

JIDIOQ



Universidad
Rey Juan Carlos

I JORNADA DE INNOVACIÓN DOCENTE EN INGENIERÍA QUÍMICA METODOLOGÍAS ADAPTADAS PARA DOCENCIA SEMIPRESENCIAL

JORNADA ONLINE, 5 DE NOVIEMBRE DE 2021

ORGANIZA: GRUPO DE INNOVACIÓN DOCENTE PARA EL DESARROLLO Y APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS DE
SIMULACIÓN EN INGENIERÍAS DE PROCESOS
Universidad Rey Juan Carlos

Universidad Rey Juan Carlos
Editado por el Comité Organizador del JIDIQ 2021
Editado por Servicio de Publicaciones de la Universidad Rey Juan Carlos
ISBN: 978-84-09-23334-8

PROGRAMA DEFINITIVO

9.45 h BIENVENIDA Y PRESENTACIÓN DE LA JORNADA

DESARROLLO DE HERRAMIENTAS Y METODOLOGÍAS ONLINE DE APOYO A LA DOCENCIA SEMIPRESENCIAL.

10:00-10:15. Implantación del simulador Aspen HYSYS como herramienta para la resolución de casos complejos en asignaturas de la rama de Ingeniería de las Reacciones Químicas. *E. Diaz, V.R. Ferro* (UAM)

10:15-10:30. Aplicaciones interactivas en la enseñanza online. *G. Gómez* (URJC)

10:30-10:45. Uso de herramientas de simulación CFD para la docencia en aerodinámica: construye y maneja tu propio túnel de viento virtual. *C. Casado* (URJC)

10:45-11:00. Utilización de aplicaciones programadas en MATLAB en la enseñanza de Termodinámica Aplicada. *J.C. Domínguez* (UCM)

11:00-11:15. Innovación Docente en la Gestión de Residuos de Restauración de la Universidad Rey Juan Carlos en el Campus de Móstoles. *G. Vicente* (URJC)

11:15-11:45. Presentación de otros formatos.

Descanso 11:45-12:30

ADAPTACIÓN DE SISTEMAS DE EVALUACIÓN A LA METODOLOGÍA SEMIPRESENCIAL.

12:30-12:45. Evaluación individualizada en remoto de casos prácticos de simulación de procesos. *J. Marugán* (URJC)

12:45-13:00. Estrategia de realización de exámenes finales mediante Moodle. *B. Coto* (URJC)

13:00-13:15. Generación de problemas con valores iniciales aleatorios para la realización de exámenes en remoto mediante Python. *J. C. Domínguez* (UCM)

13:15-13:30. Evaluación por proyectos en la asignatura de control y simulación de procesos en ingeniería ambiental. *I. Moreno* (URJC)

Descanso 13:30 -15:00

ADAPTACIÓN DE ASIGNATURAS EXPERIMENTALES A LA SEMI-PRESENCIALIDAD O AL ESPACIO/TIEMPO REQUERIDO EN LA SITUACIÓN DE ALARMA Y RESTRICCIÓN DEL CURSO 2020/21.

15:00-15:15. New Methodologies for a New Reality: An Application to Engineering Degree. *S. Gonzalez-Mendes* (URJC)

15:15-15:30. Metodología semipresencial adaptada a la asignatura de ingeniería y gestión ambiental. *T. Expósito* (URJC)

15:30-15:45. Adaptaciones realizadas en las asignaturas “Experimentación en Ingeniería de la Energía I y II” ante la pandemia del COVID-19. *M. Linares* (URJC)

15:45-16:00. Integración de una parte experimental y un simulador basado en Matlab para la estimación de parámetros cinéticos. *J. A. Melero* (URJC)

16:00-16:15. Herramientas open source de simulación de procesos para el apoyo en la docencia semipresencial. *E. Rosales* (UVIGO)

16:15-16:30. Virtualización de prácticas de Ingeniería de Fluidos. *R. Molina* (URJC)

16:30-17:00 Presentación de otros formatos.

17:00-17:15. Despedida y cierre de la Jornada

RELACIÓN DE CONTRIBUCIONES A LAS JORNADAS

DESARROLLO DE HERRAMIENTAS Y METODOLOGÍAS ONLINE DE APOYO A LA DOCENCIA SEMIPRESENCIAL.

Charlas

Implantación del simulador Aspen HYSYS como herramienta para la resolución de casos complejos en asignaturas de la rama de Ingeniería de las Reacciones Químicas.

Aplicaciones interactivas en la enseñanza online.

New Methodologies for a New Reality: An Application to Engineering Degree.

Uso de herramientas de simulación CFD para la docencia en aerodinámica: construye y maneja tu propio túnel de viento virtual.

Utilización de aplicaciones programadas en MATLAB en la enseñanza de Termodinámica Aplicada.

Innovación Docente en la Gestión de Residuos de Restauración de la Universidad Rey Juan Carlos en el Campus de Móstoles.

Videos/otros formatos

Modificación de la docencia de la asignatura de Simulación y Optimización de Procesos del Máster de Ingeniería Química de la Universidad Rey Juan Carlos y la Universidad Autónoma de Madrid durante la pandemia.

Estructuración jerárquico-secuencial y autodirigida de la asignatura Proyectos de Ingeniería: estructura de proceso y adaptabilidad ante la presencialidad.

Uso de Kahoot! Para mantener la motivación de los estudiantes.

Combinando la actividad de Lección y Wooclap en moodle para un aprendizaje dinámico y motivador en la asignatura de Mecánica de Fluidos.

Metodología para la impartición de la simulación dinámica de procesos en el Grado de Ingeniería Química por la UAM. Uso de la herramienta Aspen Operator Training.

Visita virtual a empresas: Alternativa para establecer puentes entre el conocimiento teórico del alumnado y el sector productivo.

Ingeniería química en el grado en química de la UAM: adaptación de actividades docentes durante el confinamiento.

Desarrollo e implementación de nuevos recursos docentes basados en tecnologías activas para la adaptación de la asignatura de Bases de la Ingeniería Ambiental a una docencia semipresencial.

Adaptación de la asignatura Operaciones de Separación a la metodología semipresencial durante el periodo COVID-19.

ADAPTACIÓN DE SISTEMAS DE EVALUACIÓN A LA METODOLOGÍA SEMIPRESENCIAL.

Charlas

Evaluación individualizada en remoto de casos prácticos de simulación de procesos.

Estrategia de realización de exámenes finales mediante Moodle.

Generación de problemas con valores iniciales aleatorios para la realización de exámenes en remoto mediante Python.

Evaluación por proyectos en la asignatura de control y simulación de procesos en Ingeniería Ambiental.

ADAPTACIÓN DE ASIGNATURAS EXPERIMENTALES A LA SEMI-PRESENCIALIDAD O AL ESPACIO/TIEMPO REQUERIDO EN LA SITUACIÓN DE ALARMA Y RESTRICCIÓN DEL CURSO 2020/21.

Charlas

Metodología semipresencial adaptada a la asignatura de ingeniería y gestión ambiental.

Adaptaciones realizadas en las asignaturas “Experimentación en Ingeniería de la Energía I y II” ante la pandemia del COVID-19.

Integración de una parte experimental y un simulador basado en Matlab para la estimación de parámetros cinéticos.

Herramientas open source de simulación de procesos para el apoyo en la docencia semipresencial.

Virtualización de prácticas de Ingeniería de Fluidos.

Videos/otros formatos

Adaptación metodológica de la asignatura Experimentación en Ingeniería Química I con motivo de las restricciones marcadas por la pandemia de COVID-19.

Virtualización de prácticas de laboratorio mediante VB-Excel.

Trabajos Fin de Grado desarrollados en base a trabajo experimental en tiempos de limitaciones de acceso a los laboratorios.

Oportunidades en tiempos de pandemia: integración de recursos audiovisuales como apoyo a la docencia en la asignatura de Expresión Gráfica.

**DESARROLLO DE HERRAMIENTAS Y METODOLOGÍAS ONLINE DE APOYO A LA
DOCENCIA SEMIPRESENCIAL**

Implantación del simulador Aspen HYSYS como herramienta para la resolución de casos complejos en asignaturas de la rama de Ingeniería de las Reacciones Químicas

E. Diaz, V.R. Ferro, Z.M. de Pedro, A.F. Mohedano, J.A. Casas

Departamento de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Madrid

El uso de simuladores en asignaturas que no están estrictamente relacionadas con la simulación de procesos resulta atractivo ya que facilita a los estudiantes la visualización de soluciones a problemas complejos. En este sentido, y aprovechando la situación de docencia presencial a distancia en la que se impartían las asignaturas de Ingeniería de las Reacciones Homogéneas (IRHO) e Ingeniería de las Reacciones Heterogéneas del Grado en Ingeniería Química de la Universidad Autónoma de Madrid, se ha modificado su metodología docente incorporando el uso del simulador Aspen HYSYS con la finalidad de tratar aspectos relevantes centrados en el diseño y operación de reactores químicos difícilmente abordables con el empleo de herramientas tradicionales.

Se seleccionaron 2 casos de estudio para profundizar en aspectos de cada asignatura que suelen presentar una elevada complejidad para los estudiantes. Así, en la asignatura de IRHO se planteó un caso de estudio enfocado a tratar la “multiplicidad de estados estacionarios”, mediante el estudio del proceso de producción de propilenglicol por hidrólisis de óxido de propileno en un reactor agitado operando en régimen adiabático, en el que las mismas condiciones de entrada pueden dar lugar a diferentes respuestas del sistema. En la asignatura de IRHE se escogió el proceso de producción de estireno por deshidrogenación de etilbenceno, uno de los procesos más importantes de la industria química a nivel mundial. La práctica abarca la presentación del producto y el proceso, la modelización en Aspen HYSYS de procesos con reacción química, el estudio de la termodinámica del proceso, el dimensionado del reactor, la existencia de reacciones químicas secundarias, y la relevancia de las variables de operación sobre el comportamiento del reactor.

Los casos de estudio se expusieron y trabajaron a través de la Plataforma Microsoft Teams y el acceso al simulador se llevó a cabo a través del servicio de PC Virtual de la UAM. De esta manera los estudiantes resolvían las tareas en línea en contacto directo con el docente. En ambos casos se trabajó con el uso de “plantillas” (simulaciones creadas previamente) que les permiten realizar acciones concretas sobre el proceso a estudiar. La resolución de los casos planteados permitió que los estudiantes comprobaran como se pueden llegar a obtener resultados muy diversos en función de pequeñas variaciones en los parámetros seleccionados, aprendiendo sobre la importancia de una buena planificación y seguimiento de los procesos.

Aplicaciones interactivas en la enseñanza online

G. Gomez-Pozuelo, M. Martín-Sómer

Departamento de Tecnología Química y Ambiental, Universidad Rey Juan Carlos

La crisis global producida por la aparición de la Covid-19 ha afectado a todos los ámbitos de la sociedad, incluida la educación. El confinamiento produjo el cambio repentino de las clases presenciales a la modalidad online, lo cual tuvo una gran repercusión en cómo la docencia era impartida por los profesores, y en la atención y seguimiento de las asignaturas por parte de los alumnos.

En este trabajo se ha encuestado a estudiantes y docentes sobre cómo han afectado estos cambios a la formación y el aprendizaje. Por otro lado, también se preguntó sobre su punto de vista sobre el uso de aplicaciones interactivas en la enseñanza, ya que estas se presentan como una prometedora herramienta para combatir el aburrimiento y la falta de interés de los estudiantes. En concreto, las aplicaciones interactivas empleadas en la asignatura fueron Kahoot!, Wooclap, Classflow y Moodle.

Por último, se compararon los resultados académicos obtenidos con los del año anterior, en el que solo se utilizó una de ellas. Tras la realización de este estudio, se pudo constatar cómo el uso de un mayor número de aplicaciones implica una mayor participación de los estudiantes y una mejora de sus resultados académicos.

New Methodologies for a New Reality: An Application to Engineering Degree

S. González-Mendes, S. Alonso-Muñoz, M. Torrejón-Ramos, S. Medina-Salgado, R. González-Sánchez

Departamento de Economía de la Empresa (Adm., Dir. y Org.), Economía Aplicada II y Fundamentos de Análisis Económico. Universidad Rey Juan Carlos.

Ante los problemas de movilidad provocados por la pandemia de Covid-19, las instituciones universitarias han tenido que adaptar su metodología docente a modelos online o híbridos de forma inesperada. La aplicación del e-learning a las nuevas necesidades docentes en periodos de crisis de movilidad, ha supuesto una solución a los problemas de movilidad, pero también ha provocado nuevos problemas a los que enfrentarse. Estamos hablando de un nuevo marco de aprendizaje que implica cambios en los conocimientos a aplicar -pedagógicos y tecnológicos- y en el contexto en el que se realiza -virtualización del entorno y uso de redes sociales- (Raaper y Brown, 2020). Estos cambios son especialmente significativos en aquellos estudios con un alto grado de experimentación, como las titulaciones de ingeniería. En consecuencia, nuestro estudio analiza las principales metodologías utilizadas para la adaptación de la enseñanza de la ingeniería durante la pandemia de Covid-19. Para ello, el trabajo se divide en dos partes.

