprendizaje cognitivo, el aprendizaje de contenidos y el aprendizaje colaborativo. El primer paso será organizar el aprendizaje en base a una serie de problemas que acerquen al estudiante a la realidad, viendo que lo aprendido tiene una conexión directa con lo que ve en su vida cotidiana, de modo que se consiga captar la atención y el interés del estudiante para así conseguir la necesaria motivación. Seguidamente se tratará de incentivar un aprendizaje en el que se muestren metodologías aplicables a la investigación, donde se ponga de manifiesto la interdisciplinariedad de los distintos problemas planteados. Finalmente se favorecerá el trabajo en equipo, mediante un aprendizaje que favorezca este trabajo en grupo, lo cual dará un valor añadido a lo aprendido.

Las principales etapas para la implementación del ABP serán cuatro (Escribano, 2018): i) presentación del problema; ii) identificación de las necesidades de aprendizaje; iii) aportación de la información con el consiguiente aprendizaje; iv) y resolución del problema y/o identificación de nuevos problemas. La idea central del planteamiento es que en primer lugar al alumno se le presenta el problema a resolver, de modo que se invierte la forma habitual de la enseñanza. No se le da una gran cantidad de teoría que el alumno desconoce y de la que no alcanza a ver su utilidad. Sino que se le plantea un problema, para cuya resolución no tiene las necesarias herramientas y conocimientos, de modo que seguidamente se le irán mostrando las necesidades de aprendizaje que el problema requiere. Finalmente se resuelve el problema, total o parcialmente, de modo que pueden aparecer nuevas lagunas de conocimiento, las cuales se irán resolviendo mediante la implementación de un nuevo ciclo del ABP.

El desarrollo de este proceso de aprendizaje se basa fundamentalmente en lo que se conoce como metodología de los siete pasos (Escribano, 2018):

1. Presentación del problema: escenario del problema.
2. Aclaración de terminología.
3. Identificación de factores.
4. Generación de hipótesis.
5. Identificación de lagunas de conocimiento.
6. Facilitación del acceso a la información necesaria.

7. Resolución del problema o identificación de problemas nuevos. Aplicación del conocimiento a problemas nuevos.

Otros autores separan entre pasos previos a cada sesión de trabajo, constituido por 3 acciones y pasos durante el desarrollo de la sesión, constituido por 7 acciones (Amo, 2014; Exley, 2007):

1. Diseñar del problema, de forma que se cubran claramente los objetivos de aprendizaje de la materia correspondiente.
2. Definir de forma clara y precisa las reglas del trabajo, así como los roles que deben adoptar los alumnos.
3. Seleccionar el momento oportuno para la realización de la actividad, así como el tiempo que se le va a dedicar.
4. Analizar e identificar los puntos clave del problema.
5. Identificar lo que se conoce, lo que se quiere conocer y las propias ideas.
6. Definir objetivos de aprendizaje.
7. Buscar, reunir y compartir información.
8. Generar posibles soluciones.
9. Presentar la solución y generar un informe final sobre el problema.
10. Evaluar, teniendo en cuenta que en el sistema ABP, el buen alumno es aquel que, mediante un aprendizaje autónomo y cooperativo, ha adquirido los conocimientos de la materia, así como las competencias previstas en el programa.

En resumen, el esquema de planteamiento y resolución de problemas se muestra en la figura 1. Donde se pone de manifiesto la importancia de realizar el trabajo en grupo, por lo que de forma ideal se deben crear un número reducido de grupos, preferiblemente integrado por entre 4 y 7 integrantes.

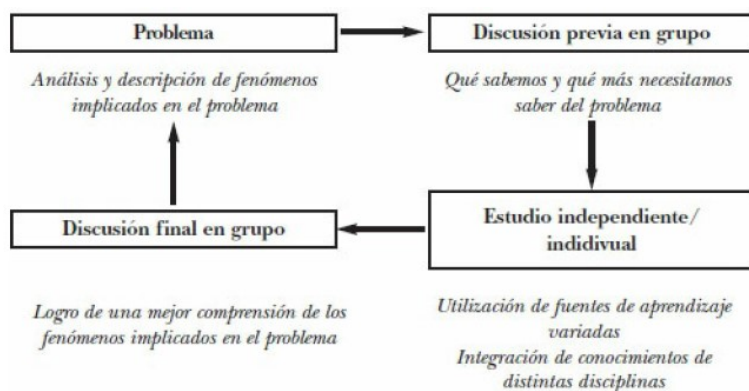


Fig. 1 El ABP desde el punto de vista del estudiante (Escribano, 2018)

