

UNA HERRAMIENTA PARA AYUDA AL APRENDIZAJE PERSONALIZADO DE LA RESPUESTA DINÁMICA DE OSCILADORES SIMPLES EN ENTORNO DE AULA INVERTIDA

Juan C. Mosquera^{1*}, Luis Cueto-Felgueroso², David Santillán², Beatriz González³,
Fernando Suárez⁴

1: Departamento de Mecánica de Medios Continuos y Teoría de Estructuras
ETS de Ingenieros de Caminos, canales y puertos
Universidad Politécnica de Madrid
e-mail: juancarlos.mosquera@upm.es

2: Departamento de Ingeniería Civil: Hidráulica, Energía y Medio ambiente
ETS de Ingenieros de Caminos, canales y puertos
Universidad Politécnica de Madrid

3: Departamento de Ingeniería Civil. Construcciones, Infraestructuras y Transportes
ETS de Ingeniería Civil
Universidad Politécnica de Madrid

4: Departamento de Mecánica de Medios Continuos y Teoría de Estructuras
Escuela Politécnica Superior de Linares
Universidad de Jaén
e-mail:{luis.cueto, david.santillan, beatriz.gonzalez.rodrigo}@upm.es, fsuarez@ujaen.es

Resumen. *El proyecto incorpora mejoras específicas en la práctica docente de asignaturas de Master en ingeniería: comprende unas apps interactivas con la casuística de fenómenos vibratorios de un oscilador, en vibraciones libres o forzadas, con y sin fricción y con o sin presencia de fluido que satura un medio poroso. Con ello se aglutinan los conocimientos y capacidades que los alumnos deben adquirir y dominar en dichas materias.*

El proyecto aspira a incorporar mejoras en los procesos de aprendizaje de los alumnos de Master, promoviendo recursos educativos para su empleo en aula invertida. Pretende ayudar a motivar a la mayoría a hábitos que naturalmente hacen los alumnos mejores, pero también a aquellos estudiantes que tienen mayor dificultad en adquirir las competencias específicas, a superar diferencias de nivel.

Palabras clave: Autoaprendizaje-Aprendizaje Autónomo, Uso de las TIC, entornos personales de aprendizaje, recursos educativos en abierto (REA), Elaboración de material docente, Internacionalización

1. Introducción

Desde su implantación en 2006, el concepto de aula invertida ha evolucionado hacia otros como aprendizaje combinado (blended learning), enseñanza basada en problemas, aprendizaje activo y técnicas para implicar a los estudiantes. Su metodología presenta dos características: trasladar la impartición fuera del aula, habitualmente mediante algún medio electrónico, y los trabajos o deberes de aplicación desde la casa al aula [1]. Su finalidad es promover en un grupo amplio de discentes los hábitos y prácticas que de modo natural sólo ejercen los alumnos brillantes. Se constatan rigideces por parte de diversos agentes implicados para la implantación de técnicas de

aprendizaje autónomo o mixto: la medición de resultados, de grados de consecución y expectativas, o de percepción de los estudiantes es a veces cuestionable [2]. El formato de las exposiciones ha variado, se han empleado diapositivas, audios, podcasts, presentaciones narradas y recientemente minivideos que incorporan capturas de pantalla, animaciones, sketches o gráficos atractivos. Hay limitaciones obvias para que sus duraciones sean admisibles. En su elaboración subyace el concepto de fragmentación, entendida como unidad de contenido asimilable. Del mismo modo, la actividad en el aula ha cambiado en sus expectativas, métodos de participación e involucramiento, y en variantes de aprovechamiento de la autonomía del estudiante [3].

Se reconocen las fortalezas del aula invertida, incluyen el uso eficiente del tiempo de clase, el diseño a medida de oportunidades y modalidades de aprendizaje activo para los alumnos, la mejora de la relación docente-alumnado y de la motivación responsable del discente. La repercusión de cada aspecto sobre el resultado del aprendizaje depende en gran medida de los métodos de implementación. A medida que aumentan los requisitos de competencias exigibles a los egresados, los profesores se encuentran presionados para incrementar la eficiencia del tiempo de las imparticiones y del aula. Esto refuerza la idea de abandonar la clásica actitud pasiva del alumnado; parece adecuado traspasar el contenido de las clases tradicionales de pizarra a medios electrónicos y que estén disponibles para el visionado individual. El esfuerzo inicial que exige implantar esto es notable; la experiencia indica que es conveniente preparar el material y grabar varias clases seguidas con un curso de antelación, si bien el diseño a medida será evolutivo [4], con mejoras que deriven de un seguimiento del grado de cumplimiento, percepciones de los alumnos y de los resultados de las evaluaciones.