En primer lugar, se ha realizado una revisión sistemática de la literatura. Realizamos una búsqueda de artículos publicados en un período comprendido entre septiembre de 2020 y septiembre de 2021. Dicha búsqueda incluye los siguientes términos: "covid" AND "education" AND "methodologies" AND "engineering" en la base de datos Web Of Science, con 24 resultados. Los resultados indican que el éxito en la aplicación de metodologías más digitalizadas ha estado condicionado por la experiencia previa con ellas. Además, se ha detectado la necesidad de aplicar herramientas antiplagio más elaboradas que en una metodología tradicional (López-Pimentel et al., 2020). Sin embargo, se ha detectado que los alumnos han adquirido mayores habilidades y conocimientos tecnológicos que serán muy útiles para el mantenimiento de estas metodologías en el futuro. Además, se insiste en que no se deben olvidar los principios de sostenibilidad (Anholon et al., 2020). En resumen, estas metodologías más digitales permitirían un entorno de aprendizaje ubicuo, dinámico y adaptable (Simoes et al., 2021).

En segundo lugar, a partir de los resultados de la revisión bibliográfica, se propone un modelo de implantación de metodologías digitalizadas para asignaturas del área de Organización de Empresas de la Ingeniería Química. Estas asignaturas tienen unas características particulares respecto al resto con un perfil más orientado al estudiante.

Anholon, R., et al. 2020, International Journal of Sustainability in Higher Education, Vol. 21 Nº. 6, 1269. **López-Pimentel, Juan C., et al.** 2021 Sustainability 13, Nº. 15: 8482. **Raaper, R. y Brown, C.** 2020. Journal of Professional Capital and Community, Vol. 5, 3/4, 343. **Simoes, C., et al.** (2021), Higher Education, Skills and Work-Based Learning, Vol. ahead-of-print No. ahead-of-print.

USO DE HERRAMIENTAS DE SIMULACIÓN CFD PARA LA DOCENCIA EN AERODINÁMICA: CONSTRUYE Y MANEJA TU PROPIO TUNEL DE VIENTO VIRTUAL.

C. Casado, J. Moreno-SanSegundo, M. Martín-Sómer, G. Martínez, J. Marugán

Departamento de Tecnología Química y Ambiental. Universidad Rey Juan Carlos

Este trabajo se enmarca en la asignatura Aerodinámica, que se imparte en 4º curso del Grado Ingeniería Aeroespacial en Aeronavegación. La asignatura tiene 22 horas dedicadas al aprendizaje de la herramienta de simulación ANSYS Fluent, en las que se impartían 4 tutoriales: flujo por el interior de una tubería, flujo alrededor de un cilindro (en estacionario y transitorio) y flujo compresible en un perfil alar. Los conocimientos que se adquieren con estos tutoriales son suficientes para poder simular los perfiles aerodinámicos que se obtienen en geometrías más complejas. Con el objetivo de motivar al alumnado al uso de herramientas de simulación a través de la gamificación, se ha eliminado el primer tutorial (que se imparte en una asignatura de tercer curso) y se ha elaborado un tutorial extra en el que los alumnos pueden crear su propio túnel de viento y observar las líneas de corriente alrededor de geometrías 3D de distintos modelos de aeronaves.

Para que este trabajo no suponga un esfuerzo muy importante por parte de los alumnos, se ha realizado en primer lugar un tutorial paso por paso en el que se enseña a crear el túnel de viento con un modelo de avión comercial. La geometría estaba disponible en MyApps y los alumnos han aprendido a realizar el mallado y configurar el caso. Se han obtenido los contornos de presión y velocidad alrededor de la geometría, y las líneas de corriente. Modificando la posición relativa entre la dirección del aire y la geometría se observan las ondas de choque para diferentes ángulos de ataque. Como trabajo final de los seminarios de Fluent, los alumnos han replicado el túnel de viento eligiendo otra geometría de aeronave, entre las que tienen disponibles en MyApps: el avión DIANA diseñado por el INTA, un avión militar tipo caza, una avioneta y un helicóptero (**Figura 1**). Los ficheros se han adaptado al formato necesario para importarlas sin problemas a la herramienta de simulación.

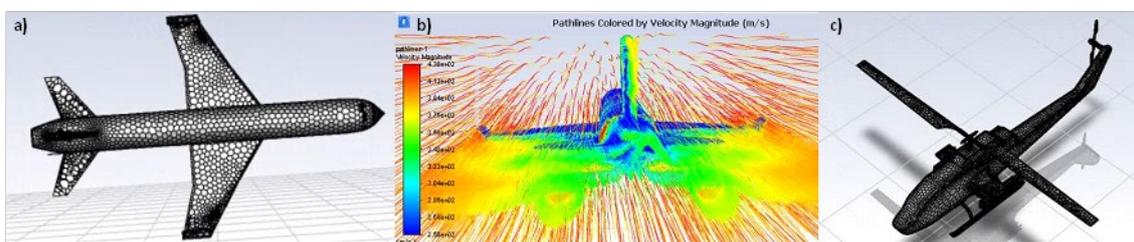


Figura 1. a) Malla del avión comercial, b) Ejemplo de cálculo de líneas de corriente en el avión comercial, c) malla del helicóptero.

Los alumnos han sido capaces de replicar los pasos para crear el túnel de viento y obtener los resultados de manera autónoma, mostrando un gran interés al ver una aplicación real. Algunos alumnos, de forma voluntaria, han simulado las líneas de flujo en varias geometrías (sólo se les pedía una). Otros han simulado varias condiciones también por iniciativa propia (por ejemplo, ángulos de ataque de entrada en pérdida, o diferentes números de Mach). Una alumna, ha

buscado de manera independiente una geometría nueva (la nave Enterprise, de Star Trek), consiguiendo realizar un mallado correcto, lo que demuestra que este tutorial a medio camino entre el aprendizaje y el juego, con geometrías atractivas, ha aumentado el interés del alumnado por las herramientas de simulación.

Utilización de aplicaciones programadas en MATLAB en la enseñanza de Termodinámica Aplicada

J.C. Domínguez, R. Miranda, M.V. Alonso, J. García, M. Oliet, V. Rigual

Universidad Complutense de Madrid, Departamento de Ingeniería Química y de Materiales, Facultad de Ciencias Químicas

El objetivo principal de esta comunicación es describir la experiencia docente en la enseñanza de la asignatura de Termodinámica Aplicada, impartida en el segundo curso del Grado en Ingeniería Química, empleando aplicaciones desarrolladas mediante App Designer de MATLAB®, junto con la herramienta CoolProp (Bell, et al. 2014).

Las aplicaciones se enfocaron a la docencia del bloque de Termotecnia de la asignatura de Termodinámica Aplicada, en concreto a la enseñanza de ciclos termodinámicos de potencia de vapor y de gas, así como de los ciclos de refrigeración con vapor. Las aplicaciones son generadores de problemas basados en casos, es decir, a partir de grupos de variables desconocidas. En este tipo de generador, cada vez que se ejecuta se selecciona aleatoriamente uno de los casos disponibles y se asignan valores aleatorios a las variables conocidas fijadas para el caso.

En cuanto a su uso, las aplicaciones cuentan con un botón de ejecución que, tras pulsarse, da lugar a la presentación de los datos iniciales del problema. Disponen de un botón que permite, si así lo eligen, mostrar la representación del ciclo termodinámico en diagramas p-h, T-s y p-v, lo que supone una ayuda en la resolución del problema. Cuando quieran comparar la solución alcanzada con la correcta pueden pulsar el botón “Mostrar resultados”, que permite también visualizar los ciclos en los diagramas termodinámicos antes mencionados, si no lo habían hecho anteriormente. Finalmente, las aplicaciones permiten exportar los datos iniciales y las soluciones a un archivo Excel (botón “Exportar resultados”) que puedan utilizar para futuras consultas a los profesores.

La difusión de las aplicaciones se realizó mediante el Campus Virtual de la asignatura. Para su ejecución se requiere la instalación de MATLAB®, licenciado por la UCM, con el que ya están familiarizados desde el primer curso del Grado.

A través de encuestas anónimas a los estudiantes, se han evaluado los resultados de esta experiencia docente. Un amplio porcentaje consideró que su uso es importante para la mejor comprensión de la docencia impartida presencialmente; es un complemento muy adecuado. También opinan que las aplicaciones desarrolladas suponen una mejora significativa en la enseñanza y manifiestan su interés en disponer de materiales docentes similares en otras asignaturas del Grado.

Los autores desean agradecer al Vicerrectorado de Calidad de la Universidad Complutense de Madrid el apoyo recibido para el desarrollo de este trabajo a través del Proyecto de Innovación Docencia nº 48 (2021-2022).

Bell, I.Het al. 2014. Industrial & Engineering Chemistry Research 53: 2498-508.

Gestión de residuos de restauración del Campus de Móstoles para producir Bioenergía

G. Vicente¹, L. F. Bautista², F. Martínez²

¹Departamento de Tecnología Química, Energética y Mecánica. ²Departamento de Tecnología Química y Ambiental. Universidad Rey Juan Carlos.

La problemática ambiental actual requiere de comportamientos responsables en la gestión de residuos y la transformación de estos en productos de interés. A través de esta propuesta, se pretende fomentar la formación ambiental, esencial en todos los ámbitos educativos y, de forma particular y más avanzada, en las titulaciones técnicas impartidas en las universidades, como es el caso de los grados impartidos en la Escuela Superior de Ciencias Experimentales y Tecnología (ES CET) de la Universidad Rey Juan Carlos.

A partir de los residuos de alimentos habitualmente generados en el servicio de restauración de la universidad, se presentan tres procesos de producción de biocombustibles (**Figura 1**), utilizando instalaciones tanto docentes como de investigación disponibles en el Campus de Móstoles de la Universidad Rey Juan Carlos.

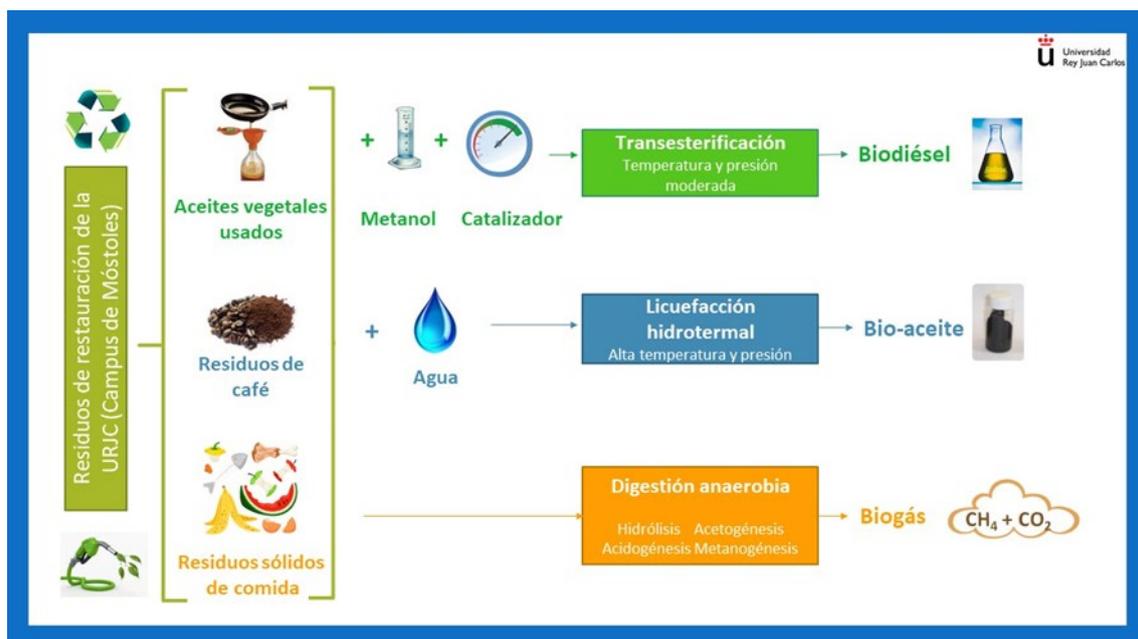


Figura 1. Esquema de los procesos realizados en la actividad de innovación docente presentada.

A partir de aceites vegetales usados, se ha generado biodiésel mediante un proceso de transesterificación con metanol. Mediante un proceso de licuefacción hidrotérmica y utilizando residuos de café se produjo un bioaceite que, después de ser tratado, puede utilizarse como biocombustible líquido y, finalmente, se obtuvo biogás mediante digestión anaerobia de los restos orgánicos obtenidos durante la preparación de las comidas.