## **Aplicación de la personalización de los problemas a la asignatura "Termohidráulica y Uso del Vapor" impartida en el Máster en Tecnología Energética para el Desarrollo Sostenible**

En todas las materias de ciencias e ingeniería se hace de vital importancia la comprensión de los problemas prácticos por parte del alumno. De modo que la motivación por aprender del alumnado se hace aun más importante si cabe. Ya que el aprendizaje de conocimientos debe llevarse a cabo de tal manera que el alumno vaya adquiriendo una serie de conocimientos de manera estructurada. En este sentido, en la resolución de problemas complejos se necesita la adquisición de una serie de conocimientos previos. Por lo que se debe implementar una secuencia muy cuidada de los conocimientos a adquirir, es decir, que aprender y en que momento aprenderlo. Haciéndose imprescindible que el alumno alcance los objetivos deseados con los diferentes problemas planteados. Ya que de romperse en algún momento la cadena de aprendizaje, se hará complicado volver a conectarse, dado que se debería volver atrás para adquirir los conceptos previos necesarios que debían ser conocidos por el alumno.

### **2.1. Contenidos y estructura de la asignatura**

En la asignatura de Termohidráulica y Uso del Vapor se ampliarán los conocimientos relacionados con la transferencia de calor y mecánica de fluidos. Se estudiarán los sistemas monofásicos y bifásicos (agua-vapor), así como la fenomenología termohidráulica básica, esto es, los principales principios de la ebullición y de la condensación. Para ello se revisarán los diferentes modos de ebullición y de condensación que se pueden presentar en las principales aplicaciones prácticas industriales de generación de energía, como son: centrales térmicas, calderas de generación de vapor y condensadores. También se estudiará el uso y distribución de vapor en la industria. Se analizarán los diferentes modelos que se utilizan para el estudio de los flujos bifásicos y sus relaciones de cierre y se introducirá en el uso de programas informáticos de simulación termohidráulica. Para adquirir estos conocimientos por parte del alumnado, las unidades didácticas se estructuran de la siguiente forma:

1. Conceptos Básicos
  - Tema 1. Fundamentos de Transferencia de calor y termodinámica
  - Tema 2. Introducción al diseño termohidráulico
2. Flujos Monofásicos
  - Tema 3. Leyes generales de conservación en fluidos monofásicos
3. Flujos Bifásicos
  - Tema 4. Tipos de flujos bifásicos
  - Tema 5. Caracterización del flujo bifásico

Tema 6. Modelos en fluidos bifásicos

Prácticas: Modelación y experimentación de flujos bifásicos sin transferencia de calor

4. Transferencia de Calor en Flujos Bifásicos

Tema 7. Ebullición

Tema 8. Secado

Tema 9. Condensación

Prácticas: Modelación y experimentación de flujos bifásicos con transferencia de calor

5. Generación y uso del vapor

Tema 10. Calderas y generadores de vapor

Tema 11. Uso y distribución de vapor

Prácticas: Modelación y experimentación de generación y uso de vapor

6. Miscelánea

Tema 12. Turbulencia

Tema 13. Métodos numéricos

Tema 14. Componentes

Tema 15. Códigos

Prácticas: Modelación y experimentación de flujos turbulentos

## **2.2. Enfoque didáctico de la asignatura**

Como se ha expuesto en el apartado anterior, se ha llevado a cabo una estructuración de la materia en 6 bloques de conocimiento, de manera que en la planificación de los conocimientos a adquirir por el alumnado existen estos mismos 6 bloques. El planteamiento para cada una de ellas es el siguiente: se incita el compromiso del alumno así como su motivación para examinar de manera profunda los conceptos y objetivos que se quieren enseñar. En cada bloque se plantea inicialmente un problema básico y que tiene una relación la más directa posible con situaciones que el alumno se encontrará, en este caso, los problemas se centrarán en aspectos de la termohidráulica que el alumno es posible que tenga que afrontar en la vida laboral. Pero en algunas áreas temáticas se podrían buscar problemas a los que el alumno se pudiera enfrentar en su vida cotidiana.

