



Memoria final

Proyectos de Innovación Docente 2022-2023

1. Identificación del proyecto

Título:	Implementación de docencia inversa para el desarrollo de competencias específicas y transversales
Programa:	PIIDUZ (Programa de Incentivación de la Innovación Docente en la Universidad de Zaragoza)
Línea:	PIIDUZ_3 De referencia
Centro:	Escuela de Ingeniería y Arquitectura

2. Coordinadores del proyecto

Coordinador	María Begoña Peña Pellicer
Correo electrónico	bpp@unizar.es
Departamento	Departamento de Ingeniería Mecánica
Centro	Instituto Universitario de Investigación Mixto CIRCE - Centro de Invest. de Recursos y Consumos Ener., Escuela de Ingeniería y Arquitectura

3. Resumen del proyecto

El proyecto tiene como objetivo mejorar la adquisición de competencias mediante la implementación del modelo de docencia inversa. El equipo del proyecto, que involucra a cuatro áreas de conocimiento, ha adquirido experiencia durante los cinco cursos previos y se propone continuar en esta línea de trabajo. Las principales novedades son la implementación de dicho modelo en las clases de

Tipo 2, en las que el grupo de docencia es mucho más reducido, y contribuir al desarrollo de la competencia transversal de aprendizaje autónomo. Las actividades del proyecto se apoyarán en la experiencia adquirida y en los recursos desarrollados en proyectos previos sobre Analíticas del Aprendizaje, materiales audiovisuales y rúbricas formativas y automatizadas. Las metodologías utilizadas son extrapolables a otras áreas de conocimiento.

4. Participantes en el proyecto

Nombre y apellidos	Correo electrónico	Departamento	Centro
Enrique Teruel Doñate	eteruel@unizar.es	Departamento de Informática e Ingeniería de Sistemas	Instituto Universitario de Investigación en Ingeniería de Aragón (I3A), Escuela de Ingeniería y Arquitectura
Eva María Llera Sastresa	ellera@unizar.es	Departamento de Ingeniería Mecánica	Instituto Universitario de Investigación Mixto CIRCE - Centro de Invest. de Recursos y Consumos Ener., Escuela de Ingeniería y Arquitectura
Ignacio Zabalza Bribian	izabal@unizar.es	Departamento de Ingeniería Mecánica	Instituto Universitario de Investigación Mixto CIRCE - Centro de Invest. de Recursos y Consumos Ener., Escuela de Ingeniería y Arquitectura
Iván Bailera Martín	bailera@unizar.es	Departamento de Matemática Aplicada	Facultad de Educación, Escuela de Ingeniería y Arquitectura, Instituto Universitario de Investigación de Matemáticas y Aplicaciones (IUMA)
Jorge Perpiñán Hinarejos	782912@unizar.es	Departamento de Ingeniería Mecánica	Escuela de Doctorado, Escuela de Ingeniería y Arquitectura
José Vicente Pinar Bielsa	jvpinar@unizar.es	Departamento de Dirección de Marketing e Investigación de Mercados	Escuela de Doctorado, Instituto Universitario de Investigación Mixto CIRCE - Centro de Invest. de Recursos y Consumos Ener., Facultad de Economía y Empresa
Manuel Bailera Martín	mbailera@unizar.es	Departamento de Ingeniería Mecánica	Escuela de Ingeniería y Arquitectura
María Belén Zalba Nonay	bzalba@unizar.es	Departamento de Ingeniería Mecánica	Instituto Universitario de Investigación en Ingeniería de Aragón (I3A), Escuela de Ingeniería y Arquitectura
María Pilar Lisboa Martín	pilarlm@unizar.es	Departamento de Ingeniería Mecánica	Escuela de Doctorado, Escuela de Ingeniería y Arquitectura
Sara Pascual Sevilla	saraps@unizar.es	Departamento de Ingeniería Mecánica	Escuela de Doctorado, Escuela de Ingeniería y Arquitectura
Sergio Usón Gil	suson@unizar.es	Departamento de Ingeniería Mecánica	Instituto Universitario de Investigación Mixto CIRCE - Centro de Invest. de Recursos y Consumos Ener., Escuela de Ingeniería y Arquitectura

5. Rellene, de forma esquemática, los siguientes campos a modo de ficha-resumen del proyecto

Otras fuentes de financiación sin detallar cuantía

Ninguna

Tipo de proyecto (Experiencia, Estudio o Desarrollo)

Incluye diferentes experiencias en aula inversa principalmente, pero también incluye desarrollo de nuevos materiales docentes y el análisis de los resultados.

Concretamente se han llevado a cabo experiencias de docencia inversa en **9 asignaturas de 5 titulaciones de grado y máster** impartidas en la EINA. Durante el presente curso se ha combinado la docencia inversa con metodologías activas, para mejorar la calidad de la docencia y desarrollar la autonomía del estudiante y el trabajo en equipo (ODS 4). Para evaluar el grado de consecución de los objetivos, se han realizado encuestas a los estudiantes y se ha recogido y analizado la información de los resultados de aprendizaje.

Contexto de aplicación/Público objetivo (titulación, curso...)

El equipo de trabajo pertenece a **4 áreas de conocimiento** de la Escuela de Ingeniería y Arquitectura y de la Facultad de Economía y Empresa: Máquinas y Motores Térmicos, Ingeniería de Sistemas y Automática, Matemática Aplicada y Comercialización e Investigación de Mercados. Los datos generales de las experiencias de docencia inversa realizadas se recogen en la Tabla 1, con la siguiente notación para las asignaturas: TD - Termodinámica Técnica y Fundamentos de Transmisión de Calor, SD - Simulación de Sistemas Dinámicos, TT - Termotecnia, SA - Sistemas Automáticos, MII - Matemáticas II, MMT - Máquinas y Motores Térmicos, EST - Eficiencia Energética en Sistemas Térmicos, y EEE - Eficiencia Energética en la Edificación. En cuanto a las titulaciones, son: GITI - Grado en Ingeniería de Tecnologías Industriales, GIE - Grado en Ingeniería Eléctrica, GIEA - Grado en Ingeniería Electrónica y Automática, GIM - Grado en Ingeniería Mecánica, MUER - Máster Universitario en Energías Renovables y Eficiencia Energética.