La actividad se ha llevado a cabo a través de dos proyectos de innovación docente financiados por la ESCET dentro de la convocatoria para la distribución de presupuestos de 2020 y 2021 destinados a Actividades de Innovación Docente. Para ello, se realizaron y grabaron en video los procesos de producción de biocombustibles a partir de los residuos alimentarios en los laboratorios de la ESCET, montando para su posterior difusión un video explicativo de treinta minutos de duración.

La actividad completa se ha realizado en formato on-line en la asignatura Procesos Básicos de la Ingeniería del Grado de Ingeniería de la Energía durante los cursos 2020-2021 y 2021-2022, constando de las siguientes partes: (1) Difusión del video formativo; (2) Debate sobre los conocimientos mostrados; (3) Gamificación educativa de los contenidos; y (4) Encuesta de satisfacción de la actividad. Finalizada la actividad, los alumnos mostraron un alto grado de motivación, interés y satisfacción con la misma en los dos cursos académicos. Asimismo, la actividad también se adaptó y se llevó a cabo en la XX Semana de la Ciencia de la Comunidad de Madrid del curso 2020-2021 mediante el mismo formato. En este caso, los asistentes mostraron un gran interés en las instalaciones y los procesos explicados.

Gracias al interés generado por los asistentes, se va a proseguir difundiendo en los siguientes cursos académicos en la asignatura Procesos Básicos de la Ingeniería del Grado en Ingeniería de la Energía y en otras asignaturas de diferentes grados de la ESCET.

Modificación de la docencia de la asignatura de Simulación y Optimización de Procesos del Máster de Ingeniería Química de la Universidad Rey Juan Carlos y la Universidad Autónoma de Madrid durante la pandemia

J. M. Escola

Departamento de Tecnología Química, Energética y Mecánica. Universidad Rey Juan Carlos

La irrupción de la pandemia del COVID-19 ocasionó la desaparición de la docencia presencial en las aulas universitarias y obligó a la adopción de un modelo de docencia en remoto. Esto modificó sensiblemente la docencia de la asignatura Simulación y Optimización de Procesos del Máster Interuniversitario de Ingeniería Química de las Universidades Rey Juan Carlos y Autónoma de Madrid. Concretamente, en el caso del Bloque II, correspondiente a la parte de optimización, fue necesario eliminar toda la docencia de pizarra y adaptarla al modelo on-line. Asimismo, las clases de ordenador a distancia también tuvieron que adaptarse a las nuevas circunstancias, que plantearon mayores dificultades. Ante esta coyuntura, se optó por elaborar un número superior de diapositivas de Power Point mucho más detalladas, con la novedad de incluir abundantes comentarios explicativos. Estas diapositivas fueron suministradas a los alumnos con anterioridad al desarrollo de las clases. De este modo, las tradicionales explicaciones en pizarra fueron sustituidas por diapositivas de Power Point mucho más completas que las utilizadas en el período pre-COVID-19, y que incorporaban abundante texto explicativo. Estas diapositivas, junto con la explicación en remoto del profesor, permitieron afianzar conocimientos por parte del alumno y fueron particularmente útiles no sólo para los alumnos que pudieron asistir on-line a las clases, sino también a todos aquellos, que por estar trabajando, les fue imposible asistir algunos días.

Igualmente, también se elaboraron diapositivas detalladas explicando los procedimientos operativos en el manejo de la herramienta Solver de Excel para la resolución por ordenador de los problemas de optimización de la asignatura. Estos procedimientos demostraron ser particularmente útiles y una gran ayuda a la explicación en remoto del profesor. A pesar de la imposibilidad de utilizar la docencia presencial en aula de informática, el hecho de disponer de procedimientos claramente explicados en diapositivas de Power Point permitió a muchos alumnos aprender rápidamente el manejo de la herramienta Solver desde sus casas. Estas diapositivas también estaban disponibles con anterioridad para los alumnos.

Estas diapositivas detalladas con abundante material explicativo han quedado ya para siempre, de forma que serán suministradas al alumno durante la docencia híbrida de la asignatura prevista para el curso 2021 – 2022.

Estructuración jerárquico-secuencial y autodirigida de la asignatura Proyectos de Ingeniería: estructura de proceso y adaptabilidad ante la presencialidad

P. Navarro, V. Ferro, S. Mateo, D. Hospital, R. Santiago, E. Hernández, J. Palomar, N. Alonso, J. Justicia, F. Heras, A. Polo

Departamento de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Madrid

Ante la creciente necesidad de adaptar la docencia a las distintas realidades que la sociedad demanda, acelerada en los tiempos de pandemia actuales, es necesario recurrir a metodologías docentes y herramientas de nueva generación. Sin embargo, la demanda social permite también reflexionar sobre la relación docente-asignatura-alumno, encontrando que la estructura de la asignatura es vital en la comunicación docente-alumno. Asimismo, una estructura de tres niveles (conceptual, práctico y autodirigido) parece la más acertada en la búsqueda de flexibilidad, toda vez los planos conceptual y práctico tienen sus casuísticas de adaptación al contexto social, mientras que las herramientas que potencien el carácter autodirigido son una necesidad actual compatible con cualquier tipo de contexto.

En la asignatura de Proyectos de Ingeniería de cuarto curso del grado en Ingeniería Química de la Universidad Autónoma de Madrid se presenta una estructura de la asignatura en forma de proceso, de manera que los contenidos teóricos y prácticos se entrelazan con una lógica jerárquico-secuencial. El contexto teórico de los proyectos de ingeniería y los sistemas de producción industrial se entrelazan con las bases económicas de un proyecto; se diseña un proyecto piloto que amolda los conceptos económicos y los conocimientos técnicos previos al pensamiento de proyecto. Finalmente, la experiencia del proyecto piloto se enriquece con diseño avanzado de equipos y procesos para preparar al alumnado a abordar el proyecto final de la asignatura. Este diseño, además, se realiza en coordinación con asignaturas previas y futuras en el itinerario formativo del alumno.

Todas las etapas lógicas de la asignatura tienen actividades autodirigidas; además, los alumnos son matriculados en un curso SPOC de simulación de procesos para facilitar las primeras etapas de la ingeniería de procesos, como curso inicial autodirigido, mientras que se diseñan sesiones de refuerzo que se imparten como tutoría grupal voluntaria al final de la asignatura como cierre y repaso metodológico para reforzar los puntos vitales de la asignatura.

Adicionalmente, se diseñan un test inicial y un test final para posicionar a los alumnos en su inicio y establecer el impacto de la asignatura en los aspectos evaluados, tras incorporar los conocimientos y competencias adquiridos en la asignatura.

Los resultados académicos imponen una calificación media de 6,6 puntos y 53 aprobados en convocatoria ordinaria y 10 aprobados en extraordinaria, sobre una matrícula de 64. Las actividades de evaluación (i-exámenes; ii-evaluación frecuente; iii-proyecto final) se relacionan con la calificación global de la asignatura con alto grado de correlación (R^2 que oscila entre 0,8 y 0,95). El test final, asimismo, mejora de forma sistemática la radiografía inicial del curso, mostrando que los puntos débiles identificados se han mejorado de forma sistemática y proyectado a los objetivos de la asignatura junto con los puntos fuertes.

Los resultados de satisfacción de los estudiantes indican que los alumnos valoran muy positivamente la estructura de la asignatura (4,3/5) y la adaptabilidad a su formato a distancia (4,1/5), a pesar de la decisión de los docentes de no grabar las clases, aspecto que los alumnos no aprueban en un 79%, y/o aplicando criterios homogéneos de evaluación en toda la asignatura, esto último también valorado muy favorablemente por los alumnos (3,7/5).

Use of KAHOOT! To keep students' motivation during online classes in the lockdown period caused by covid 19

M. Martín-Sómer, J. Moreira, C. Casado

Departamento de Tecnología Química y Ambiental. Universidad Rey Juan Carlos

En diciembre de 2019, el virus SARS-CoV-2 apareció por primera vez en China, provocando posteriormente una pandemia mundial. Como resultado, la mayoría de los países se vieron obligados a detener todas las actividades no esenciales y confinar a sus poblaciones en sus hogares. Esta situación afectó a todos los sectores de la sociedad, incluida la educación. En la mayor parte del mundo, y concretamente en España, las actividades docentes se trasladaron de su modalidad presencial a remota, con las carencias que esto pudiera ocasionar. En este trabajo se estudió el uso de la plataforma Kahoot! para mantener el interés de los estudiantes durante la enseñanza en línea. Para ello, se realizaron juegos Kahoot! para los diferentes temas de la asignatura "Envasado y conservación de alimentos" impartida en el 3º curso de la carrera de Ciencia y Tecnología de los Alimentos de la Universidad Rey Juan Carlos (España). Una vez realizados los Kahoot! se extrajeron los resultados, se analizaron y se relacionaron con las notas obtenidas en el examen final. El análisis de datos reveló una alta participación del 85% y un nivel de aciertos del 66%. Los datos permitieron extraer el tiempo medio de respuesta de los alumnos a preguntas tipo cuestionario y las preguntas Verdadero-Falso que puede servir como referencia a la hora de realizar exámenes de forma remota en el futuro. Por otro lado, se pudo observar cómo los resultados obtenidos en los Kahoot! estaban directamente relacionados con las notas finales de la asignatura, por lo que la realización de los Kahoot! no solo puede permitir un aumento del grado de interés de los estudiantes sino que también permite conocer sus dificultades. También se demostró que los alumnos con mayor participación en los Kahoot! obtuvieron calificaciones más altas que el resto de los estudiantes. Por otro lado, si se comparan los resultados de manera global con los del año anterior, se puede observar una mejora significativa. Finalmente, para conocer la opinión de los estudiantes, se realizaron dos encuestas en las que los estudiantes evidenciaron que el traspaso de la docencia presencial a la remota había producido una disminución generalizada del interés que afectó el grado de aprendizaje obtenido. A su vez, las encuestas mostraron que el uso de Kahoot! motivó a los estudiantes y se mitigaron los inconvenientes de la enseñanza a distancia.

Combinando la actividad de Lección y Wooclap en Moodle para un aprendizaje dinámico y motivador en la asignatura de Mecánica de Fluidos

R. Molina

Grupo de Innovación Docente para el Desarrollo y Aplicación de Herramientas de Simulación en Ingeniería de Procesos. Departamento de Tecnología Química y Ambiental. Universidad Rey Juan Carlos

Uno de los retos a la hora de abordar la docencia online de asignaturas de carácter práctico e ingenieril, como es el caso de la Mecánica de Fluidos, es el desarrollar herramientas para, en un entorno tan poco cercano como son las clases en remoto síncrono, mantener la atención de los alumnos al combinar teoría de cierta complejidad y la aplicación de esa teoría a la resolución de casos prácticos durante las clases de teoría. En la asignatura de Mecánica de Fluidos de los Grados de Aeronáutica que se imparten en la Universidad Rey Juan Carlos, se ha combinado, dentro de la plataforma de aprendizaje Moodle, las herramientas de Lección y Wooclap para intentar mantener la interactividad y la participación y atención de los alumnos, pero sin comprometer los contenidos y conocimientos a adquirir en el desarrollo de la asignatura. La lección se ha diseñado un sistema de páginas tipo libro en el que, todo el contenido del tema se encuentra en la lección completamente desarrollado y explicado. Además de los conceptos, ejemplos, etc., sacados de diferentes fuentes, se incluyen curiosidades, noticias de interés, enlaces, animaciones, etc., así como un pequeño cuestionario de autoevaluación al final de la lección, utilizando todas las posibilidades que ofrece la página web (**Figura 1 a y b**). Para la clase en remoto asíncrono, se utiliza la herramienta Wooclap implementada en Moodle. A través de esta herramienta, se puede tener una interacción con los alumnos lanzando preguntas que ellos pueden responder desde el ordenador, tablet, móvil, etc. En el caso de Mecánica de Fluidos, dado que cada tema completo se encontraba en la Lección de Moodle, la estructura del Wooclap consistió preferentemente en el planteamiento de ejemplos y casos prácticos a partir de los cuales ir desgranando los contenidos básicos del tema, manteniendo una interacción continua con los alumnos (**Figura 1 c y d**). al disponer del tema completo en la herramienta lección, en las clases con Wooclap no se incluyeron desarrollos teóricos complejos, etc., incidiendo en los aspectos fundamentales y su aplicación, en cada tema. Esta metodología permite a los alumnos tener una herramienta de consulta online, siempre disponible y completa, poder centrar las lecciones magistrales en los aspectos básicos y aplicados del tema que se está impartiendo. Durante las clases con Wooclap, se mantuvo una media de 60 alumnos conectados y contestando a las preguntas (sobre 89 matriculados) en el turno de mañana, y una media de 30 alumnos sobre 36 matriculados en el turno de tarde. La opinión de los alumnos fue favorable en cuanto al uso de esta metodología, y los resultados finales fueron similares a los obtenidos en años anteriores en cuanto a tasa de éxito (porcentaje de alumnos que supera la asignatura entre las dos convocatorias disponibles), pero con una mejora en la calificación (pasando de 0% sobresalientes y 15% notables en el curso 2019/20 a 23,8 % notables y 1% matrículas de honor en el curso 2020/21).