En el curso actual el primer problema planteado al alumnado hace referencia a cálculos de transferencia de calor en una tubería por la que fluye agua a una cierta temperatura, teniendo que ser capaces los alumnos de resolver los cálculos pedidos. Dado que en cursos anteriores

del grado de referencia los alumnos han recibido formación en mecánica de fluidos, termodinámica y transferencia de calor, en esta toma de contacto inicial se les distribuye en grupos y se les facilitan los datos necesarios para la resolución del problema. De forma que se favorece el trabajo en grupo, así como también se les facilita el acceso a la documentación donde se les recuerdan los conocimientos necesarios para su resolución.

The image shows an Excel spreadsheet with two main sections: 'Dimensionado por Velocidad' (rows 1-23) and 'Dimensionado por Caída de Presión' (rows 24-47). Each section contains input data, calculated values, and tables of pipe specifications for different series (M, H, L1, L2) and a 'Tipo L' section.

**Dimensionado por Velocidad (Rows 1-23):**

Datos	Valor	Unidad
Presión absoluta	1	[MPa]
Temperatura	400	[K]
Flujo	5400	[kg/h]
Longitud	30	[m]
Velocidad Máxima Permitida	35	[m/s]
Dímetro Interno Inicial	104.07	[mm]
Dímetro Nominal DN	DN100	
Serie	M	
Dímetro Interno Normas	105.3	[mm]
Velocidad del Vapor	34.19	[m/s]
Número de Reynolds	1183573	
Coefficiente de fricción	0.0096	
Caída de Presión	8037	[Pa]

**Dimensionado por Caída de Presión (Rows 24-47):**

Datos	Valor	Unidad
Presión absoluta	0.2	[MPa]
Temperatura	400	[K]
Flujo	10	[kg/h]
Longitud	10	[m]
Caída de Presión Máxima Permitida	3000	[Pa]
Dímetro Nominal DN Inicial	DN10	[mm]
Serie	L2	
Dímetro Interno Normas	13.6	[mm]
Velocidad del Vapor	10.67	[m/s]
Número de Reynolds	60660	
Coefficiente de fricción	0.0267	
Caída de Presión	3227	[Pa]
Dímetro Nominal DN	DN15	[mm]
Serie	L2	
Dímetro Interno Normas	17.3	[mm]
Velocidad del Vapor	10.67	[m/s]
Número de Reynolds	60660	
Coefficiente de fricción	0.0201	
Caída de Presión	733	[Pa]

The tables for pipe specifications (Series M, H, L1, L2, and Tipo L) provide detailed data for different pipe diameters and wall thicknesses, including mass per unit length and specific weight.

Fig. 2 Implementación en hoja Excel de los datos y resultados del dimensionado de tuberías

Los diferentes datos asignados a cada grupo se proporcionan de manera aleatoria entre una serie de datos, la cual se puede tener implementada por ejemplo en una hoja Excel. De este modo la revisión del trabajo realizado por cada grupo se ve facilitada. En la figura 2 se muestra una visión de una hoja Excel con los datos y resultados necesarios para llevar a cabo el dimensionado de una tubería atendiendo a criterios de velocidad del fluido que pasa a su través y mediante criterios de caída de presión.

En general mediante el planteamiento de problemas reales, como en este caso el dimensionado de tuberías, modelación y dimensionado de calderas, diseño desecadoras, así como del resto de componentes que se desarrollan a lo largo del curso hacen que el alumno examine de una manera más profunda los conceptos y los objetivos que se pretende trabajar. Procediendo de este modo, los conocimientos son aprendidos con una mayor motivación, ya que los alumnos ven la aplicabilidad que van a tener en su vida profesional, o incluso, en algunos casos, la aplicación en posibles usos en su vida cotidiana. Concretamente los problemas planteados en este curso pretenden conducir a los alumnos hacia la toma de decisiones y el establecimiento de juicios basados en la información que se dispone, junto con un razonamiento lógico y fundamentado. Además, se favorece el trabajo en equipo, se incita a la cooperación entre los miembros del grupo, con el fin de afrontar de una manera más eficiente y eficaz la resolución de los diferentes problemas planteados. De forma que los contenidos abordados en el curso no son una serie de puntos inconexos, y sobre los que se plantea un problema independiente en cada caso, sino que los conceptos se van incorporando a medida que se van afrontando los diferentes problemas planteados.