Tabla 1. Datos generales de las experiencias llevadas a cabo en el curso 2022-2023.

Asignatura	Tipo	ECTS	Titulación	Matriculados	Horas E2	Horas
30012 - TD	Obligatoria	6	GITI S3	51	8 x 2	15 x
29612 - TD	Obligatoria	6	GIE S3	48	7 x 2	15 x
29816 - TD	Obligatoria	6	GIEA S4	35	5 x 1	15 x
29842 - SD	Optativa	6	GIEA S8	28	6 x 1	-
29726 - SA	Obligatoria	6	GIM S6	160	4 x 1	15 x
29705 - MII	Obligatoria	6	GIM S2	150	8 x 1	6 x 2
29728 - MMT	Obligatoria	6	GIM S6	116	6 x 4	15 x
66363 - EST	Obligatoria	6	MUER S1	26	5 x 1	10 x
66344 - EEE	Optativa	5	MUER S2	6	5 x 1	-

Además, este curso, para cumplir con los objetivos planteados en el proyecto

(ODS 5, ODS 7, ODS 13), han participado dos estudiantes del Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto con la realización de dos maquetas divulgativas para el área de Máquinas y Motores Térmicos. Estas maquetas, que se presentarán en actividades de divulgación de la EINA y en general de la Ingeniería, tienen como objetivo **atraer a nuevos estudiantes de primaria y secundaria**, así como aumentar el interés y la motivación de nuestros alumnos al quedar expuestas en el pasillo del área.

Curso académico en que se empezó a aplicar este proyecto

Desde el curso 2016-2017 sin interrupción

Interés y oportunidad para la institución/titulación

El aula inversa es un modelo pedagógico que se ha consolidado en los últimos años demostrando su eficacia en la enseñanza universitaria. A nivel nacional, la Universidad Politécnica de Valencia (UPV) fue pionera en España en su implantación en los grados de Administración y Dirección de Empresas y de Ingeniería Informática durante el curso 2014-2015. Actualmente, se ha implantado de forma integral, siendo más de 200 profesores los que trabajan con este modelo en sus clases en la UPV. Según sus encuestas, el 80% de los alumnos están satisfechos con la experiencia.

Este proyecto contribuye a la generación de conocimiento y experiencia para modernizar la docencia y mejorar su eficacia en la Universidad de Zaragoza. A lo largo de 7 cursos académicos, han participado **13 profesores de 5 áreas de conocimiento, 7 investigadores y 4 estudiantes** de grado y máster. El proyecto ha servido para desarrollar materiales reutilizables, la mayoría de acceso abierto a través de plataformas como Youtube o cursos OCW, y una metodología consolidada en **9 asignaturas de 5 titulaciones**. Durante el presente curso además, este modelo se ha visto reforzado por el desdoble de los grupos de problemas, que permite atender a los estudiantes de forma más ágil al reducirse su número a la mitad. La integración de metodologías activas y de las Tecnologías del Aprendizaje y el Conocimiento (TAC), que se ve facilitada por el modelo de aula inversa, puede resultar más atractiva para los jóvenes actuales, atrayendo más al estudiante. Esto, por un lado, motiva la asistencia y, por otro lado, puede contribuir al aumento de matrícula, mitigando la tendencia decreciente que se viene registrando en muchas titulaciones de la EINA.

Durante el presente curso, se han desarrollado dos **maquetas divulgativas** a través de los TFG de los estudiantes Lina Menchero y Jorge Villacampa (Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto). Con ellas que se pretende difundir en los próximos años las titulaciones y la investigación

realizada en la EINA, en jornadas de divulgación en centros de primaria y secundaria (jornadas para **atraer nuevas matrículas y vocaciones científicas**, por ejemplo, bajo el programa “Una Ingeniera en cada cole”), así como en las Jornadas organizadas por la EINA (Semana de la Ingeniería, Girls’ Day). Con ello, se pretende cumplir uno de los objetivos planteados en el proyecto (véase sección 7 – Qué se pretendía obtener cuando se solicitó el proyecto), relativo a los **ODS-5, ODS-7 y ODS-13**.

La difusión de los resultados en congresos especializados permite visibilizar la innovación docente que se lleva a cabo en la Universidad de Zaragoza. Concretamente, se realizará en el **congreso 13-CNIT** (2023).

Métodos/Técnicas/Actividades utilizadas

El modelo convencional se ha combinado con la docencia inversa utilizando diversos materiales docentes (bibliografía, videos, TIC), metodologías activas (resolución de problemas, cuestionarios, planteamiento de casos, debate) y técnicas (rúbricas, analíticas del aprendizaje). En la Tabla 2 se resumen las metodologías y recursos utilizados en cada asignatura, así como las competencias transversales trabajadas.

Tabla 2. Metodología y recursos específicos utilizados en cada asignatura.