Metodología para la impartición de la simulación dinámica de procesos en el Grado de Ingeniería Química de la UAM. Uso de la herramienta Aspen Operator Training

J. D. Suárez Reyes, V. R. Ferro

Departamento. Ingeniería Química. Universidad Autónoma de Madrid

En la asignatura optativa Simulación y Optimización de Procesos del Grado en IQ por la UAM comenzó a desarrollarse hace unos 5 años un tema introductorio sobre simulación dinámica de procesos. Sin embargo, los resultados de aprendizaje no fueron buenos determinado, entre otras razones, por la metodología de enseñanza utilizada. Simultáneamente se ha detectado que la habilidad para realizar simulaciones dinámicas y aplicar estos contenidos a diferentes fases de los proyectos (incluido el control de procesos) es cada vez más demandada por las empresas químicas y de ingeniería. Para resolver este “conflicto” se han tomado a nivel de asignatura, entre otras, las siguientes decisiones:

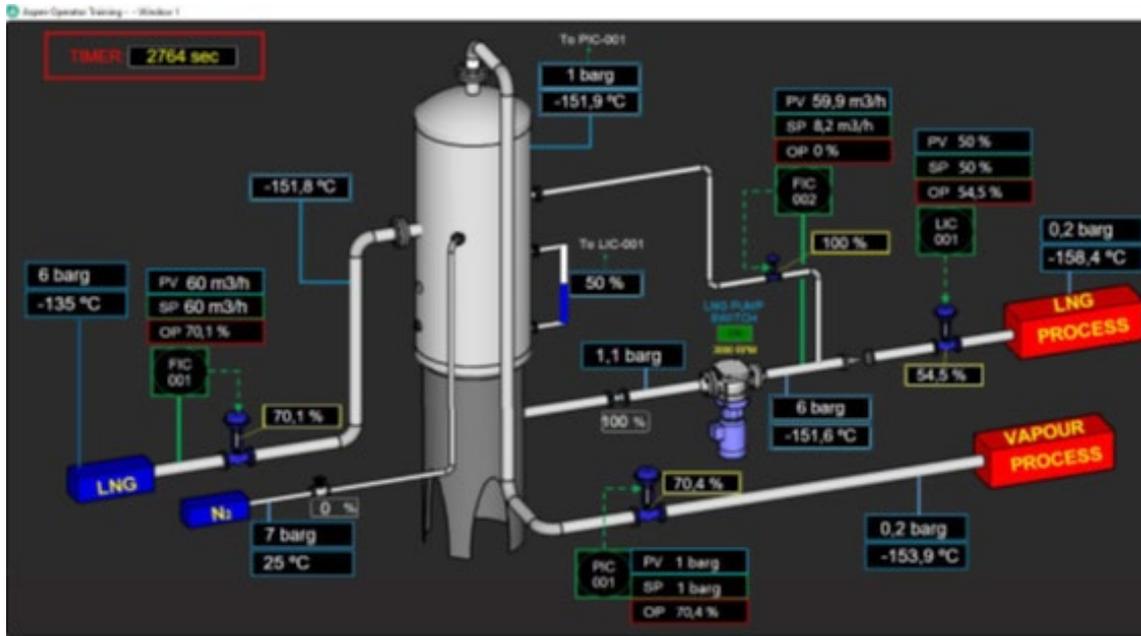
- Elaborar una estrategia didáctico-metodológica que permita mejorar la formación de los estudiantes en esta temática.
- Aprovechar la herramienta de Aspen Operator Training incluida en el paquete de programas Aspen ONE para demostrar a los estudiantes uno de los usos de la simulación dinámica de procesos: el entrenamiento de operadores de plantas químicas. Simultáneamente permite integrar todos los contenidos del tema en un Caso Práctico.

Estas soluciones se ensayaron con éxito durante el Segundo Cuatrimestre del curso 20/21 en formato sincrónico online con un grupo de estudiantes que desarrollaban sus TFGs en simulación dinámica y otros que, por intereses personales se incorporaron a la experiencia.

La estrategia metodológica ensayada incluye tres etapas. En la primera los estudiantes se familiarizan con el comportamiento dinámico de los sistemas en operaciones individuales y diagramas de flujo relativamente simples. En la segunda, y tomando como base los resultados anteriores proponen y evalúan una estrategia de control. En la tercera abordan la sintonización de los controladores para optimizar la respuesta del control. Se insiste en la dificultad de la construcción de un buen modelo dinámico y su validación y la necesidad de especificar correctamente las dimensiones del equipo, las condiciones de intercambio de calor de forma rigurosa y las eficiencias de los intercambios de calor y materia en equipos con holdup.

Como resumen del tema, los estudiantes trabajan con el OTS que consiste en una simulación dinámica del separador flash de un LNG producido en un ciclo de licuefacción (no simulado). El vapor generado es enviado a proceso para su recuperación y el LNG es bombeado a proceso para su posterior almacenamiento o envío a otra unidad de procesos.

El OTS permite realizar una puesta en marcha del sistema desde condiciones ambientales (arranque frío), evaluar las consecuencias de diferentes perturbaciones en el proceso, etc.



Visita virtual a empresas: Alternativa para establecer puentes entre el conocimiento teórico del alumnado y el sector productivo

M. A. Sanromán, S. Escudero, M. Pazos, E. Rosales

Grupo de Innovación Docente Biotecnología, Tecnología Química y Medioambiental, Escuela de Ingeniería Industrial, Universidad de Vigo

La visita a empresas es una manera efectiva de acercar el sector industrial a los alumnos y por tanto es en titulaciones del área ingenieril un recurso educativo estratégico. Se convierte en una excelente oportunidad para conocer el tejido empresarial, su funcionamiento interno, infraestructura, actividades, procesos, instalaciones, equipos, los sistemas de gestión de sus procesos, así como los protocolos de higiene, seguridad y medioambiente. Entre los principales beneficios de la realización de esta actividad cabe destacar que ayuda a identificar futuras vocaciones profesionales y permite establecer puentes entre el conocimiento teórico adquirido por el alumnado con la actividad que desarrolla la empresa, convirtiéndose en una alternativa complementaria a los sistemas tradicionales de enseñanza en las universidades.

A raíz de la situación global y las medidas y protocolos de actuación que todas las empresas han puesto en marcha frente al coronavirus (SARS-CoV-2), las visitas a empresas han quedado totalmente anuladas como actividad complementaria. Por lo que en un intento de adaptar las asignaturas en las que se realizaba esta actividad, a nuevas metodologías docentes acordes con el carácter virtual, se ha desarrollado una metodología que denominamos como visita virtual a empresa. En este caso, la universidad no traslada a los estudiantes a las empresas, son ellas las que, mediante el uso de recursos virtuales, se introducen en la Universidad.

Como en la docencia presencial a la hora de diseñar el curso se tienen en cuenta los sectores industriales afines a la docencia impartida. En este caso, al no requerir el desplazamiento del alumnado se logra abarcar un mayor número de empresas y no focalizarlas sólo en las existentes en el entorno. Antes de la realización de la actividad, el alumnado tendrá que preparar la visita virtual, mediante la lectura de material de apoyo que se suministra y la búsqueda de información complementaria en distintas páginas webs. Es especialmente interesante que los alumnos preparen una serie de preguntas que se plantearán durante la visita virtual, que se colgarán en el chat de la asignatura para favorecer la interacción, evitar duplicidades y fomentar el debate previo.

Para el éxito de esta actividad es de vital importancia el grado de implicación de las empresas y los recursos que emplean en el desarrollo de la visita. Generalmente, suelen mostrar material de apoyo como vídeos o presentaciones en PowerPoint en las cuales se presenta el recorrido que se realizaría de manera presencial en la visita y se detallan aquellos aspectos de mayor interés para la formación de los estudiantes.

Los resultados de la experiencia han sido muy positivos, ya que se ha logrado realizar un mayor número de visitas, no supone pérdida de tiempos en desplazamientos ni limitaciones de aforos y se logra una mayor interacción entre los presentadores de la empresa y el alumnado.

Ingeniería Química en el Grado en Química de la UAM: adaptación de actividades docentes durante el confinamiento

J. Lemus, M. Tobajas, N. Alonso, A. Polo

Departamento de Ingeniería Química. Universidad Autónoma de Madrid

Los estudios universitarios se vieron ampliamente afectados por la pandemia provocada por la COVID-19, al igual que ocurrió en el resto de las actividades: económicas, sociales, sanitarias, etc. Cuando se tomaron las medidas de confinamiento el 15 de marzo de 2020, la asignatura de Ingeniería Química del Grado en Química en la UAM correspondiente al curso 19/20 tuvo que pasar a impartirse a distancia. Esta situación sobrevenida afectó tanto a profesores como a alumnos. Por un lado, los profesores de la asignatura no tenían experiencia en impartir docencia en red y, por otro, no todos los estudiantes disponían de los recursos necesarios para recibir una docencia presencial a distancia: equipos informáticos, conexión a internet, espacio para estudio, etc. Además, la situación personal y familiar de cada estudiante era muy diversa y no en todos los casos permitía seguir la formación en los horarios establecidos. Para poder impartir la docencia durante este periodo se disponía de la plataforma Moodle y Microsoft Teams. Por ello, se consideró la docencia asíncrona como la más adecuada para facilitar el seguimiento de la asignatura al mayor número de estudiantes posible. Todo esto llevó a que muchas metodologías docentes tuvieran que ser modificadas para adaptarse a esta situación. En concreto: 1) Se utilizaron presentaciones en PowerPoint locutadas, para poder ser reproducidas en cualquier momento, con contenido tanto de teoría como de ejercicios resueltos; 2) Para la resolución de dudas se introdujo un Foro en Moodle para cada uno de los temas de la asignatura con participación de todos los estudiantes y como vía alternativa/simultánea se utilizó el chat de Microsoft Teams; 3) Se prepararon ejercicios de autoevaluación, para que los estudiantes pudiesen seguir el avance de sus conocimientos de forma autónoma; y 4) Se utilizó la herramienta de Tareas de Moodle para las clases prácticas, en las que los estudiantes entregaban la resolución de los ejercicios, que eran corregidos por los profesores y devueltos por esta misma vía. Además, se desarrolló un sistema de evaluación a distancia, para el que se elaboró un banco de preguntas tipo test de opción múltiple y de problemas con cálculos y datos numéricos diferentes. Se estableció un procedimiento para la selección aleatoria de cuestiones y problemas para cada estudiante.

En el curso 20/21, con las directrices recibidas desde la UAM y la CM y más tiempo para la planificación del curso, la modalidad de docencia pasó a ser presencial síncrona a distancia, impartándose todas las actividades en equipos creados en Microsoft Teams y en el horario establecido para la asignatura, a excepción de las clases prácticas en aula que fueron presenciales en la UAM, así como los exámenes. Para las clases teóricas y de problemas se contó con el apoyo de presentaciones en PowerPoint y tabletas digitalizadoras. Dada la gran aceptación que tuvieron por parte de los estudiantes, algunos de los recursos generados durante estos cursos, tales como los audiovisuales, foros y ejercicios de autoevaluación permanecerán como material complementario cuando la docencia sea al 100% de presencialidad.

El análisis de los resultados se ha hecho en base a indicadores tales como las encuestas de satisfacción y la tasa de éxito. Los estudiantes valoraron muy positivamente la comunicación

continúa y el esfuerzo en la preparación de material y actividades realizado por los profesores para dar continuidad a la asignatura y completar el programa. El porcentaje de estudiantes que superó la asignatura en el curso 19/20 fue del 92%, superior al curso anterior a la pandemia (75,6%) y al curso 20/21 con un 82 % de aprobados.

Desarrollo e implementación de nuevos recursos docentes basados en tecnologías activas para la adaptación de la asignatura de Bases de la Ingeniería Ambiental a una docencia semipresencial

M. Munoz, Z. M. de Pedro, A. Álvarez-Montero, J. A. Casas

Departamento de Ingeniería Química, Universidad Autónoma de Madrid

La emergencia sanitaria declarada durante el curso 2020-2021 como consecuencia de la enfermedad COVID-19 obligó a la implantación de una docencia semipresencial en la asignatura de Bases de la Ingeniería Ambiental (tercer curso del Grado en Ciencias Ambientales impartido en la UAM). Tradicionalmente, esta es una asignatura que al estudiantado le resulta compleja al abordar contenidos específicos que requieren, además de una buena base en asignaturas como Matemáticas, Física y Química, un trabajo individual importante para asentar conceptos nuevos que en ocasiones les resultan poco intuitivos. Ante el reto de plantear la asignatura en una modalidad semipresencial, en la que el menor contacto del docente con el estudiantado podría dar lugar a una mayor tasa de abandono y a una menor tasa de éxito, el equipo docente decidió abordar el desarrollo e implantación de diversos recursos docentes basados en tecnologías activas con el objetivo de lograr una elevada motivación y participación de estudiantado a lo largo de la asignatura. Asimismo, los nuevos recursos utilizados pretendían favorecer el pasar de un “aprendizaje superficial” basado principalmente en la memorización y repetición de procedimientos a un “aprendizaje profundo” donde la comprensión se desarrolla a través de procesos activos y constructivos.