El presente proyecto se orienta al desarrollo de competencias efectivas para la vida práctica y de capacidades que faciliten una inserción profesional adecuada y armónica. Por una parte, persigue promover la implicación del alumnado de asignaturas de Master en ingeniería bajo la modalidad de aula invertida. Por otra, pretende apoyar el aprendizaje experiencial, en tanto que permite a los alumnos replicar virtualmente prácticas que han presenciado en el laboratorio, que a menudo consisten en procesos o fenómenos cuya formulación teórica suele ser compleja y elusiva, sobre todo de cara a poder interpretar las influencias de los parámetros o variables intervinientes sobre la respuesta de un sistema. Presenta aspectos comunes con otras iniciativas de aprendizaje autónomo desarrolladas para estudiantes de Grado en Ingeniería de computadores [5], Mecánica de medios continuos [6,7] o Mecánica de fluidos [8].

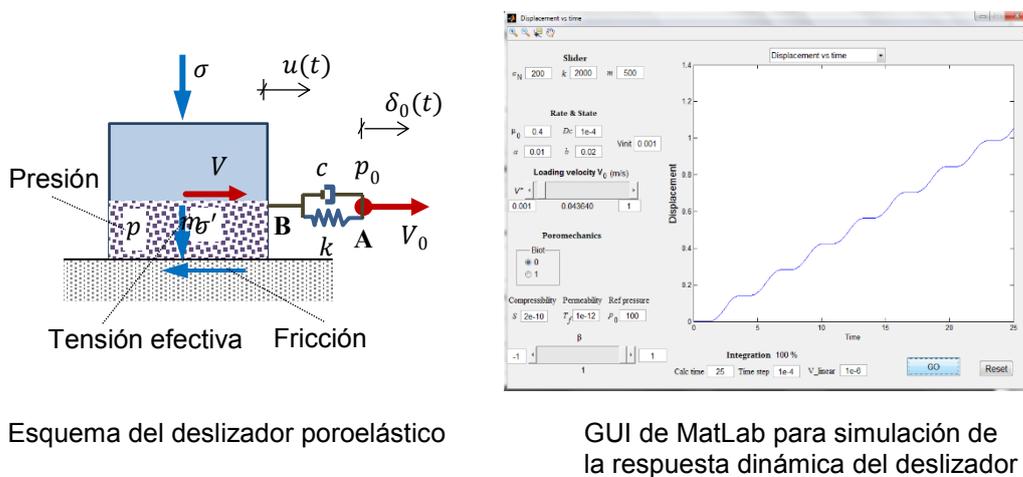
Es necesario que, a su vuelta a clase, los alumnos acudan con cuestiones sobre lo visionado, formulen dudas y promuevan su puesta en común. De cara a garantizar que realicen los visionados y tareas encomendadas fuera del aula, existen herramientas para insertar preguntas tipo test, de respuesta directa o corta, dentro de un video propio o recuperado de Internet, tales como EduCanon o Edpuzzle. Así, los alumnos no podrán seguir viendo el vídeo si no las responden. Por otra parte, el profesor puede evaluar los aprendizajes extrayendo las estadísticas proporcionadas por la plataforma. En efecto, el alumno adquiere más sensación de autonomía y de responsabilidad de su propio aprendizaje, que es la esencia del método. A la vez se podrá dedicar mayor número de clases a la realización de proyectos, estudio de casos y resolución de problemas.

2. Desarrollo

El proyecto, enmarcado en la técnica de aprendizaje combinado (blended learning), incluye la elaboración de apps codificadas en MatLab. Pretende que, ejecutando dichas

apps de simulación, pueda el alumno entender y dominar los efectos y los factores que intervienen en la respuesta, aprender a su ritmo en casa conceptos que bien han presenciado en el laboratorio o bien que se esconden tras formulaciones esquivas.

La primera aborda el aprendizaje de un caso de dinámica de sistemas, el clásico deslizador [9]. Versa sobre los primeros contenidos de la materia, fundamentales para aplicaciones a fenómenos vibratorios complejos como la ingeniería sísmica. Se estudia la respuesta de una masa de material poroso saturado de un fluido a presión p , que desliza con fricción de Coulomb sobre una superficie con la que puede existir acoplamiento poroelástico. La masa se adosa a un sistema muelle-amortiguador del que se tira con velocidad constante V_0 . Su uso facilita la visualización y comprensión de las características dinámicas, de la respuesta dinámica, del efecto de la presión de poro y de la respuesta del sistema con o sin fricción y con o sin amortiguamiento (**Figura 1**).



Esquema del deslizador poroelástico

GUI de MatLab para simulación de la respuesta dinámica del deslizador

Figura 1. Deslizador poroso saturado con fricción y presión de poro.