Asig./Grado	Metodología y actividades	Recursos / Técnicas	Com
30012 – TD GITI	Aula inversa: Recursos por adelantado, cuestionarios de autoevaluación, resolución de problemas (ABP en clases E2), entrega de tareas, tutorías específicas. Dinamización con Mentimeter Utilización de rúbricas y analíticas del aprendizaje Pizarra digital	Mapa conceptual Diario de clase Cuestionarios diversos en Moodle Materiales multimedia Software EES	Aut Esp Trab
29612 - TD GIE	Aula inversa: Recursos por adelantado, debate en clase y entrega de tareas breves, resolución de problemas (ABP en clases E2). Actividad sobre el efecto Mpemba. Actividad sobre las tecnologías de generación eléctrica	Mapa conceptual Diario de clase Foro de noticias Materiales multimedia Software EES	Aut Esp Trab
29816 – TD GIEA	Aula inversa: Recursos por adelantado, resolución de problemas (ABP en clases E2) y entrega de tareas. Videos: teoría y problemas en canal privado YouTube.	Materiales multimedia Cuestionarios en Moodle Software EES	Aut Esp Trab
29842 – SD GIEA	Aula inversa: Trabajo tutelado sobre la materia previamente aprendida y trabajada a partir de notebooks de OpenModelica	Materiales multimedia Software libre	Aut Esp
29726 – SA GIM	Aula inversa: Revisión de conceptos y cuestionarios de autoevaluación sobre la materia previamente leída en documentos puestos a su disposición a través de Moodle o visionada en YouTube	Materiales multimedia Software libre Software Matlab+Simulink, licencia UZ	Aut Esp
29705 - MII	Aula inversa: Recursos por adelantado, resolución de problemas (ABP en clases E2) y entrega de tareas	Materiales multimedia	Aut Esp
29728 – MMT GIM	Aula inversa: Recursos por adelantado, cuestionarios de autoevaluación, resolución de problemas (ABP), entrega de tareas.	Materiales multimedia Cuestionarios en Moodle y Socrative Software EES y Lingo	Aut Esp Trab
66363 – EST MUER	Elaboración y posterior presentación de un trabajo en equipo. El tema es abierto, por lo que se favorece la creatividad y la autonomía. Seguimiento mediante tutorías y actas de reuniones.	Actas de reuniones Software EES	Trab Com oral Esp
66344 – EEE MUER	Aula inversa: Recursos por adelantado, resolución de cuestionarios y debate en clase.	Textos escritos Cuestionarios en Socrative	Aut Esp

Tecnologías utilizadas

En el modelo de aula inversa, las TIC y TAC juegan un papel importante para trasladar fuera del aula la actividad de transferencia de la información. Desde el curso 2019-2020, se dispone de la versión digital de algunos libros de referencia a través de plataformas on-line (e-Libro e IngeBook) de la biblioteca de la Universidad de Zaragoza. Además, se utiliza Moodle, YouTube o Google Drive, como plataformas principales para la distribución de los recursos y tareas para el trabajo autónomo. Algunos profesores siguen utilizando la pizarra digital tanto para gestionar eficazmente las tutorías (en caso de ser por videoconferencia), como para sustituir en gran medida a la pizarra física, de manera que se puede guardar el registro en pdf y distribuirlo entre los estudiantes.

En algunas asignaturas, se han seguido usando herramientas como Socrative o Mentimeter para dinamizar las clases. Sin embargo, ambos cuatrimestres han visto reducido su tiempo en dos semanas por el cambio de la convocatoria de septiembre a julio. Como consecuencia de ello, no se han podido realizar algunas de las actividades planificadas que se venían haciendo en cursos previos.

Además de esto, se utilizan programas específicos licenciados en Unizar para cada materia, como EES (Engineering Equation Solver), MatLab y SimuLink, y software libre como Lingo, OpenModelica, JaamSim u OMEdit.

Las herramientas y plataformas digitales utilizadas en cada asignatura se resumen en la Tabla 3.

Tabla 3. Herramientas y plataformas digitales utilizadas en cada asignatura

Asignatura	Repositorio videos-software	Creación videos	Pizarra digital	Cuestiones - Encuestas	Otras
30012 - TD	Moodle/ Youtube	Camtasia / G-Meet	JamBoard	Moodle / G- Forms	Mentimeter EES
29612 - TD	YouTube	Camtasia	PowerPoint	Moodle / G- Forms	EES
29816 - TD	YouTube	Camtasia	-	Moodle / G- Forms	EES
29842 - SD	YouTube	G-Meet	-	G-Forms	OpenModelica (OMEdit), J
29726 - SA	YouTube	G-Meet	-	G-Forms	Matlab+SimuLink PNeditor
29705 - MII	Youtube	-	-	Moodle	-
29728 - MMT	YouTube	OBS Studio	-	Moodle	Socrative, I
66363 - EST			-	Moodle	EES
66344 - EEE	Moodle	-	-	Socrative	-

Además de esto, dos profesoras han aprendido a utilizar la herramienta **Power BI Desktop**, de gran utilidad para la automatización del análisis de los datos

extraídos de Moodle con el objetivo de aplicar técnicas de **Análíticas del Aprendizaje**.

Tipo de innovación introducida: qué soluciones nuevas o creativas desarrolla

El modelo pedagógico de **docencia inversa** tiene claras ventajas frente al modelo tradicional, centrado la transferencia de información. El estudiante debe asumir un papel mucho más activo y con mayor responsabilidad en las clases presenciales, mientras que el profesor se convierte en un guía más cercano al estudiante que es responsable de seleccionar los recursos y materiales más adecuados, plantea, secuencia, adapta y actualiza las actividades de aprendizaje, resuelve dudas dentro y fuera del aula y monitoriza y evalúa los progresos del alumno. Este modelo, además de integrar las TIC y TAC de forma natural, permite abordar el desarrollo de competencias transversales también de forma natural.

Durante el presente curso, el modelo de aula inversa se ha focalizado especialmente en implementar las siguientes innovaciones (ODS 4):

- ampliar el tiempo necesario para aplicar **metodologías activas**,
- diseñar clases presenciales en las que son los estudiantes los que resuelven problemas y casos, favoreciendo el aprendizaje continuo,
- realizar una mejor gestión de la diversidad y una enseñanza más personalizada,
- trabajar y evaluar en el aula ciertas **competencias trasversales**, como autonomía, trabajo en grupo o el espíritu crítico.

Con el fin de optimizar el análisis de los datos para aplicar Analíticas del Aprendizaje Learning Analytics), se ha aprendido a utilizar la herramienta de Microsoft Power BI Desktop, que se aplicará el próximo curso.

Además de esto, se ha involucrado a alumnos de TFG para el desarrollo de maquetas divulgativas, que mediante diseños atractivos aumenten la visibilidad de la EINA en los centros de primaria y secundaria para atraer a futuros estudiantes (ODS 5, ODS 7 y ODS 13).