De este modo, durante el curso 2020-2021 se adaptó la docencia al formato semipresencial incluyendo por primera vez en la asignatura los siguientes recursos:

- **Cuestionarios Kahoot:** se realizaron al finalizar la parte teórica de cada bloque con el objetivo de mejorar la participación de los estudiantes y aumentar su motivación gracias al carácter lúdico de esta herramienta. También permitió lograr una evaluación formativa instantánea gracias a la retroalimentación inmediata del proceso de aprendizaje.
- **Flipped classroom:** se proporcionó, a través de la plataforma Edpuzzle, vídeos elaborados por el docente que los alumnos debían visualizar por su cuenta. La plataforma obliga a los estudiantes a que dichos vídeos, en los que se presentaba la resolución de problemas complejos, deban ser visualizados en su totalidad no pudiendo retroceder ni avanzar en el contenido. A su vez, el estudiante debía ir respondiendo cuestiones clave en distintos puntos del visionado. Con esta herramienta se fomentó el aprendizaje autónomo y se contribuyó a la evaluación formativa de los estudiantes.
- **Estudio de casos:** a final del curso, se planteó un problema complejo basado en una situación real que conectara diversos aspectos de la asignatura con la práctica profesional de un Graduado en Ciencias Ambientales. Ello permitió aumentar la motivación de los alumnos, así como alcanzar un nivel de aprendizaje más significativo y reflexivo.

De manera general, los recursos docentes desarrollados tuvieron una muy buena acogida por parte del estudiantado. Asimismo, cabe destacar que, a pesar de la modalidad semipresencial de la asignatura, no se observó un mayor abandono de esta ni una menor tasa de éxito respecto a los cursos previos donde se impartió en formato presencial.

Adaptación de la asignatura Operaciones de Separación a la metodología semipresencial durante el periodo COVID-19

V. Morales¹, P. Pizarro²

¹Departamento de Tecnología Química y Ambiental. Universidad Rey Juan Carlos. ²Departamento de Tecnología Química, Energética y Mecánica.

La asignatura “Operaciones de Separación” se enmarca en la materia obligatoria de Transferencia de materia y operaciones de separación, del título de Grado en Ingeniería Química y tiene una carga docente de 7,5 créditos ECTS. Se imparte en el tercer curso durante el segundo cuatrimestre y se caracteriza por introducir conceptos y métodos de resolución completamente nuevos y complejos que, junto con el elevado número de horas docentes y la carga de trabajo personal, la convierte en una asignatura “temida” por el alumnado. Motivar al alumno, haciéndole ver la relevancia práctica de los conceptos introducidos y proporcionando herramientas facilitadoras para su comprensión y asimilación, se hace especialmente importante. Más aún lo ha sido durante el periodo de la pandemia por COVID-19, en la que a la complejidad intrínseca de la asignatura se le ha sumado tener que adaptarla para impartirla con un sistema semipresencial. De este modo, la presente comunicación tiene como objetivo poner en común la adaptación docente aplicada durante la pandemia en la asignatura “Operaciones de Separación” y su acogida por parte de profesores y alumnos.

Además de trasladar las clases magistrales clásicamente impartidas en aula a la impartición en remoto en modo síncrono mediante la plataforma Teams, se emplearon las siguientes herramientas como apoyo docente y del aprendizaje de los alumnos:

- Uso de pizarra en Tablet para resolución de problemas y de Wooclap, para intercalar preguntas tipo test dirigidas a los alumnos.
- Videopíldoras con explicaciones de contenidos muy concretos de los que se tiene experiencia en que los alumnos requieren un refuerzo.
- Documentos extra con enunciados de problemas y contenidos complementarios a los expuestos en clase.
- Documentos titulados “Preguntas frecuentes”, donde se recopilaban dudas que los alumnos plantean de manera reiterada cada curso y en los que se les proporciona la respuesta.
- Documento con enlaces a videos externos a la universidad, donde puede visualizarse ejemplos prácticos del fundamento de la operación de algunos procesos estudiados.
- Explicación del manejo del software ASPEN Plus y resolución posterior por parte de los alumnos de un caso práctico mediante la plataforma Myapps.

Asimismo, como medio de autoevaluación de los alumnos y para motivar su estudio diario, se realizaron seminarios de resolución de problemas y test de autoevaluación. Toda la documentación y material docente se puso a disposición de los alumnos en el Aula Virtual.

La adaptación de la metodología descrita se puso en marcha durante el curso 2020-2021, pudiéndose observar un aumento en el número de alumnos que superaron la asignatura en la convocatoria ordinaria. De este resultado se deduce que se cumplieron los objetivos de mejorar

JIDIQ

JORNADA DE INNOVACIÓN DOCENTE EN INGENIERÍA QUÍMICA
5 de noviembre de 2021



la motivación y comprensión en los alumnos, por lo que parte de las metodologías implementadas se mantendrán en los siguientes cursos académicos.

**ADAPTACIÓN DE SISTEMAS DE EVALUACIÓN A LA METODOLOGÍA
SEMIPRESENCIAL**

Evaluación individualizada en remoto de casos prácticos de simulación de procesos

J. Marugán

Departamento de Tecnología Química y Ambiental. Universidad Rey Juan Carlos

Este trabajo presenta una metodología para el desarrollo de casos prácticos individuales de simulación de procesos adaptado para la docencia en remoto. El objetivo es conseguir que cada alumno resuelva un caso práctico diferente, reduciendo así las posibilidades de plagio, sin que ello suponga una sobrecarga para el profesor en las tareas de preparación y corrección individual de un gran número de casos diferentes.

El procedimiento desarrollado permite la generación aleatoria de un número potencialmente ilimitado de enunciados basados en un conjunto finito de ficheros de simulación de partida cuyas diferencias no puedan ser identificadas por los alumnos. A partir de un conjunto finito de soluciones desarrolladas a priori, es posible generar una base de datos con los resultados correspondientes a cada alumno, permitiendo la evaluación automatizada de los resultados, así como la información instantánea de la corrección correspondiente a cada caso individual. De esta forma se reducen significativamente los tiempos necesarios para la retroalimentación de la evaluación a los alumnos para ayudarles en el seguimiento de la asignatura.

El procedimiento desarrollado se basa en un conjunto de casos prácticos de simulación realizados en el simulador de procesos Aspen Plus, todos ellos basados en el mismo diagrama de flujo y sin fácil identificación de las diferencias. Mediante una hoja de cálculo tipo Microsoft Excel y procesador de textos tipo Microsoft Word, es posible automatizar la generación enunciados específicos de casos prácticos para su descarga online por parte de cada alumno mediante la identificación a través de algún dato personal como el DNI.

Estrategia de realización de exámenes finales mediante Moodle

B. Coto, I. Suárez, P. Arenas, I. Aguayo

Departamento de Tecnología Química, Energética y Mecánica. Universidad Rey Juan Carlos

Introducción

Durante el curso 2019-20, el confinamiento obligó a la impartición de la docencia universitaria en modo no presencial o en remoto. Uno de los elementos más delicados de dicho método ha sido sin duda la realización de las pruebas de evaluación.

Existen herramientas para prevenir el fraude durante los exámenes en remoto, incluyendo la opción de realización de fotos aleatorias a los alumnos, identificación facial, etc. Que garantizan no solo la identidad de la persona que está siendo evaluada sino también que no haya interferencias o apoyos ilegales durante la realización del examen. Por desgracia la URJC no cuenta con dichas herramientas, y por tanto el que las pruebas de evaluación fuesen realizadas de forma individual y sin ayuda ha sido uno de los grandes retos.

Afortunadamente, en la URJC se dispone del Aula virtual de Moodle que tiene un gran potencial para la generación de pruebas en remoto. A lo largo de los años se han venido impartiendo cursos de formación en diversos aspectos de dicha herramienta, incluyendo la realización de diversos tipos de pruebas. En la asignatura de Química Física (2º curso del grado de Ingeniería Química) se han estado realizando pruebas online mediante Moodle a lo largo de los últimos años, y la realización del examen final de la asignatura a través de dicha plataforma se ha considerado una extensión de dicha actividad.

Objetivos

El objetivo fundamental que se planteó fue el diseño de un sistema de evaluación fiable que ofreciese resultados comparables a los obtenidos con los sistemas de evaluación tradicionales, aplicable a gran número de alumnos y minimizando la posibilidad de fraude.

Metodología

Se desarrolla un método basado en los siguientes puntos:

- El examen final consta de varios parciales, y cada alumno puede hacer solo alguno de ellos.
- Cada parcial consta de 4 partes, encadenadas de modo que una se abre al cerrar la anterior, y no se permite volver atrás.
- Una de las partes es un test de teoría, con preguntas seleccionadas al azar en una colección común para todos.
- El resto son problemas numéricos, programados de modo que cada alumno recibe el mismo problema con datos y soluciones distintas.
- Se ha de entregar el procedimiento utilizado en la resolución de los problemas.

Resultados

Se realiza un análisis de los resultados obtenidos atendiendo a los siguientes criterios:

- Porcentaje de aprobados en comparación con otros cursos (compara distintos alumnos).
- Cambio en la nota obtenida respecto de la convocatoria de enero (mismo alumno), y comparación con otros cursos.
- Distribución de notas por rangos.

Conclusiones

El método propuesto permite obtener resultados similares a los de los exámenes convencionales.

Generación de problemas con valores iniciales aleatorios para la realización de exámenes en remoto mediante Python

J.C. Domínguez, R. Miranda, M.V. Alonso, J. García, M. Oliet, V. Rigual

Departamento de Ingeniería Química y de Materiales, Facultad de Ciencias Químicas. Universidad Complutense de Madrid

La pandemia de COVID-19 se extendió por todo el mundo en marzo de 2020, trayendo consigo que más de mil millones de estudiantes se vieran afectados por el cierre de colegios, institutos y universidades. Estos cierres ocasionaron en la universidad un cambio de las metodologías de enseñanza tradicional presenciales al empleo de tecnologías digitales de forma masiva. Entre los muchos retos que esto supuso se encontró la realización de una evaluación a distancia de las competencias que los estudiantes debían adquirir (Ripoll, et al. 2021). Asumir este reto implicaba implementar una metodología que permitiese evaluar a distancia las competencias adquiridas de manera fácil y fiable.

El objetivo de esta comunicación es describir la experiencia en la elaboración de exámenes para la evaluación de asignaturas en el área de la Ingeniería Química durante el 2º cuatrimestre de 2020. En concreto, en esta comunicación se describe la experiencia en la asignatura Ingeniería Química, impartida en el Grado en Química de la UCM.

Para resolver la problemática surgida en cuanto a las asignaturas basadas total o parcialmente en la resolución de problemas, se crearon generadores de problemas estándar con un alto número de variables iniciales que pudieran adquirir valores aleatorios, de forma que el ejercicio se personalizará para cada estudiante. Las dos dificultades principales que se tuvieron que superar fueron:

- La dificultad de los problemas debía ser similar en todos los casos. Se resolvió proponiendo un mismo enunciado de cada uno de los problemas, con valores iniciales distintos, de forma que el procedimiento de resolución era idéntico en todos los casos. La particularización del problema, junto con el planteamiento de un examen secuencial, simultáneo y con tiempo limitado, supuso una medida que cumplía con el objetivo de evitar el fraude.
- La corrección de los exámenes. Se resolvió generando automáticamente hojas Excel con los resultados de cada uno de los problemas personalizados.

Para desarrollar los problemas se eligió Python como herramienta de programación, dada la experiencia previa adquirida, y el hecho de que permitía generar datos de forma rápida a partir de las listas de clase de cada uno de los 6 grupos de estudiantes en los que se encontraba dividida la asignatura. Los resultados de los exámenes fueron similares a los de cursos anteriores.

Agradecimientos

Los autores agradecen al Vicerrectorado de Calidad de la Universidad Complutense de Madrid el apoyo recibido para el desarrollo de este trabajo a través del Proyecto de Innova-Docencia nº 48 (2021-2022).

Ripoll, V.; Godino-Ojer, M.; Calzada, J., 2021. "Teaching Chemical Engineering to Biotechnology Students in the Time of Covid-19: Assessment of the Adaptation to Digitalization." *Education for Chemical Engineers* 34: 94-105.