El segundo caso estudia la influencia del calado aguas abajo de una obra de toma en un canal corto, una condición de contorno relevante, sobre su respuesta hidráulica en régimen permanente. Son heterogéneas las variables implicadas: la energía aguas arriba, la pendiente y longitud del canal, el ancho de la sección, las pérdidas (Manning); y también los conceptos: calado crítico, calado conjugado, calado uniforme, entre otros. A su vez, la curva de remanso se obtiene mediante integración de una ecuación diferencial. Aprender e interpretar físicamente lo anterior es difícil, sobre todo visualizar espacialmente las consecuencias de dichas ecuaciones conceptualmente complicadas. La app les permite hacer autocorrecciones, autoevaluaciones y validar resultados de problemas que hagan a mano fuera del aula (Figura 2).

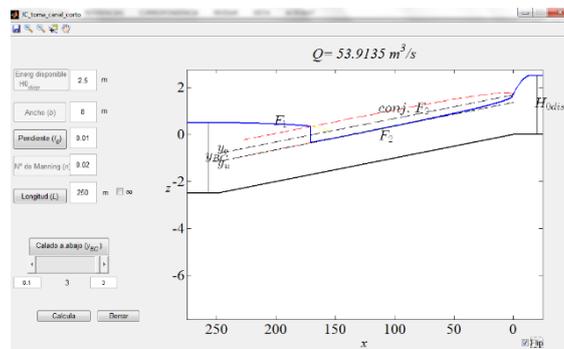


Figura 2. Obra de toma en un canal corto en régimen permanente.

3. Conclusiones

El desarrollo efectivo de la técnica de aula invertida necesita un seguimiento del rendimiento de los estudiantes a lo largo del semestre, evaluando a la vez problemas clásicos y de comprensión y aplicación de los conceptos fundamentales. Para aplicar técnicas de aprendizaje combinado se deben aprovechar entornos de aplicación ya probados. Así, resulta útil que los instructores describan con detalle qué tareas comprenden las actividades de dentro y de fuera del aula. Conviene aprovechar las posibilidades de accesibilidad, economía, uso del tiempo y difusión que ofrecen los recursos audiovisuales grabados. Las apps aquí presentadas contribuirán al aprendizaje activo de los conceptos y técnicas correspondientes, para complementar el trabajo individual con el “Just-in-time-teaching” y mejorar el enfoque de las clases presenciales.

REFERENCIAS

- [1] S. Arnold-Garza, “The flipped classroom teaching model and its use for information literacy instruction”, *Communications in Information Literacy*, Vol. 8(1), pp 7-22, (2014).
- [2] J.L. Bishop and M.A. Verleger, "The Flipped Classroom: A Survey of the Research", 2013 ASEE Annual Conference & Exposition, Atlanta, Georgia, (2013).
- [3] K. V. Jakobsen and M. Knetemann, "Putting Structure to Flipped Classrooms Using Team-Based Learning", *International Journal of Teaching and Learning in Higher Education*, Vol. 29(1), pp. 177-185, (2017).
- [4] P. Lorente, (2017, Febrero) “Metodología Flipped Classroom. Aprovechando el trabajo autónomo del alumnado”, *Campus Educación Revista Digital Docente*, Vol. 1(3), pp. 5-8. Recuperado de: <https://www.campuseducacion.com/revistadigital-docente/numeros/3/>.
- [5] M.L. Maher, C. Latulipe, H. Lipford and A. Rorrer, "Flipped Classroom Strategies for CS Education", SIGCSE '15 Proceedings of the 46th ACM Technical Symposium on Computer Science Education, Pp. 218-223, (2015).
- [6] J. Marcé, L. Gil, M.A. Pérez and M. Sánchez, "Self-assessment exercises in continuum mechanics with autonomous learning", *Journal of Technology and Science Education* Vol. 3(1), pp. 23-30, (2013).
- [7] A. Lee, H. Zhu and J.A. Middleton, "Effectiveness of Flipped Classroom for Mechanics of Materials", 2016 ASEE Annual Conference & Exposition, New Orleans, LA, (2016).
- [8] J. T. Solomon, E. Hamilton, V.K. Viswanathan, C.R. Nayak and F. Akasheh, "A Protocol-Based Blended Model for Fluid Mechanics Instruction", 2018 ASEE Annual Conference & Exposition, Salt Lake City, Utah, (2018).
- [9] Y. Gu and T. Wong (1991), “Effects of loading velocity, stiffness, and inertia on the dynamics of a single degree of freedom Spring-Slider System”, *Journal of Geophysical Research*, Vol. 96(B13), pp. 21677–21691, (1991).