Impacto del proyecto

A lo largo del proyecto, se ha involucrado a **9 asignaturas de 5 titulaciones de la EINA**. El proyecto ha servido para crear un grupo de colaboración estable entre

profesores pertenecientes a **4 áreas de conocimiento** e investigadores jóvenes, así como para involucrar a algunos estudiantes en la elaboración de materiales docentes y en la difusión de los resultados. En ese sentido, el proyecto ha permitido la formación y la adquisición de experiencia en la aplicación de metodologías activas, rúbricas formativas, modelo de aula inversa y en Analíticas del Aprendizaje (Learning Analytics).

Debido a lo ajustado del presupuesto disponible, en esta edición la diseminación de los resultados se realizará sólo en el **congreso 13-CNIT** (29 noviembre – 1 diciembre, Castelló) para dar a conocer esta experiencia innovadora y dar visibilidad a la Universidad de Zaragoza en el contexto de la Innovación Docente. Debido al acortamiento del presente curso académico, no se han podido presentar los resultados en otros congresos como EduLearn o In-Red a los cuales los miembros del equipo suelen asistir. Puesto que a priori la asistencia al congreso 13-CNIT queda fuera del intervalo justificable, se consultó con Innovación Docente esta situación y hemos recibido autorización para cargar los gastos de viaje, alojamiento y dietas en este proyecto tras el congreso.

Con las dos **maquetas divulgativas** construidas se espera difundir las titulaciones y la investigación realizada en la EINA en centros de primaria y secundaria para **atraer nuevas matrículas y vocaciones científicas**.

Características que lo hacen sostenible

Las técnicas utilizadas han probado su eficacia en diversos entornos de aplicación, tal y como se desprende de la bibliografía y de los proyectos de innovación previos. Por sus características intrínsecas, el modelo de aula inversa permite integrar de forma natural las metodologías activas y las herramientas TIC en casi cualquier asignatura. Las técnicas y metodologías utilizadas han tenido una buena acogida por parte de los estudiantes y los resultados siguen siendo positivos. Existe interés por parte de los profesores participantes para seguir trabajando en esta línea dentro del nuevo proyecto de innovación PIIDUZ_23_5013 (preadmitido).

Las experiencias, los recursos y las estrategias implementadas se amplían año a año, son fácilmente extrapolables a otras asignaturas y se comparten entre los profesores de las áreas involucradas, tanto dentro como fuera del proyecto. Así por ejemplo, se dispone de materiales en abierto en los canales de youtube de Innovación Docente Área MMT EINA-UZ (<https://www.youtube.com/channel/UCrnGX5EreK1Ot06-XswAV3Q>), de la profesora E.M. Llera (<https://www.youtube.com/channel/UCs7-ACtq5MWpNtUTXIQ0-fg>) y del profesor E. Teruel (https://www.youtube.com/channel/UCdPPoP6Wx0fmUJtrTKc_gMw) y en los cursos UZ OCW-48-2018, OCW-59-2020 y OCW-70-2021. Además, los profesores I. Bailera e I. Zabalza distribuyen videos propios a través de medios privados para sus asignaturas. Próximamente, también estarán disponibles 3

cursos elaborados por el investigador MSCA (Marie Skłodowska-Curie) M. Bailera que están pendientes de ser publicados en la web de Unizar. También se dispone de bancos de preguntas en diversas plataformas y apps, recursos pdf para la organización y el seguimiento de las actividades en el aula, etc.

Posible aplicación a otras áreas de conocimiento

A lo largo de los **7 cursos académicos** en los que se ha desarrollado el proyecto, han estado involucrados (y se mantienen para el próximo PIIDUZ_23_5013) profesores de 5 áreas de conocimiento, demostrando la transversalidad de las metodologías desarrolladas en el proyecto. Con ello se ha creado un amplio foro de discusión que sirve para enriquecer y mejorar la docencia.

Cabe indicar que fuera de este proyecto las metodologías abordadas se están aplicando en muchas otras disciplinas dentro de la Universidad de Zaragoza, como lo demuestra el buen número de PIIDUZ sobre aula inversa.

6. Contexto del proyecto

Necesidad a la que responde el proyecto, mejoras obtenidas respecto al estado del arte, conocimiento que se genera.

Este proyecto ha sido continuación de los proyectos PIIDUZ_16_032, PIIDUZ_17_299, PIIDUZ_18_102, PIIDUZ_19_265 y PIIDUZ_21_305, manteniendo el objetivo general de crear un marco de colaboración entre profesores de distintas áreas y el objetivo específico de generar conocimiento y experiencia en la implementación del modelo pedagógico de aula inversa para mejorar la satisfacción del estudiante y los resultados de aprendizaje.

Las necesidades a las que responde el proyecto son las siguientes: (i) conseguir el máximo aprovechamiento del tiempo presencial, ampliando la dedicación a actividades de participación activa y reduciendo las explicaciones teóricas, (ii) solventar el problema habitual de desincronización entre clases magistrales y sesiones de laboratorio, derivado del calendario académico, (iii) fomentar y desarrollar la autonomía del estudiante, así como otras competencias transversales, (iv) adquirir experiencia en Analíticas del Aprendizaje y en rúbricas formativas para mejorar la calidad de la docencia y de los resultados de aprendizaje, y (v) formar a un grupo de profesores e investigadores en estos temas de innovación docente que constituyan un equipo estable de colaboración.

Mejoras conseguidas: (i) aumento del tiempo dedicado en clase a actividades en las que el alumno tiene una participación activa, (ii) disponer de materiales y estrategias para que el alumno prepare con antelación la materia que se trabajará en las prácticas y en clase, (iii) disponer de un procedimiento mediante rúbricas con el que asegurar la coherencia entre los materiales docentes y la evaluación,

(iv) fomento de la autonomía mediante actividades de docencia inversa y de rúbricas formativas que permiten al estudiante autoevaluarse y regular su aprendizaje, (v) conocimiento de una herramienta útil para la aplicación de Analíticas del Aprendizaje, Power BI, (vi) se tiene un equipo del proyecto estable y creciente (reincorporación al próximo curso de un profesor del área de Expresión Gráfica).