Evaluación por proyectos en la asignatura de Control y Simulación de Procesos en Ingeniería Ambiental

I. Moreno, D. Martínez del Monte

Departamento de Tecnología Química, Energética y Mecánica. Universidad Rey Juan Carlos

Debido a las restricciones impuestas por la pandemia provocada por la COVID-19, durante el curso 2019-20, la docencia en los grados y másteres de la URJC se impartió siguiendo una modalidad on-line. Esto supuso, no sólo la adaptación de las diferentes metodologías docentes por parte del profesorado, sino también del sistema de evaluación de las diferentes asignaturas debido a la imposibilidad de realizar pruebas o actividades presenciales.

En este contexto, el presente trabajo analiza la experiencia obtenida sobre la aplicación de la evaluación mediante la realización de Proyectos en la asignatura de Control y Simulación de Procesos (CSP) correspondiente al Grado en Ingeniería Ambiental de la Universidad Rey Juan Carlos (URJC) durante el curso 2019-2020 en un grupo de 57 estudiantes. Dicha asignatura se divide en dos bloques muy diferenciados en cuanto a contenidos: el primero de ellos aborda el estudio de la Dinámica de Procesos y Automática y, el segundo, se centra en las Estrategias de Control de los equipos más utilizados en Ingeniería Ambiental. Durante cursos anteriores, la evaluación de este último bloque consistía, fundamentalmente, en la realización de una prueba escrita en la cual se proporcionaba al estudiante un diagrama de flujo y un enunciado explicativo y se le pedía que implementara, en este último, las estrategias de control requeridas para el control de las variables de proceso indicadas en el enunciado. Además, el/la alumno/a debía evaluar las diferentes alternativas existentes y justificar razonadamente la selección realizada. La tasa de superación de esta prueba ha estado comprendida entre un 65-70 % en los cursos 2016/17, 2017/18 y 2018/19. Sin embargo, debido a la imposibilidad de realizar pruebas presenciales, durante el curso 2019-20, se planteó evaluar el bloque de Estrategias de Control mediante la realización de un proyecto individual.

En esta actividad, el alumno debía proponer o buscar en la bibliografía un proceso del ámbito de la Ingeniería Ambiental, describirlo y realizar el diagrama de flujo correspondiente. Posteriormente, debía proponer la implementación de las estrategias de control de las variables de proceso más importantes y explicar razonadamente tanto su elección como el funcionamiento de las mismas. Por último, el estudiante debía realizar una encuesta de satisfacción anónima acerca del proceso de evaluación implementado.

Para guiarles y dirigirles en la realización de este, se les proporcionaron dos proyectos resueltos similares a los que deberían realizar como forma de evaluación, así como la rúbrica de evaluación que se iba a emplear para la calificación de los mismos. Por otro lado, se les indicó que tenían a su disposición tutorías académicas para la resolución de las dudas que les fueran surgiendo durante el desarrollo del proyecto.

La tasa de superación de esta actividad fue muy satisfactoria, alcanzando un valor ligeramente superior a la obtenida para las pruebas realizadas en cursos anteriores (>77 %). La valoración de los estudiantes obtenida a través de las encuestas realizadas fue muy positiva, mostrando una opinión favorable acerca de este método de evaluación. Los alumnos indicaron que, aunque

consideraban que la carga de trabajo era superior en esta actividad a la requerida en el caso de hacer una prueba de evaluación escrita de forma tradicional, el grado de conocimiento adquirido, así como el desarrollo de las competencias de la asignatura fue superior.

**ADAPTACIÓN DE ASIGNATURAS EXPERIMENTALES A LA SEMI-
PRESENCIALIDAD O AL ESPACIO/TIEMPO REQUERIDO EN LA SITUACIÓN DE
ALARMA Y RESTRICCIÓN DEL CURSO 2020/21.**

Metodología semipresencial adaptada a la asignatura de Ingeniería y Gestión Ambiental

M. T. Expósito-Espinosa, P. Leo-Llorente, A. García-Gil, S. Mesones-Bernal

Departamento de Tecnología Química y Ambiental. Universidad Rey Juan Carlos

En este trabajo se combina la enseñanza tradicional con las tecnologías informáticas, en las que éstas últimas adquieren un peso importante en la impartición de asignaturas con una metodología semipresencial. En la asignatura tratada, Ingeniería y Gestión Ambiental, para la impartición de los contenidos teóricos, en modo online, se han utilizado los siguientes programas: Blackboard, Teams para las presentaciones orales, y Power Point para la realización de los videos de corta duración o “píldoras”, así como la plataforma Aula Virtual. Todas estas herramientas fueron proporcionadas por la Universidad Rey Juan Carlos.

Para facilitar, la explicación de los contenidos teóricos, los estudiantes disponían en el Aula Virtual de una presentación con los aspectos más importantes de los temas a tratar.

La parte práctica de la asignatura está dividida en 3 actividades principalmente: resolución de problemas relacionados con los contenidos teóricos, resolución de un caso práctico, y prácticas de laboratorio. Para adaptación de estas actividades se propusieron dos metodologías híbridas.

- En el caso de los problemas asociados a los contenidos teóricos, su resolución se llevó a cabo en horas presenciales utilizando una pizarra encerada (metodología tradicional), así como por documentos escritos o videos cortos que contenían la resolución de los problemas para aquellos estudiantes ausentes por su situación COVID. Estos documentos se compartieron con los en el Aula Virtual y en Teams.
- La resolución del caso práctico, actividad colectiva que implica que los estudiantes formaran grupos de trabajo, se llevó a cabo íntegramente a través de la plataforma Teams. Se creó un canal privado para cada grupo de trabajo, para salvaguardar o impedir la transferencia de la información que gestionaba cada grupo. Estos canales privados no sólo permitían una comunicación alumnos-equipo docente más fluida, sino que también la facilitó entre los mismos miembros del grupo. Para la evaluación de la memoria entregada se generó un Taller, en la que los alumnos subían su trabajo, y el profesor asignaba a un grupo de alumnos de grupos diferentes para que fuese evaluado, empleando para ello una rúbrica de evaluación.
- La impartición de las prácticas también tuvo que adaptarse. Así, las prácticas experimentales se impartieron de forma presencial en los laboratorios. Para garantizar la distancia de seguridad los estudiantes se dividieron en grupos pequeños, y cada grupo se instaló en una mesa salvaguardando las distancias entre ellos. Sólo 1 alumno de cada grupo podía manejar o bien reactivos o bien los equipos de medida. Por otro lado, las prácticas en las que se empleaban programas de simulación se impartieron en su totalidad en modo online, mediante la ayuda de videos que explicaban los contenidos teóricos y el manejo del programa en sí, así como de tutorías a través de Teams con los profesores de prácticas para la resolución de dudas, distribuidas a lo largo del calendario de prácticas.

Adaptaciones de las asignaturas “Experimentación en Ingeniería de la Energía I y II” ante la pandemia del COVID-19

M. Linares, P. J. Megía, L. M. López, D. Martínez, L. Díaz, B. García, D. Sanz, A. Sañudo, J. M. Jimenez

Grupo de Ingeniería Química y Ambiental, Universidad Rey Juan Carlos

Los cierres temporales y las limitaciones de aforo ocasionadas por la pandemia de COVID-19, han afectado en la educación universitaria, existiendo un denominador común: la gran parte de las universidades adaptaron sus enseñanzas, en mayor o menor grado, hacia la transmisión de contenidos en remoto, apoyándose en la tecnología y las comunicaciones de las que disponía su universidad. No obstante, no se debe olvidar que gran parte de estas adaptaciones hacia metodologías educativas a distancia se basan en una modalidad de “docencia online de emergencia”, reproduciendo las mismas formas tradicionales de enseñanza presencial. En un primer momento, en el curso 2019/20, no hubo tiempo para estudiar la metodología ni para capacitar a la mayoría de los docentes para que pudiesen adecuar sus estrategias didácticas a esta nueva modalidad de aprendizaje, pero en el siguiente curso 2020/21 se pudo usar lo “aprendido” por los docentes para que las adaptaciones fueran más satisfactorias.

Partiendo de estas premisas, en este trabajo se describe la metodología empleada para adaptar las asignaturas “Experimentación en Ingeniería de la Energía I y II” a una modalidad no presencial, y a una modalidad presencial con limitaciones. Ambas asignaturas, de carácter eminentemente práctico, se imparten en el tercer curso del grado en Ingeniería de la Energía, pero en cuatrimestres diferentes. Por ello, las condiciones en las que hubo que realizar las adaptaciones no fue el mismo, ya que en el curso 2019/20, la pandemia obligo a adaptar la asignatura del segundo cuatrimestre a un escenario online. En cambio, en el curso siguiente (2020/21) la docencia fue presencial, pero con ciertas limitaciones, y fue necesario preparar un plan de contingencia que recogiese las posibles situaciones que podían ocurrir durante el transcurso de la asignatura. Las medidas tomadas en ambas situaciones siempre han buscado que la metodología y sistema de evaluación implantados permitan que los alumnos adquieran las competencias y alcancen los resultados de aprendizaje de manera adecuada. Las adaptaciones tuvieron que realizarse modificando inicialmente la planificación habitual de la asignatura, seguida de una coordinación entre todos los docentes implicados, con el objetivo de preparar material adicional que supliese las carencias derivadas de la falta o limitación de presencialidad a los laboratorios científicos. Los materiales y medios disponibles para el desarrollo de ese material fueron muy diferente en estas asignaturas, dando lugar a materiales audiovisuales mucho más elaborados en la asignatura impartida en el curso académico 2020/21.

Por último, con el fin de evaluar la percepción de los estudiantes respecto a las modificaciones realizadas, en este trabajo se analizan también los resultados de unas encuestas realizadas a los alumnos, que revelaron que la visión general de los estudiantes fue satisfactoria, pudiendo comunicarse de forma eficaz con los docentes y valorando el esfuerzo realizado por los mismos, aunque es muy destacable como la totalidad de los alumnos encuestados considera que esta asignatura debe impartirse de forma presencial.

Integración de una parte experimental y un simulador basado en MATLAB para la estimación de parámetros cinéticos

M. Paniagua, R. Molina, J. A. Melero

Grupo de Ingeniería Química y Ambiental, Universidad Rey Juan Carlos

Debido a la pandemia de COVID-19 vivida en la actualidad, ha sido necesario la adaptación de las metodologías para llevar a cabo una docencia semipresencial. Para ello, en la asignatura de Fundamentos de las Operaciones de Depuración del grado de Ingeniería Ambiental se adaptó la parte práctica para evitar la necesidad de que tuviera que ser impartida íntegramente de forma presencial. Se desarrolló una práctica que combina una parte experimental, donde el alumno realiza la toma de datos experimentales de la evolución de una reacción tipo Fenton, y una segunda parte de simulación y estimación de parámetros cinéticos mediante una herramienta informática basada en MATLAB. El objetivo buscado con esta metodología es que el estudiante consiga una mejor asimilación y adquisición de conocimientos cinéticos previamente a la impartición de las clases teóricas. En ambas partes el alumno debe calcular los parámetros cinéticos de la reacción en estudio: ecuación cinética, energía de activación y factor pre-exponencial. En el primer caso, el alumno deberá realizar los cálculos de forma manual, aplicando el método integral a los datos cinéticos obtenidos experimentalmente. Este método resulta adecuado para reacciones sencillas como la que tiene lugar en un proceso Fenton. Sin embargo, en muchos casos un proceso químico puede estar compuesto por varias reacciones que transcurren de forma simultánea o consecutivas y que requieren resolver un conjunto complejo de ecuaciones cinéticas. Por lo tanto, resulta muy interesante que los alumnos adquieran los conocimientos necesarios para resolver estos sistemas mediante el uso de un software. En esta práctica se va a usar una herramienta informática desarrollada en entorno MATLAB por profesores del Grupo de Ingeniería Química y Ambiental de la Universidad Rey Juan Carlos específica para reactores discontinuos de mezcla perfecta. En la **figura 1** se puede ver la pantalla principal de la herramienta, así como las distintas secciones de las que consta: 1. Modelo cinético; 2. Datos experimentales; 3. Cálculos y visualización de los gráficos; 4. Estimación de parámetros.

Analizando la opinión de los alumnos obtenida a través de un cuestionario tras la realización de la práctica, se puede extraer como principal conclusión que la metodología empleada es valorada de forma positiva por los alumnos. Consideran que la práctica es un buen complemento de la teoría y que les resulta útil el uso combinado de la parte experimental y el uso del simulador para adquirir mejor los conocimientos de cinética química. Esto además se comprobó con una serie de cuestiones teóricas que contestaron de forma correcta la mayor parte de los alumnos encuestados.