Los problemas idealmente no deben tener una solución cerrada, sino que es preferible que exista la posibilidad de aportar más de una solución posible al problema planteado (Vega, 2005). Por ejemplo, en el diseño de calderas para un hogar, se podrá optar por los diferentes modelos que cumplan con las especificaciones mínimas proporcionados por los datos de los que disponga cada grupo de trabajo. Así, el problema podrá ser resuelto de manera colaborativa, de forma que los diferentes integrantes del grupo podrán aplicar los conocimientos adquiridos para consensuar cual será la opción más adecuada en cada caso, todo ello tras realizar unos cálculos iniciales que permitan tener unos criterios que se apliquen en esta elección final. No solo el fondo del problema va a ser importante, es decir, no solamente los conceptos que hay detrás del problema son importantes, sino que la forma en que estos se plantean va a serlo también. Dado que si se quiere un alumnado comprometido el primer requisito es que los problemas planteados sean de su interés. Haciéndose incluso interesante que algunos datos de partida estén abiertos de forma que los propios alumnos sean los que tengan que buscar los rangos de valores habituales que presenta el dato en cuestión. Para así poder simular problemas reales a los que se podrían enfrentar en su vida profesional, en la que es posible que algunos datos no sean dados, sino que deban ser inferidos en base al resto de información disponible. De modo que, como ya se ha comentado con anterioridad se ha constatado que los alumnos tienen un interés muy superior al que tenían cuando las materias se dan usando la habitual clase magistral en la que se exponen los conceptos y se resuelven problemas tipo.

## **Conclusiones**

La idea central de trabajar mediante problemas prácticos es motivar al alumnado, de forma que este tenga un mayor interés por la materia, al ver que los conocimientos que está adquiriendo le pueden ser de utilidad en su vida profesional y/o cotidiana. La conclusión fundamental, que se puede obtener de particularizar los problemas por grupos de trabajo y que los problemas planteados en la medida de lo posible sean abiertos, es que un aspecto vital para el éxito en el proceso enseñanza-aprendizaje es captar el interés de los alumnos. Este interés puede ser favorecido mediante el planteamiento de problemas basados en situaciones reales y en los que en la medida de lo posible se alejen de la habitual clase magistral en la que se exponen una serie de conceptos, muchas veces demasiado teóricos. De modo que los problemas planteados favorezcan la colaboración dentro del grupo a la vez que promuevan la capacidad de razonamiento individual. Como comentarios finales decir que los problemas son la piedra angular de la gran mayoría de las materias de ciencias, por lo que un aprendizaje basado en ellos es adecuado. Adicionalmente, si los problemas planteados están basados en casos reales, en la medida de lo posible añade multitud de ventajas. Con estos problemas reales se favorece el desarrollo de habilidades y competencias que con posterioridad les serán de utilidad en su vida profesional.

## **Referencias**

- Amo E., Jareño F., Lagos M. G., Tobarra M.A. (2014). Las nuevas metodologías docentes y su repercusión en los planes de estudio. *Revista INNOVAR journal*, 24(54), 321-249.
- Escribano A., del Valle A. (2018). El aprendizaje basado en problemas. Una propuesta metodológica en Educación Superior. Narcea S.A. Ediciones, pp. 1-182. ISBN papel: 978-84-277-1575-2; ISBN ePdf: 978-84-277-1617-9.
- Exley, K., Dennis, R. (2007). Enseñanza en pequeños grupos en Educación Superior. Madrid: Narcea.
- Fosnot, C.T. (1996). *Constructivism, Theory, Perspectives and Practices*. New York: Teacher College Press.
- Jiménez, J. J., Lagos, M. G. & Jareño, F. (2011). Una experiencia interdisciplinar de Aprendizaje Basado en Problemas con estudiantes de Administración y Dirección de Empresas. Libro de Resúmenes del VIII Foro sobre la Evaluación de la Calidad de la Investigación y de la Educación Superior, 71. Granada: AE PC. <http://www.ugr.es/~aepc/VIIIFORO/Documentos/Libros/libroresumenesviiiiforo>.
- Labra, P., Kokaly, M. E., Iturra, C., Concha, A., Sasso, P. & Vergara M. I. (2011). El enfoque ABP en la formación inicial docente de la Universidad de Atacama: el impacto en el que hacer docente. *Estudios Pedagógicos* XXXVII pp. 167-185. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=173519395009>.
- Vega M., Fernández P. Formación a través de problemas auténticos (2005). En Monereo, C. y Pozo, J. I. (Coords), *La práctica del asesoramiento educativo a examen*. Barcelona: Graó.