A los materiales ya generados en cursos previos (véase punto 5 – Características que lo hacen sostenible), durante este curso se han desarrollado: (i) nuevos materiales en formato video para cursos de herramientas avanzadas (todavía no disponibles en abierto), (ii) cuestionarios de evaluación, autoevaluación y dinamización de las clases (asignaturas 30012, 29816, 29728 y 66344), (iii) estrategias para fomentar el trabajo activo en el aula, y (iv) procedimientos para facilitar la monitorización del proceso de aprendizaje. A esto hay que añadir las **maquetas divulgativas** antes mencionadas (véase punto 5 – Interés y oportunidad para la institución).

7. Objetivos iniciales del proyecto

Qué se pretendía obtener cuando se solicitó el proyecto.

Los **objetivos concretos** planteados para el curso 2022-2023 fueron:

1. Implementar el modelo de docencia inversa en clases de Tipo 2, además de continuar con las sesiones de cursos previos (Tipo 1 y 3), para fomentar la actitud activa del estudiante en dichas clases y evaluar su eficiencia.
2. Contribuir al desarrollo de la autonomía del estudiante y establecer un procedimiento para evaluar el desarrollo de dicha competencia transversal.
3. Mantener un equipo de trabajo motivado para intercambiar experiencias y conocimientos sobre temas de innovación docente.
4. Difundir los resultados del proyecto dentro y fuera de la Universidad de Zaragoza.

Contribución a los **Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)**:

5. Conseguir un aprendizaje significativo y a largo plazo, así como preparar para el aprendizaje permanente. ODS 4 - educación de calidad.
6. Visibilizar la presencia de la mujer en el ámbito STEM. A pesar de que la mayoría de los miembros pertenecen al área de la Ingeniería, existe gran equilibrio entre mujeres y hombres (5 vs. 7). ODS 5 - igualdad de género.
7. Concienciar a los estudiantes de los problemas actuales con respecto al cambio climático y la escasez de recursos. En las asignaturas del área de Máquinas y Motores Térmicos (ver tabla 2 en Actividad 1) se plantean muchas cuestiones y ejercicios relacionados ya que abordar dichos problemas forman parte de sus aplicaciones directas. ODS 7 - energía asequible y no contaminante y ODS 13 - acción por el clima.

8. Métodos de estudio/experimentación y trabajo de campo

Métodos/técnicas utilizadas, características de la muestra, actividades realizadas por los estudiantes y el equipo, calendario de actividades.

Las tablas 1-3 resumen los métodos, técnicas, herramientas y recursos utilizados en las diferentes asignaturas. En esta sección, se describen con más detalle la organización de las actividades realizadas por los estudiantes y por el equipo del proyecto, incluyendo su cronología.

30012 – TD GITI

En la asignatura de Termodinámica Técnica y Fundamentos de Transferencia de Calor del Grado de Ingeniería en Tecnologías Industriales, se ha aplicado el modelo de aula inversa en 8 h de clases de problemas (2 grupos E2, octubre – diciembre) y en las 15 h de prácticas (4 grupos E3, octubre – diciembre). Para ello se proporcionan vídeos, se recomiendan secciones concretas del libro de referencia (gran número de ejemplares en papel en la biblioteca y disponible en Ingebook) y se insta al alumno a preparar la materia en base a una rúbrica de evaluación y un cuestionario de autoevaluación por cada tema. En las clases E2 se resuelven las dudas y se plantean cuestiones teórico-prácticas y problemas para resolver en pequeños grupos, dando la solución al final. En las clases E3 se realiza un cuestionario inicial en los primeros 10 min, se plantea el caso a resolver y se aclaran dudas, a continuación el estudiante resuelve colaborativamente el caso planteado y en los últimos 20 min se realiza un cuestionario en Moodle como evaluación final. Se ha realizado seguimiento mediante Analíticas del Aprendizaje sobre la utilización de los materiales de Moodle. Además, se proporcionan materiales adicionales para facilitar la evaluación continua: diario de clase, mapa conceptual, recopilación de errores típicos y preguntas frecuentes.

29612 – TD GIE

En la asignatura de Termodinámica Técnica y Fundamentos de Transferencia de Calor del Grado de Ingeniería Eléctrica, se ha aplicado el modelo de aula inversa en 2 h de clase magistral, en 7 horas de clases de problemas (2 subgrupos) y en las 15 h de prácticas (de marzo-mayo). Para ello se proporcionan vídeos, se recomiendan secciones concretas del libro de referencia (ejemplares en papel y disponible en Ingebook) y se insta al alumno a buscar información sobre un tema impactante (efecto Mpemba, septiembre) o de actualidad (generación eléctrica en España, septiembre). En las clases magistrales se realiza un pequeño debate y se ponen en común las conclusiones a las que cada uno ha llegado. En las clases prácticas también se sigue el modelo de docencia inversa: se corrige al comienzo la tarea previa que el estudiante ha tenido que realizar (coevaluación) y se aclaran dudas, a continuación el estudiante resuelve colaborativamente el caso planteado

en EES, entregando al final un informe. Se ha realizado seguimiento estrecho y se ha fomentado la comunicación profesora-estudiante, dando gran importancia a la neuroeducación para motivar el interés en la asignatura. Además, se proporcionan materiales adicionales para facilitar la evaluación continua: diario de clase, mapa conceptual, recopilación de errores típicos y preguntas frecuentes.

29816 – TD GIEA

En la asignatura de Termodinámica Técnica y Fundamentos de Transferencia de Calor del Grado de Ingeniería Electrónica y Automática, se ha aplicado el modelo de aula inversa en las 15 h de prácticas (de febrero a mayo). Para ello se proporcionan vídeos y cuestionarios on-line y se recomiendan secciones concretas del libro de referencia (ejemplares en papel y disponible en Ingebook). En las sesiones presenciales, se plantea el caso a resolver y se aclaran dudas, a continuación el estudiante resuelve colaborativamente el caso planteado y entrega el informe final. Se ha realizado seguimiento mediante Analíticas del Aprendizaje sobre la utilización de los materiales de Moodle. Además se ha aplicado el modelo de aula inversa en 5h de problemas repartidas a lo largo del semestre, proporcionando vídeos con la resolución de ejercicios-tipo sencillos que han servido posteriormente para resolver en el aula problemas de mayor complejidad.