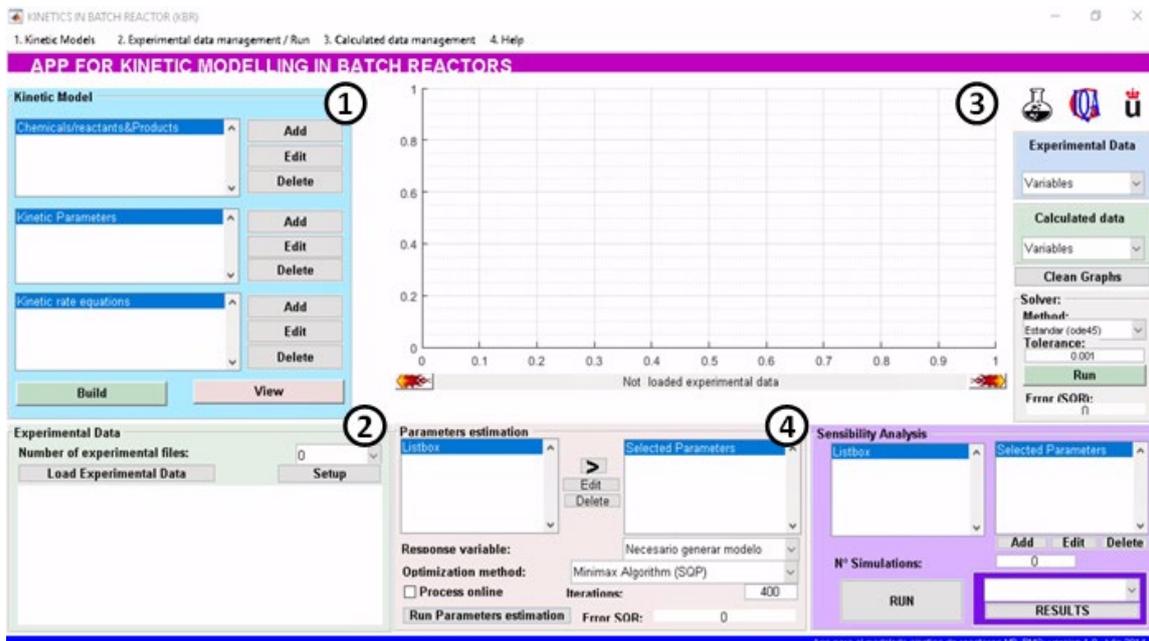


Figura 1. Pantalla principal de la herramienta informática para la simulación y estimación de parámetros cinéticos

Herramientas *open source* de simulación de procesos para el apoyo en la docencia semipresencial

E. Rosales, J. Mejjide, M. Pazos, M. A. Sanromán

Grupo de Innovación Docente Biotecnología, Tecnología Química y Medioambiental, Escuela de Ingeniería Industrial, Universidad de Vigo

La pandemia de Covid-19 ha supuesto un gran salto hacia el futuro en la educación a todos los niveles incluyendo el universitario. Nos ha llevado a una realidad diferente, una en la que las demandas y limitaciones docentes de este periodo han resultado en una combinación de actividades presenciales y online. Esto ha originado la búsqueda de alternativas de aprendizaje y el desarrollo de metodologías adecuadas para una situación de emergencia y que una vez han sido aplicadas han llegado para quedarse en los años posteriores. En asignaturas con una significativa carga práctica (laboratorio o simulación), la asistencia del alumnado en modalidad semipresencial presenta uno de los mayores desafíos debido a que hay que lidiar con la falta de acceso a las infraestructuras de la universidad para el desarrollo de las distintas actividades.

La simulación de procesos químicos es una actividad que se ha venido realizando dentro de diversas asignaturas de Ingeniería Química para profundizar en los conocimientos y como herramienta de aplicación de los contenidos a una realidad a mayor escala de un modo teórico. Sin embargo, estas actividades dependen del acceso por parte del alumnado a programas informáticos bajo licencia (ASPEN PLUS, ASPEN HYSYS, CHEMCAD...), cuya distribución depende de los acuerdos establecidos entre el proveedor y la universidad, y que, habitualmente restringen su utilización dentro de las aulas de informática de las universidades. Esto ha supuesto y supone un importante hándicap cuando realizan tareas en modo semipresencial, puesto que sólo permite que parte del alumnado tenga acceso a las herramientas necesarias.

La existencia de alternativas de simuladores de proceso químicos de software libre y open source (p.ej. DWSIM) se presentan como una interesante alternativa para la realización de dichos trabajos. Esta herramienta permite la instalación en los equipos informáticos del alumnado sin restricciones en su utilización en función del lugar en el que se encuentren y con una significativa capacidad de cálculo que permite desarrollar las simulaciones planteadas.

Los resultados obtenidos han sido muy satisfactorios con la realización de las actividades programadas con independencia de la semipresencialidad y alcanzando los objetivos y competencias deseadas por parte del alumnado.

Virtualización de Laboratorios de Mecánica e Ingeniería de Fluidos

A. Cruz del Álamo, R. Molina

Departamento de Tecnología Química y Ambiental. Grupo de Innovación Docente GID-SIMIP. Universidad Rey Juan Carlos

Uno de los principales retos de la docencia semipresencial es la adaptación de materias eminentemente prácticas e instrumentales al formato online. Esto ha sido especialmente relevante en las asignaturas con prácticas de laboratorio durante el curso 2020/21, debido a las restricciones de aforo impuestas por la emergencia sanitaria del COVID-19. Para reducir la estancia de los alumnos en las instalaciones experimentales, se han diseñado los laboratorios virtuales utilizados en asignaturas de ingeniería y mecánica de fluidos. Los laboratorios virtuales proporcionan a los alumnos una herramienta (guion de la práctica) adaptada al contexto de los medios de comunicación actuales, en formato web multi-plataforma (PC, móvil, Tablet), donde se incluyen no solo los fundamentos teóricos y las medidas a realizar durante la práctica, si no también imágenes y animaciones para soportar esa teoría y videos explicativos del manejo de la práctica realizados por algunos de los profesores encargados de impartir las mismas. La novedad radica en la posibilidad de incluir mucho más material audiovisual atractivo para el estudiante, en forma de videos, animaciones, fotografías de instalaciones o ejemplos reales, o enlaces de interés (Figura 1).



Figura 1. Ejemplo de contenidos en las páginas de las prácticas pérdida de carga (a) y canal abierto (b).

Dentro de esta web, los alumnos tienen posibilidad de descargar o acceder por medio de la plataforma MyApps a un simulador inmersivo para practicar el manejo de la instalación experimental, que reproduce el manejo de la práctica lo más fielmente posible, incluido errores de calibración de equipos de medida durante la práctica, saturación de elementos indicadores, etc. Este simulador está acompañado por un video tutorial de corta duración donde se muestra el manejo del simulador y cómo se operaría para reproducir el manejo y la toma de medidas en la práctica experimental. Se intenta que en la interfaz gráfica se reconozcan claramente todas las partes de la instalación, así como el manejo de la misma (orden de las operaciones de arranque y apagado, uso de elementos de medida, etc.), tal y como se muestra en la Figura 2.

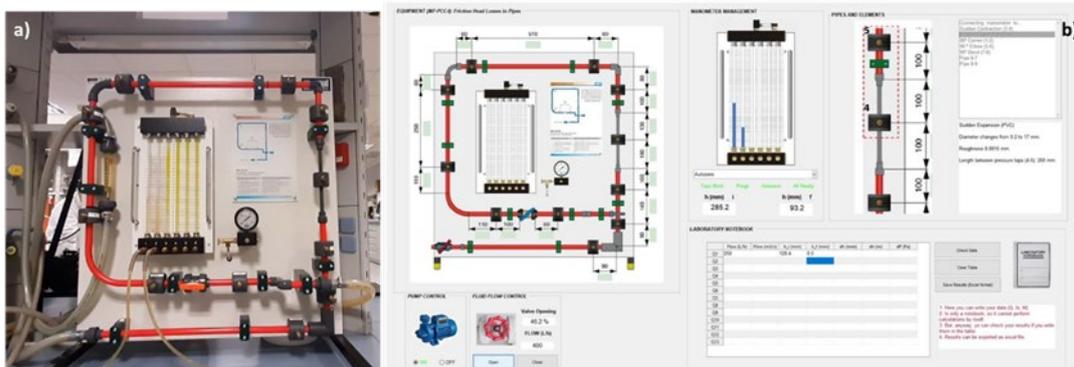


Figura 2. Comparativa entre la instalación experimental de Pérdida de Carga (a) y el simulador inmersivo preparado para esa práctica (b)

Hasta el momento se han virtualizado 3 prácticas del ámbito de la Ingeniería y Mecánica de Fluidos: pérdida de carga en tubería, túnel de viento y canal abierto, que son accesibles desde la página web del Grupo de innovación docente GID-SIMIP de la Universidad Rey Juan Carlos (<https://www.gid-simip.com/laboratorios-virtuales/>), y se han utilizado como:

- Entrenador de alumnos y profesores antes de una práctica.
- Repetir medidas que se desvíen de la tendencia y no se detectaran durante la realización de la práctica en el laboratorio.
- Proporcionar una alternativa para la realización de seminarios o actividades complementarias a los laboratorios experimentales.
- Compensar las limitaciones de aforo repartiendo los grupos de alumnos entre prácticas experimentales y virtuales.

Adaptación metodológica de la asignatura Experimentación en Ingeniería Química I con motivo de las restricciones marcadas por la COVID-19

¹M.M. Alonso, ²A. Cruz del Álamo, ³C. López-Aguado, ²J. Plaza, ²V. Morales

¹Instituto IMDEA Energía, Unidad de Procesos Termoquímicos. ²Departamento de Tecnología Química y Ambiental, ³Departamento de Tecnología Química, Energética y Mecánica. Universidad Rey Juan Carlos

La pandemia de la COVID-19 ha tenido un fuerte impacto en la Educación Universitaria debido a las restricciones de aforo y modalidad semipresencial impuestas por la situación sanitaria. Este hecho ha provocado que durante los cursos 2019-2020 y 2020-2021, los docentes hayan tenido que adecuar la metodología docente y los métodos de evaluación aplicados. Esta adaptación ha sido especialmente compleja en las asignaturas con alta carga práctica de laboratorio, en las que la presencialidad es indispensable. Este ha sido el caso de la asignatura evaluada en este estudio, Experimentación en Ingeniería Química I, materia del 2º cuatrimestre de segundo curso del grado de Ingeniería Química impartido en la Universidad Rey Juan Carlos (URJC).

En el periodo previo al origen de la pandemia, la metodología docente de dicha asignatura se basaba en las siguientes actividades presenciales: seminarios teóricos, prueba de evaluación inicial, realización de 9 prácticas de laboratorio en grupos, realización de informes grupales para cada práctica y prueba de evaluación final. Sin embargo, debido a las restricciones y la situación de semi-presencialidad marcadas por la COVID-19 en los cursos 2019-20 y 2020-21, ésta sufrió una serie de adaptaciones necesarias para cumplir con la normativa sanitaria establecida en cada periodo.

En ambos cursos, se mantuvo la presencialidad en el laboratorio, gracias a que la situación sanitaria era favorable. Sin embargo, otras actividades, donde no se cumplían las restricciones de aforo por normativa, se adaptaron a una versión en remoto. En el curso 2019-2020, las pruebas de evaluación final se realizaron a través del Aula Virtual; mientras que, en el 2020-2021, fueron la prueba de evaluación inicial y la resolución de dudas mediante la herramienta de foros. Además, en la guía docente del curso se tuvo en cuenta un plan de contingencia para las ausencias en el laboratorio derivadas de la COVID-19. Éste consistió en la preparación de videos por parte del profesorado para visualizar la instalación experimental desde casa y la aportación de datos reales para la realización del informe.

Los resultados obtenidos, tal y como se ve en la **Figura 1**, muestran diferencias en los resultados académicos en función de la metodología empleada en cada curso. En el curso 2019-2020 las calificaciones fueron superiores al curso

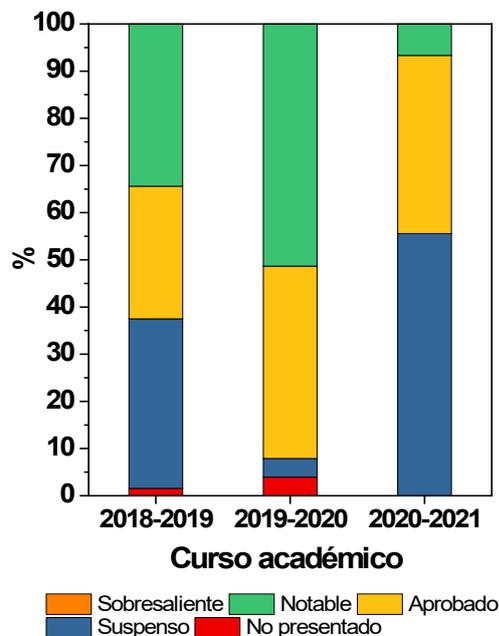


Figura 1. Distribución de calificaciones por curso académico

previo, debido a que la prueba de evaluación final se realizó online. Por el contrario, en el curso 2020-2021, el número de suspensos aumentó en la prueba final probablemente debido a la disminución de interacción alumno-profesor al sustituir el canal de comunicación para la resolución de dudas. Además, esta adaptación generó disconformidad, debido a la difícil comprensión de las explicaciones del profesorado a través de mensajes. Por el contrario, aquellos estudiantes confinados por motivos de salud pudieron seguir el desarrollo de la práctica a través de los videos explicativos, como el resto de los compañeros del grupo.

Virtualización de prácticas de laboratorio mediante VB-Excel

B. Coto, I. Suárez, M.J. Tenorio, M.A. González, A. Arencibia, A. Morales

Departamento de Tecnología Química, Energética y Mecánica / Área Química Física. Universidad Rey Juan Carlos

Introducción

Durante el curso 2019-20, el confinamiento obligó a la impartición de la docencia universitaria en modo no presencial o en remoto. Uno de las actividades docentes más difíciles de realizar en remoto para las disciplinas científicas y tecnológicas son las prácticas de laboratorio.

Existen muchos paquetes informáticos comerciales que ofrecen prácticas virtuales para distintas disciplinas. Sin embargo, es difícil que dichos paquetes incluyan prácticas específicas que encajen en contenidos y competencias con las requeridas para una asignatura concreta. Por otra parte, la realización de una práctica de laboratorio no es equivalente a aplicar un modelo y requiere cierto diseño, montaje y la ejecución de ciertas actividades parciales (preparar disoluciones, fijar la temperatura y/o la presión...) que en conjunto conducen a la determinación de magnitudes concretas. Dichos pasos previos son los que conducen a las competencias involucradas en dicha actividad docente.

En la asignatura de Química Física (2º curso del grado de Ingeniería Química) se han estado realizando prácticas de laboratorio a lo largo de los últimos años muy orientadas al contenido de la asignatura (termodinámica, cinética, etc.) muy difíciles de cubrir mediante programas existentes. Por ello, se ha planteado un esquema diferente en que se ha intentado emular la realización de las prácticas ya en curso mediante programas propios realizados en Excel con herramientas de Visual Basic.

Objetivos

El objetivo fundamental que se planteó fue el diseño de programas de cálculo fiables que reprodujesen la experimentación realizada en el laboratorio de Química Física.

Metodología

- Se desarrolla un programa de cálculo basado en los siguientes puntos:
- Se pretende un programa que emule la obtención de datos experimentales, no un modelo que “realice la práctica”.
- Mediante VB se emularán diversas operaciones de laboratorio (preparar disoluciones, generar presión, aumentar temperatura...).
- Se incluirán elementos que doten de realismo a las prácticas, incluyendo tiempos de espera, cambios de color, errores en los valores medidos...
- Como último punto se obtendrá información experimental equivalente a la obtenida en la práctica real.
- Dichos datos requieren un tratamiento de datos y métodos de cálculos idénticos a los realizados en las prácticas convencionales.

A modo de ejemplo se mostrará la práctica de Propiedades Volumétricas de los Gases.

Resultados

Se realiza un análisis de los resultados obtenidos atendiendo a los siguientes criterios:

- Problemas encontrados en la utilización de dicha metodología.
- Comparación de los resultados técnicos con los obtenidos en las practicas convencionales.
- Comparación de calificaciones obtenidas con ambos métodos (pese a ser grupos diferentes).

Conclusiones

El método propuesto permite la realización de prácticas virtuales a la carta de uso específico en las asignaturas cuyas prácticas se basan en la toma y análisis de datos.

Trabajos Fin de Grado desarrollados en base a trabajo experimental en tiempos de limitaciones de acceso a los laboratorios

M. Pazos, A. M. Díez, M. A. Sanromán, E. Rosales

Grupo de Innovación Docente Biotecnología, Tecnología Química y Medioambiental, Escuela de Ingeniería Industrial, Universidad de Vigo

El Trabajo Fin de Grado (TFG) concebido como actividad formativa, pretende que el alumno realice, de manera activa, un trabajo aplicado y en su conjunto, muchas veces multidisciplinar, en el que se ponen en práctica las competencias que se le exigirán en el ejercicio de la profesión. Además, representa el primer contacto formal del alumno con la realidad profesional en la que se va a integrar al finalizar sus estudios. En concreto, en la normativa de la Escuela de Ingeniería Industrial de la Universidad de Vigo se especifica que el TFG debe ser un trabajo desarrollado en el campo de las tecnologías específicas de la Ingeniería Industrial, en particular en aquellas que definen el perfil del título de grado, en las que sintetizar e integrar las competencias adquiridas en las enseñanzas.

Hasta la pandemia de la COVID-19, la mayor parte de los TFGs, llevados a cabo por los alumnos del Grado en Ingeniería en Química Industrial, se realizaban bajo la modalidad de trabajos experimentales. Esta modalidad permitía que los alumnos estuvieran in situ en contacto directo con los nuevos procesos/tecnologías que se estaban llevando a cabo en los grupos de investigación de sus tutores, y, además, permitía al alumno formar parte de un proceso de I+D, siendo los alumnos agentes activos en su desarrollo. Así, los alumnos realizaban como TFG el diseño de plantas de producción en base a sus resultados experimentales. La pandemia impidió este contacto directo y los trabajos experimentales se tuvieron que adaptar. Así, en el curso 2020-2021, teniendo en cuenta las limitaciones de aforo en los laboratorios de investigación en la universidad, se optó por reorientar el desarrollo de los TFGs y en lugar de usar los resultados experimentales obtenidos de su trabajo directo en el laboratorio, se optó por partir de los resultados obtenidos a través de una profunda revisión bibliográfica. Los estudiantes, una vez elegida la temática, realizaron una búsqueda sistemática de información disponible para llevar a cabo el *scale up* del proceso. Una vez recolectada y analizada la información necesaria del proceso productivo, utilizaron programas de simulación como el programa SuperPro Designer, con el cual se realizaron los diseños y las simulaciones pertinentes que permitieron la elaboración de la memoria, incluyendo los planos de la planta de producción, la selección de equipos, así como el desarrollo del estudio de viabilidad económica.

Este nuevo enfoque ha permitido a los alumnos obtener una visión del desarrollo de procesos de una manera teórica y comprobar como la I+D es la base fundamental de todo proceso productivo. Además, las herramientas informáticas existentes (programas de simulación, estadísticos de diseño de experimentos y tratamiento de datos, etc.), así como la información obtenida a través de fuentes bibliográficas contrastadas e internet, permiten un acercamiento al futuro ambiente profesional en el que se desarrollarán nuestros estudiantes.

Oportunidades en tiempos de pandemia: integración de recursos audiovisuales como apoyo a la docencia en la asignatura de Expresión Gráfica

I. De Las Heras, J. J. Espada, M. A. Orfila, A. Peral.

Departamento de Tecnología Química, Energética y Mecánica. Universidad Rey Juan Carlos

La situación excepcional sobrevenida como consecuencia de la crisis provocada por el virus SARS-COV-2 en España en marzo de 2020 y la necesidad de no cesar la actividad docente y seguir garantizando la formación de nuestros estudiantes en la URJC, hizo que en el segundo cuatrimestre del curso 2019-20 se tuviera que replantear la metodología docente en la asignatura de Expresión Gráfica (EG), que se imparte en el grado de Ingeniería de la Energía (IE) y en los dobles grados de IE e Ingeniería Química, Ambiental, de Materiales y de Organización Industrial. Esta situación se extendió también a todo el curso 2020-21, donde el modelo de docencia híbrida semipresencial limitaba, igualmente, las actividades docentes. El principal problema en la asignatura de EG es que contiene un elevado porcentaje de actividades prácticas donde se instruye a los alumnos en el manejo de un software de diseño asistido por ordenador (AutoCAD).

Esta actividad se realiza normalmente en aula de ordenadores, de manera presencial, existiendo una constante interrelación alumno-profesor, principalmente para la resolución de dudas. Este aspecto era el más preocupante, ya que ni mediante sesiones online asíncronas, ni síncronas, se logra el mismo nivel de comunicación con los alumnos, especialmente cuando la resolución de dudas concretas y específicas sobre el uso del software es fundamental. Por ello, aun teniendo claro que la docencia presencial es insustituible, se debían buscar alternativas para paliar estas limitaciones. Las urgencias en el segundo cuatrimestre del curso 2019-20, hicieron que en EG se optara por una metodología online asíncrona para continuar con las actividades formativas relacionadas con AutoCAD. Los alumnos, antes del estallido de las limitaciones por la pandemia, habían recibido una base formativa sólida en el manejo del software y tenían un grado de autonomía y destreza suficiente. Sin embargo, era necesario realizar un seguimiento adecuado de las actividades, por lo que se realizaron Guías de Actividades semanales, donde se planteaban los objetivos y actividades de cada sesión, se crearon recursos audiovisuales tipo píldoras formativas, donde se explicaban los nuevos conceptos y funcionalidades del software, así como vídeos donde se resolvían piezas concretas, a modo de ejemplo, para que los alumnos pudieran practicar o resolver sus posibles dudas. A pesar de las limitaciones, los alumnos manifestaron en las reuniones y encuestas de evaluación docente finales, su satisfacción con la metodología seguida en la asignatura.

En el curso 2020-21, se optó por una metodología en remoto síncrona para el desarrollo de este mismo tipo de actividades. Se esperaba que la interacción directa con los alumnos, aunque fuera online, sería mejor y se podrían resolver las dudas de los alumnos en el momento en el que surgieran. Sin embargo, se comprobó que dicha interacción no era fluida y que pocos alumnos preguntaban o exponían directamente sus problemas, debido, posiblemente, al miedo escénico o a limitaciones técnicas. Por ello, aprovechando la experiencia del curso anterior, se decidió apoyar las sesiones síncronas online, con Guías semanales de Actividades, video-píldoras

formativas y videos de ejercicios resueltos. El 100% de los alumnos visionó los vídeos tras la realización de los casos prácticos y el 80 % los valoró muy positivamente.

Como consecuencia, se ha ido configurando un catálogo de recursos audiovisuales específico de la asignatura a disposición de alumnos y profesores, que puede seguir empleándose como apoyo no sólo en una situación de docencia híbrida dual, sino en un escenario totalmente presencial. Es más, estos recursos audiovisuales pueden ser útiles, igualmente, en otras asignaturas de EG presentes en diferentes grados en ingeniería de la URJC, abriéndose la posibilidad de colaboración docente en el área orientada a la creación de un banco de recursos audiovisuales de apoyo, que cada profesor podría incorporar en la planificación y desarrollo de su asignatura, en función de sus necesidades.

LISTA DE AUTORES

Aguayo I.	González M. A.	Morales V.
Alonso M. M.	González-Mendes S.	Moreira J.
Alonso M.V.	González-Sánchez, R.	Moreno I.
Alonso N.	Heras F.	Moreno-San Segundo J.
Alonso-Muñoz S.	Hernández E.	Muñoz M.
Álvarez-Montero A.	Hospital D.	Navarro P.
Arenas P.	Jiménez J. M.	Oliet M.
Arencibia A.	Justicia J.	Orfila M.
Bautista L. F.	Lemus J.	Palomar J.
Casado C.	Leo-Llorente P.	Paniagua M.
Casas J. A.	Linares M.	Pazos M.
Coto B.	López L. M.	Peral A.
Cruz del Álamo A.	López-Aguado C.	Pizarro P.
De Las Heras I.	Martín-Sómer M.	Plaza J.
De Pedro Z. M.	Martínez F.	Polo A.
Díaz E.	Martínez del Monte D.	Rigual V.
Díaz L.	Marugán J.	Rosales E.
Díez A. M.	Martínez G.	SanRomán M. A.
Domínguez J. C.	Mateo S.	Santiago R.
Escola J. M.	Medina-Salgado S.	Sañudo A.
Escudero S.	Megía P. J.	Sanz D.
Espada J. J.	Meijide J.	Suárez I.
Expósito-Espinoso T.	Melero J. A.	Suarez Reyes J. D.
Ferro V. R.	Mesones-Bernal S.	Tenorio M. J.
García B.	Miranda R.	Tobajas M.
García J.	Mohedano A. F.	Torrejón-Ramon M.
García-Gil A.	Molina R.	Vicente G.
Gómez-Pozuelo G.	Morales A.	

JORNADA ONLINE, 5 DE NOVIEMBRE DE 2021
ORGANIZA: GRUPO DE INNOVACIÓN DOCENTE PARA EL DESARROLLO Y APLICACIÓN DE
HERRAMIENTAS DE SIMULACIÓN EN INGENIERÍAS DE PROCESOS
Universidad Rey Juan Carlos