29842 – SD GIEA

En Simulación de Sistemas Dinámicos de Ingeniería Electrónica y Automática, los alumnos han seguido el modelo de docencia inversa en el bloque sobre Simulación de Sistemas Continuos e Híbridos con OpenModelica (OMEdit) por su cuenta, utilizando el material de auto-estudio y consultando dudas en clase, tal como empezó a hacerse ya en cursos anteriores. La organización de este tema con metodología "flipped" se considera muy satisfactoria, pues aumenta considerablemente el tiempo que se puede dedicar en clase al aprendizaje práctico, asistido por el profesor y puesto en común con los compañeros (ABP). Este curso se ha planteado más estrictamente un calendario de revisión y puesta en común sobre el material de auto-estudio, mediante la realización de tres sesiones específicas de seguimiento de avances, lo que se ha valorado positivamente, con lo que la organización de esta parte se considera como "plenamente satisfactoria" y "definitiva".

29726 – SA GIM

En Sistemas Automáticos del grado de Ingeniería Mecánica, aprovechando el material elaborado intencionalmente durante el segundo curso de docencia telepresencial por la pandemia (123 vídeos, ~ 45 h, véase 5-Características que lo hacen sostenible), algunos contenidos se han dejado de explicar en las clases presenciales, en beneficio de mayor tiempo dedicado a responder dudas y hacer más ejercicios sobre ellos, lo que era particularmente necesario en un curso como el actual, excepcionalmente acortado. El planteamiento de la asignatura puede

decirse que está íntegramente basado en la metodología de Aprendizaje Basado en Problemas. Para cursos sucesivos seguiremos con el tipo de uso actual de los vídeos, y nos concentraremos en reforzar el aprovechamiento de las sesiones que son especialmente “flipped” en la asignatura: las 15 horas de prácticas, implantando distintas medidas que estamos pensando y que podrían incluir la incorporación de nuevos vídeos.

29705 - MII

En la asignatura Matemáticas II del Grado en Ingeniería Mecánica se proporcionaron vídeos explicativos de cada uno de los temas teóricos del curso; vídeos que fueron grabados por el docente que impartió clase en el curso 2019-2020 durante la pandemia. A pesar de tener vídeos de todo el contenido teórico, no se ha aplicado la docencia inversa a la totalidad de la teoría, sino a contenidos puntuales. En las 8 clases de problemas E2, el estudiantado trabajó, tanto de manera individual como en grupo, una serie de ejercicios preparados para, de forma guiada, afianzar los conocimientos teóricos. En las 6 sesiones de prácticas de ordenador E3, se introdujeron algunos contenidos teóricos adicionales a través de unos guiones que se trabajaron de manera autónoma incluyendo la resolución de ejercicios utilizando software matemático especializado.

29728 – MMT GIM

En Máquinas y Motores Térmicos del Grado de Ingeniería Mecánica, se ha implementado el modelo de docencia inversa en las prácticas (9 grupos E3, marzo-mayo). Para la preparación previa de la materia se proporcionan materiales multimedia y cuestionarios de autoevaluación. Al comienzo de la sesión se resuelven las dudas en común, para luego plantear y resolver casos y problemas. Al final de la sesión el estudiante completa un cuestionario de Moodle y, dependiendo de la práctica, entrega un informe. Se observa, en general, un aprovechamiento alto de las clases de prácticas y prácticamente la totalidad de los estudiantes completa las tareas en el tiempo de clase.

66363 – EST - MUER

Eficiencia energética en Sistemas Térmicos es una asignatura del primer semestre del Máster Universitario en Energías Renovables y Eficiencia Energética. Debido a la situación transitoria causada por el cambio de planes, también asisten alumnos de la asignatura Eficiencia Energética del plan anterior (66335) y del programa conjunto del Máster en Ingeniería Industrial y en Energías Renovables y Eficiencia Energética (69415). En la asignatura se realiza un trabajo en grupos de 4 personas en el que se evalúa expresamente la capacidad de trabajo en equipo (mediante actas de reuniones que han de entregar junto con el informe final). El problema que abordan es abierto y lo acuerdan con el profesor los propios grupos al principio del semestre, lo que favorece la creatividad y el análisis crítico de los resultados. También se presenta oralmente en una sesión

común a la que asisten todos los estudiantes y formulan preguntas y comentarios.

66344 – EEE MUER

En Eficiencia Energética en Edificios del Máster de Energías Renovables y Eficiencia Energética, se ha mejorado la actividad de docencia inversa que se llevó a cabo también los tres cursos previos. La actividad consiste en proporcionar bibliografía y otros textos para preparar con antelación la materia, plantear un cuestionario de Socrative con 20 preguntas en la sesión presencial sobre el que hacer un debate y aclarar conclusiones que a priori no son evidentes. Para cada pregunta se dejan 2 min para que cada estudiante prepare su respuesta y la defensa de la misma. Tras responder con su móvil, se ve el resultado en la pantalla y el profesor da la palabra a un estudiante particular para que razone su respuesta, después por turno el resto de estudiantes puede participar en el debate, el profesor explica finalmente la respuesta correcta y se resume el avance en el ranking. Con el fin de incentivar la preparación y la participación, se premia con 1 punto al estudiante con mayor puntuación en el cuestionario (en caso de empate se reparte equitativamente). Con ello se ha conseguido una implicación mayor. En las encuestas han valorado muy positivamente la actividad ya que, en opinión de los estudiantes, el aprovechamiento de las clases ha permitido una comprensión mayor y más profunda.

9. Conclusiones del proyecto

Conclusiones: lecciones aprendidas, impacto.

Como se desprende de lo expuesto anteriormente, el equipo del proyecto considera que se han cumplido en gran medida los objetivos previstos. Hay que decir que se han realizado experiencias en **9 asignaturas diferentes (2 más que en el proyecto anterior)** y por lo tanto no en todas ellas se han abordado los mismos objetivos ni en la misma medida. En la Tabla 4 se recoge el grado de consecución de cada objetivo planteado de forma global. En cuanto a la eficiencia, se considera que gracias a la experiencia ganada en proyectos previos, cada curso se logran objetivos más ambiciosos con un esfuerzo igual o menor.

Tabla 4. Consecución de los objetivos planteados.

Objetivo	Grado de consecución
1. Implementar el modelo de docencia inversa	100% El modelo se ha aplicado en 9 asignaturas se han realizado en se han ampliado los m estrategias, siendo algunos de ellos útiles asignaturas.
2. Contribuir a la autonomía del estudiante y establecer un procedimiento para evaluar el desarrollo de dicha competencia trasversal	100% Es difícil medir este objetivo, pero poder que en todas las asignaturas se han lleva actividades en las que el estudiante debe p forma autónoma una parte de la materia y en l se le evalúa. Además, se ha desarrollado una r tratar de evaluar la competencia de una forma
3. Mantener el equipo del proyecto	100% Para el nuevo PIIDUZ_23_5013 se amplía el equipo del proyecto para el próximo p
4. Difundir los resultados del proyecto	100% Se presentarán comunicaciones en e 13CNIT (Castelló) y se han desarrollado 2 divulgativas que se mostrarán en el pasillo c Máquinas y Motores Térmicos, así como en sesiones informativas en centros de primaria y
5. ODS 4 – Aprendizaje significativo y largo plazo	80% Este objetivo es difícil de medir, pero se ha actividades y recursos (por ejemplo, en la h Anki) que tienen como objetivo el fomento del continuo y de la asistencia a clase.
6. ODS 5 – Visibilizar la presencia de la mujer en el ámbito STEM	80% El equipo investigador está bien equilibr sentido, siendo 5 mujeres y 6 hombres. Este cu podido participar en el programa “Una ingenie cole”, pero se espera hacerlo el próximo curso.
7. ODS 7 y ODS 13 – Concienciar a los estudiantes de los problemas actuales	100% En todas las asignaturas del área de l Motores Térmicos se pone especial énfat problemas de cambio climático y de la recursos. Además, las maquetas construid precisamente la mitigación del cambio cli soluciones basadas en energías renovable industria.

10. Continuidad y Expansión

**Transferibilidad (que sirva como modelo para otros contextos),
Sostenibilidad (que pueda mantenerse por sí mismo), Difusión realizada .**

Las estrategias y herramientas desarrolladas y utilizadas en el presente proyecto, así como la experiencia adquirida, serán de gran utilidad para el próximo curso, facilitando la implementación de la docencia inversa y de otras metodologías y estrategias, tanto en las asignaturas incluidas en este proyecto, como en otras

diferentes. Como ya se ha indicado en la sección 5- Posible aplicación a otras áreas de conocimiento, los recursos elaborados pueden servir para otras asignaturas afines, mientras que las técnicas y las tecnologías son aplicables a cualquier disciplina.

En cuanto a la sostenibilidad, el equipo ha solicitado la continuación de este proyecto (PIIDUZ_23_5013), ampliando los objetivos y reincorporando a un profesor del área de Expresión Gráfica. La estabilidad del equipo del proyecto permite conseguir los objetivos planteados, reduciendo la carga de trabajo individual, a la vez que se puede formar a los miembros más jóvenes en metodologías y técnicas que mejoren la calidad de la docencia.

La difusión de los resultados del proyecto se ha realizado en tres niveles: dentro de las áreas de conocimiento para compartir recursos y experiencia, en otras áreas de la Universidad de Zaragoza, y fuera de la misma a través de comunicaciones a congresos (13CNIT). Además, se han diseñado y construido dos maquetas que se exhibirán en el pasillo del área de Máquinas y Motores Térmicos y que se mostrarán en visitas en distintos eventos (visitas, congresos, jornadas en Unizar).

11. Resultados del proyecto indicando si son acordes con los objetivos planteados en la propuesta y cómo se han comprobado

Método de evaluación, Resultados.

El grado de consecución de los objetivos se ha resumido en la Tabla 4, incluyendo los indicadores correspondientes que han permitido evaluarlo. En esta sección, se recogen los principales resultados y conclusiones de las experiencias asociadas a cada asignatura:

- 30012: El modelo de docencia inversa es útil para fomentar el aprendizaje activo en clase. Las Analíticas del Aprendizaje son útiles para realizar un seguimiento de las actividades de los estudiantes y se espera que puedan realizarse de forma menos costosa a través de la herramienta Power BI. Las rúbricas proporcionan transparencia en la evaluación. Los alumnos valoran muy positivamente el trabajo del profesor en las encuestas de evaluación. Los 28 videos utilizados en este curso han recibido más de 1000 visualizaciones por parte de 43 alumnos (de 47 matriculados), mientras que los cuestionarios de autoevaluación se han sido utilizados en más de 4500 ocasiones por 28 estudiantes (justo el número de estudiantes presentados en primera convocatoria). Cabe señalar que la mayor parte de los accesos han tenido lugar durante la preparación del examen (26 de enero), incluso más en cursos previos. Esto se debe muy probablemente a la eliminación del examen parcial y de gran parte de los trabajos tutorados por la reducción drástica de la dedicación asignada a las actividades E6 (48 h en 21-22 vs. 4 h en el curso actual). La tasa

de éxito en las pruebas de evaluación se mantiene en niveles similares a cursos previos, sin embargo, el porcentaje de estudiantes presentados en la primera convocatoria del curso disminuyó considerablemente (55% vs. >90% de cursos previos), probablemente por la reducción de las actividades de evaluación continua.

- 29612: Las actividades relativas a la docencia inversa han sido útiles (y muy bien valoradas por los estudiantes) para fomentar la autonomía del estudiante en la búsqueda y análisis de información, y la curiosidad y el interés en las aplicaciones de la asignatura en su futuro desempeño profesional. Asimismo, el enfoque basado en el papel que juegan las emociones en el aprendizaje ha servido para fomentar el aprovechamiento de las tutorías, el compromiso con la asignatura y el seguimiento de la evaluación continua. Los resultados obtenidos en la primera convocatoria fueron muy positivos y ligeramente mejores que el curso anterior. Ha aumentado el porcentaje de presentados 75% (69% curso anterior) y ha aumentado el porcentaje de estudiantes que superan la asignatura en primera convocatoria 69 % (65 % curso anterior).
- 29816: El modelo de docencia inversa resuelve el problema de la desincronización de la impartición de las clases de teoría con respecto a las prácticas, fomenta la autonomía del estudiante y permite un mayor aprovechamiento de las sesiones presenciales. Este problema se ha visto acentuado durante este curso debido al ajustado calendario académico, por lo que el modelo de aula inversa ha sido un elemento de gran ayuda. Las Analíticas del Aprendizaje son útiles para realizar un seguimiento de las actividades de los estudiantes y corregir desviaciones antes de que tengan consecuencias negativas en el aprendizaje.
- 29842: Se ha puesto de manifiesto que uno de los mayores escollos para implementar la docencia inversa es la resistencia de los estudiantes a cambiar sus hábitos de estudio. Este problema se minimizaría si el modelo se implantase en un mayor número de asignaturas, ya que el estudiante estaría más habituado y conocería las ventajas de este modelo pedagógico. No obstante, los materiales proporcionados con el fin de preparar con antelación las clases han tenido una gran acogida (más de 13000 visualizaciones en 2023) de cara a la preparación del examen final y se espera que repercutan positivamente en la tasa de éxito.
- 29726: La organización de la materia con el modelo de docencia inversa ha sido muy satisfactoria, pues aumenta considerablemente el tiempo que se puede dedicar en clase al aprendizaje práctico, con el apoyo y la guía del profesor y con la colaboración de sus compañeros. No se ha ido más allá por la negativa muy explícitamente expresada por los estudiantes a dedicar tiempo por su cuenta antes de las clases, hecho que merecería una reflexión. Es interesante resaltar que, en una proporción alarmante, los estudiantes ven los materiales de docencia inversa como "contenidos extra" que se les "obliga" a seguir, en lugar de como una mejora en la forma de emplear sus horas de trabajo y estudio personal. No obstante, una mayoría de estudiantes ha utilizado los videos poder ponerse al día "a voluntad", mejorando con ello su autonomía. En cualquier caso, el éxito de los vídeos puede medirse por su utilidad y aprovechamiento durante este curso: más

de 11000 visualizaciones, sumando un total de más de 1300 horas por parte de 90 estudiantes, equivalente a 15 horas por estudiante en promedio. Alrededor de la mitad de las visualizaciones se han realizado después de terminar las clases (12 de mayo), durante la preparación del examen (30 de mayo). Vistos los resultados del curso pasado (y anteriores), esta nueva realidad tiene un impacto positivo, aunque todavía incierto por su levedad, en la tasa de éxito, que era uno de los objetivos de los profesores, a quienes sobre todo preocupa la baja tasa de rendimiento, por el alto número de alumnos que no se presentan. Por su parte, la satisfacción expresada por los alumnos por la mejora que supone la disponibilidad de los vídeos en su proceso de aprendizaje es muy alta.

- 29705: Durante las sesiones de problemas se observaron dificultades por parte del estudiantado a la hora de plantear los ejercicios, por lo que se trabajará en mejorar los enunciados. En las sesiones de ordenador, el tiempo previsto para cada práctica fue muy justo, e incluso insuficiente, para que el alumnado completase la práctica, por lo que se trabajará en adaptar adecuadamente el tiempo y el contenido. Se valora positivamente el tiempo que el estudiante puede dedicar en clase a tratar de resolver los problemas de manera autónoma, ya que el docente puede detectar las dificultades individuales que van surgiendo.
- 29728: El planteamiento de las prácticas bajo el modelo de docencia inversa permite dedicar la primera parte de cada sesión a resolver dudas y plantear un cuestionario de Socrative con el que profundizar en la comprensión de los contenidos. Los materiales desarrollados por la profesora durante este curso han tenido una buena acogida por parte de los estudiantes en base a los datos recogidos en la plataforma.
- 66363: Si bien no se ha aplicado aula inversa en sentido estricto, en el desarrollo del trabajo de la asignatura los estudiantes han tenido que buscar información por su cuenta para resolver el problema que habían planteado (y acordado con el profesor). En relación con el trabajo en equipo, se ha observado que la realización de actas favorece la organización y la distribución de tareas. También hay que valorar el interés de la sesión común de presentación de trabajos, tanto por el aprendizaje a partir del trabajo hecho por los compañeros como, sobre todo, por el apoyo que mostraban los alumnos al trabajo del resto de los grupos.
- 66367: El grado de satisfacción con el método de aula inversa seguido ha sido alto para el 83% de los estudiantes y medio para el 17% restante. Además la mayoría de los estudiantes (68%) estima que su grado de aprendizaje con esta experiencia ha sido alto, un 16% cree que ha sido muy alto y el 16% restante que ha sido medio. El incentivo de premiar al mejor estudiante ha conllevado una mejora en las puntuaciones del cuestionario utilizado. En comparación con el curso pasado la nota media ha subido 1 punto, y las notas mínima y máxima han subido 2 puntos respectivamente.

En varias de las asignaturas, así como en algunas de cursos previos, se sigue detectando gran resistencia por una parte del alumnado a adaptarse al nuevo modelo pedagógico, ya que consideran (erróneamente) que supone invertir más tiempo de estudio. No obstante, se siguen poniendo de manifiesto las ventajas y

los beneficios de implementar docencia inversa para complementar a la docencia convencional y mejorar el proceso y los resultados de aprendizaje, así como la satisfacción de estudiantes y profesores. En este sentido, se puede afirmar que los materiales y estrategias desarrollados en cursos previos han sido un gran apoyo para afrontar el presente curso, de características muy particulares (reducción drástica de la dedicación del profesorado a las actividades tipo 6, asociadas a actividades de evaluación continua, y reducción en 2 semanas de cada cuatrimestre por el cambio en el calendario de la segunda convocatoria de evaluación).

Finalmente, cabe mostrar a modo de ejemplo una de las maquetas divulgativas desarrolladas, así como el díptico preparado para los centros de primaria y secundaria:

