

EXPERIENCIA DE AULA INVERTIDA EN MATEMÁTICAS PARA LA INGENIERÍA DURANTE LA PANDEMIA

MATHEMATICS IN ENGINEERING FLIPPED CLASSROOM EXPERIENCE DURING THE PANDEMIC

EXPÉRIENCE DE CLASSE INVERSÉE EN MATHÉMATIQUES POUR L'INGÉNIERIE PENDANT LA PANDÉMIE

Leonardo Fernández-Jambrina

Universidad Politécnica de Madrid

Resumen

El aula invertida es ya una metodología docente madura. Trasladar parte de las actividades del aula a un entorno no presencial parece aún más apropiado en un contexto de confinamiento y distancia social como el que nos ha tocado vivir. El problema reside en el resto de las actividades que se desarrollan o desarrollaban en el aula. Con esta comunicación se pretende compartir una experiencia positiva en cuanto a tasas de éxito y de rendimiento (aunque no en tasa de absentismo), así como en la percepción de la asignatura por parte del alumnado.

Palabras clave: Aula invertida; matemáticas; covid; pandemia.

Abstract

Flipped classroom is already an established academic methodology. Moving some of the academic activities out of the classroom to a non-presential environment seems even more appropriate in a context of confinement, pandemics and social distance, as the one we are experiencing. The issue lies in other activities which used to be carried out in the classroom. With this communication we intend to share a positive experience of modification of the flipped classroom methodology in terms of success and efficiency ratios, though not in terms of absentism, as well as in the perception of the course by our students.

Keywords: Flipped classroom; mathematics; covid; pandemic.

Résumé

La classe inversée est déjà une pédagogie mature. Transférer une partie des activités de la classe dans un environnement sans présentiel semble encore plus approprié dans un contexte de confinement et de distanciation sociale tel que celui

que nous avons vécu. Le problème réside dans le reste des activités qui sont développées ou ont été développées en classe. Cette communication vise à partager une expérience positive en termes de taux de réussite et de performance (mais pas en taux d'absentéisme), ainsi que dans la perception de la matière par les étudiants.

Mots-clés: Classe inversée; mathématiques, covid; pandémie

INTRODUCCIÓN

Durante estos dos cursos hemos realizado la experiencia en una asignatura del área de matemática aplicada en estudios de ingeniería, una asignatura de Ecuaciones diferenciales (Cálculo III), correspondiente al módulo básico de los grados de Arquitectura Naval e Ingeniería Marítima de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Navales de la Universidad Politécnica de Madrid. Esta asignatura dispone de seis ECTS, equivalente a 60 horas de clase presencial, cuatro horas de clase presencial a la semana. Se imparte en el primer semestre del segundo curso de las titulaciones, junto a Principios de Economía y tres asignaturas del módulo científico-tecnológico: Mecánica, Termodinámica y Electrotecnia. Además, en primer curso hay otras asignaturas del área de matemática aplicada: Álgebra Lineal y Geometría, Cálculo I y Cálculo II.

La asignatura se imparte desde el curso 2011-2012 y en el curso 2016-2017 se implantó la metodología docente de aula invertida (Fernández-Jambrina, 2017), como un paso más desde una experiencia previa de evaluación continua (Cantón & Fernández-Jambrina, 2009). Los contenidos de la asignatura están disponibles en el repositorio OpenCourseWare (OCW) de la universidad (Fernández-Jambrina, 2015).

El objetivo de esta experiencia ha sido mantener la metodología docente de aula invertida, pero adaptada a un contexto de pandemia y distanciamiento social, sin que los buenos resultados académicos se vieran afectados y evitando el abandono del alumnado.

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

La metodología docente de aula invertida o aprendizaje invertido (Flipped classroom o Flipped learning en inglés) (Baker 2000; Lage et al., 2000; Sams & Bergmann, 2014) consiste en intercambiar actividades formativas no presenciales y presenciales que se realizaban con otras metodologías docentes. Lo normal es invertir solamente partes de una asignatura, modularizándola (Kuiper et al., 2015), pero también se puede invertir un curso completo (Sein-Echaluce et al., 2015).

Bajo un enfoque clásico de clase expositiva, el profesorado es el centro de la actividad y al alumnado le corresponde un papel pasivo, tomando notas, ocasionalmente haciendo preguntas y asimilando la actividad en tiempo real, lo cual presupone que el alumnado lleva la asignatura al día. Y en la parte no presencial de la actividad, el alumnado debe realizar un conjunto de actividades complementarias conducentes a la consolidación del aprendizaje.

En cambio, bajo el enfoque de aula o aprendizaje invertido, el aprendizaje se centra en el alumnado, que debe asimilar previamente una serie de contenidos, en diversos formatos, y realizar alguna actividad (Novillo et al., 2015) antes de la actividad presencial en el aula (Strayer, 2012). Por ello, el aula invertida exige una participación más activa al alumnado. También se ha mostrado que la metodología de aula invertida permite cubrir más material, manteniendo o mejorando los resultados y la satisfacción del alumnado (Mason et al., 2013; Sánchez-Cruzado et al., 2019) en estudios de ingeniería.

También ha sido analizada la metodología desde el punto de vista del alumnado, incidiendo en la satisfacción, pero mostrando su exigencia de unos niveles más altos de responsabilidad por su parte (Del Arco Bravo et al., 2019)

Otras ventajas de esta metodología son limitar la transmisión de errores por facilitar materiales fiables al alumnado, incentivar que se involucre en su aprendizaje, establecer una relación de confianza con el profesorado y proporcionar libertad para organizar su tiempo más allá del horario presencial (Fernández-Jambrina, 2013; Bergman & Sams, 2012; Fulton, 2012). También parece demostrado que bajo esta metodología mejoran las tasas de rendimiento y de éxito (Castilla et al., 2015; Pino et al., 2016).

Muchas veces se asocia la metodología de aula invertida a la preparación de materiales audiovisuales, aunque pueda tratarse de materiales de otro tipo, tales como capítulos de libros, si bien el impacto mayor en formato audiovisual (Zhang et al., 2006) y resulta más atractivo para el alumnado (Mestre-Mestre et al., 2015).

Es común también asociar esta metodología a los estudios de ciencia e ingeniería, pero puede aplicarse a cualquier área y nivel educativo (Vicente Torres et al., 2015). Tampoco es una metodología uniforme, sino que se puede adaptar (Sánchez-Canales et al., 2019) y se puede combinar con otras metodologías (Castedo et al., 2019), o aplicarse a las prácticas de la asignatura (Alcalá Nalváiz et al., 2019).

Por estos motivos, el aula invertida cobra mayor relevancia en estudios semipresenciales, especialmente en una época de pandemia, pero teniendo en cuenta que esta metodología tampoco se puede desarrollar en la forma en la que veníamos empleándola. Por ello, en esta comunicación vamos a exponer nuestra experiencia de adaptación de esta metodología durante los cursos 2020-2021 (Fernández-Jambrina, 2021) y 2021-2022, a falta de la convocatoria extraordinaria de este último curso.

MUESTRA

La muestra para la experiencia corresponde a la totalidad del alumnado de la asignatura en los grados de Arquitectura Naval e Ingeniería Marítima. Estos dos grados suman cada año en torno a ciento veinte alumnos de nuevo ingreso, con una nota de corte entre nueve y diez. Más información actualizada sobre la muestra y los resultados académicos puede encontrarse en <https://dcain.etsin.upm.es/~leonardo/calculoiieest.htm>.

Tabla 1

Porcentajes de estudiantes que superan la asignatura en relación al número de matrículas precisadas.

Matrícula	Total	Porcentaje
Primera	522	68%
Segunda	174	22%
Tercera	44	6%
Cuarta	20	3%
Quinta	8	1%
Sexta	2	0%
Novena	1	0%

Fuente: Elaboración propia

A la vista de la Tabla 1, la asignatura Cálculo III acumula en su primer o segundo año de matrícula el noventa por ciento del alumnado.

Estas cifras, no obstante, son engañosas, ya que el rendimiento es mayor entre el alumnado que ha superado el resto de asignaturas del área de matemática aplicada (Tabla 2) y existe cierto sesgo en la matrícula, ya que la mayoría del alumnado se matricula de esta asignatura cuando ya ha superado varias asignaturas de matemáticas previamente. En este último curso, un 83% del alumnado tenía todas, o todas menos una, asignaturas previas de matemáticas aprobadas en el momento de matricularse.

CONTEXTO

La metodología docente de aula invertida se implantó en la asignatura de Cálculo III en el curso 2016-2017. La actividad no presencial de la asignatura corresponde a los materiales publicados en (Fernández-Jambrina 2015). La semana previa a la actividad presencial se aconseja al alumnado visualizar algunas presentaciones en vídeo (píldoras educativas), que introducen algún concepto nuevo, ejercicios o ejemplos de manera autocontenida, o la lectura de algún capítulo del libro de referencia.

Tabla 2

Tasas de rendimiento en relación con el número de asignaturas aprobadas de matemáticas de primer curso.

Curso	3	2	1	0
2011-2	91%	50%	0%	0%
2012-3	76%	53%	50%	0%
2013-4	71%	41%	36%	0%
2014-5	73%	30%	0%	0%
2015-6	60%	30%	32%	9%
2016-7	69%	37%	32%	0%
2017-8	76%	29%	19%	0%
2018-9	61%	42%	13%	0%
2019-0	52%	38%	21%	0%
2020-1	70%	43%	20%	10%
2021-2	66%	36%	12%	0%

Fuente: Elaboración propia

La actividad no presencial se relaciona con la presencial a través de las Lecciones de la plataforma Moodle de la universidad, en las cuales se intercalan preguntas entre píldora y píldora educativa (Leris et al., 2013), de modo que el avance queda supeditado a las respuestas correctas.

La actividad presencial es voluntaria y no evaluable y se organiza en dos sesiones semanales de cien minutos (dos horas más descansos) en el aula. Cada sesión arranca con la exposición de las dudas del alumnado sobre las píldoras educativas propuestas para la semana. En la época anterior a la pandemia, el alumnado debía trabajar, individualmente o en grupo, sin finalidad evaluadora, en un conjunto de ejercicios, asesorado por los docentes. El objeto de esta actividad es que las dudas pudieran aflorar en presencia del profesorado, de modo que pudieran solventarse en el mismo momento. En la parte final de la sesión el profesorado resuelve los ejercicios propuestos.

La parte presencial incluye también la evaluación continua de la asignatura, distribuida en seis pruebas de media hora o una hora de duración. El resto de la sesión se complementa con la resolución in situ de los problemas de los que consta la prueba.

CAMBIOS INTRODUCIDOS

A pesar de que la experiencia proporcionaba buenos resultados, es patente que no se podía desarrollar de esta manera en un entorno de pandemia, debido a las medidas preventivas de distancia social, que limitaban la interacción en el aula.

AULA INVERTIDA EN MATEMÁTICAS DURANTE LA PANDEMIA

Durante el curso 2019-2020 (Fernández-Jambrina, 2021), la Universidad Politécnica de Madrid y la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Navales mantuvieron la docencia presencial en primer y segundo curso de los grados impartidos, aumentando la distancia entre mesas, para la cual hubo que recurrir a aulas *espejo*, en las que los alumnos seguían las clases en pantalla, sin la presencia física del profesor. Además, las clases se retransmitían por Zoom para el alumnado que no podía asistir presencialmente. También se mantuvo presencial la evaluación de las asignaturas, respetando las normas de distancia social.

La actividad no presencial no se vio afectada, si bien hubo de reforzarse mediante la grabación de nuevas píldoras educativas.

La actividad presencial sí que se vio afectada, independientemente del uso de mascarillas y equipos de protección individual, ya que el alumnado estaba dividido entre el aula maestra, las aulas espejo y sus hogares y la interacción no era recomendable. En el curso 2021-2022 se suprimieron las aulas espejo y la retransmisión de las clases, salvo motivo de fuerza mayor, pero se mantuvieron las normas sanitarias de distancia social.

Tras una reflexión, se decidió mantener la metodología de aula invertida, lo que supuso realizar algunas adaptaciones, así como la estructura de la evaluación continua.

Para ello, se dio un paso más en la inversión de la asignatura, trasladando el trabajo del alumnado sobre los problemas propuestos del aula a la actividad no presencial, de acuerdo con la normativa de distancia social. Aparte de facilitar este cambio mediante la ampliación de la oferta de píldoras educativas, la lista de problemas propuestos se anunció con una semana de antelación, para que el alumnado pudiera organizar su agenda, y se fomentó la participación en los foros de Moodle. Para la parte del alumnado que optaba por no acudir al aula presencialmente, se grabaron píldoras educativas con la resolución de dichos problemas. La única diferencia, y cortapisa, es que el alumnado no podía disponer de la supervisión del profesorado en esta actividad práctica, salvo a través de los foros, o diferirla hasta las sesiones presenciales.

Así pues, en la actividad presencial en el aula se mantenían, y reforzaban, la puesta en común de las dudas suscitadas y la resolución de problemas por parte del profesorado.

A petición del alumnado, la actividad presencial se enlazaba con la actividad no presencial por medio de un resumen autocontenido de los materiales necesarios para la parte práctica.

RESULTADOS

El resultado principal de esta experiencia docente es que se ha podido mantener la metodología de aula invertida y la evaluación continua a pesar de las restricciones debidas a la normativa de distancia social, mejorando la satisfacción del alumnado. Además, se ha mostrado que la metodología de aula invertida es útil en un contexto de pandemia y que se puede adaptar con algunas modificaciones en la parte presencial. La principal ventaja es que esta modificación ha permitido mantener la apariencia de normalidad durante el desarrollo de la asignatura, aprovechando el restringido tiempo dedicado a la actividad presencial. Como inconveniente presencial se puede destacar cierta tendencia entre el alumnado a centrarse exclusivamente en la actividad no presencial, descuidando la presencial, tal vez por exceso de confianza en los materiales facilitados, lo que podría provocar en el futuro un descenso en las tasas de éxito y de rendimiento y en una subida de la tasa de absentismo.

En cuanto a los resultados académicos (Tabla 3), la tasa de éxito (relación entre el número de estudiantes aprobados y el número de estudiantes presentados) de la asignatura invierte su tendencia descendente de los cursos anteriores hasta niveles equiparables a los de la implantación de la asignatura, cuando solo la cursaban los estudiantes con mejor rendimiento académico. Lo mismo sucede, aunque en menor medida, con la tasa de rendimiento (relación entre el número de estudiantes aprobados y el número de estudiantes matriculados). Las cifras de 2021 son incompletas, ya que aún no están incorporados los datos de la convocatoria extraordinaria.

Tabla 3

Tasas de rendimiento y de éxito en la asignatura Cálculo III (ambos grados combinados).

	Presentados	Aprob./mat	Aprob./pres.
2011	88%	73%	82%
2012	91%	66%	72%
2013	85%	58%	69%
2014	91%	51%	56%
2015	86%	45%	52%
2016	81%	54%	67%
2017	77%	53%	69%
2018	79%	45%	57%
2019	86%	42%	50%
2020	74%	53%	71%
2021	74%	48%	65%

AULA INVERTIDA EN MATEMÁTICAS DURANTE LA PANDEMIA

La tasa de rendimiento no crece tanto como la tasa de éxito debido al aumento en paralelo del absentismo, como se constata en la primera columna, hasta alcanzar su valor más alto en toda la serie. Al no haber realizado encuestas al respecto, no podemos valorar si se debe a un exceso de confianza por la posibilidad de seguir la asignatura a distancia o al abandono habitual en los cursos en línea, aparte de la tasa de abandono sistémica debida a la porción del alumnado que se matricula sin intención de cursar la asignatura, por la obligación de matricularse de asignaturas de cursos superiores. Los resultados de Cálculo III son también buenos en cuanto a tasas de éxito y de rendimiento en el curso 2021-2022, en comparación con el resto de asignaturas del semestre (Tabla 4). La tasa de absentismo es de las más bajas entre las asignaturas del semestre, si bien en este caso influye la distinta manera de contabilizar en cada asignatura el alumnado no presentado.

El grado de satisfacción del alumnado también quedó reflejado en las encuestas de evaluación docente, donde la valoración de la asignatura aumentó un catorce por ciento, llegando al máximo desde su implantación en estos dos últimos cursos en un contexto de pandemia. Algunos estudios (Calduch-Losa et al. 2017; Sousa Santos et al., 2017) recogen la aceptación de esta metodología docente. Esto también se pone de manifiesto en una encuesta propia, en la que el alumnado repetiría la experiencia de aula invertida en un 93% en el curso 2021-2022 y un 94% el curso 2020-2021, cuando en el precedente era tan solo un 83%.

Tabla 4

Tasas de rendimiento y de éxito de las asignaturas del tercer semestre del grado en Arquitectura Naval.

Asignatura	Rendimiento	Éxito	Absentismo
Cálculo III	50.00	66.67	25.00
P. Economía	39.53	60.71	34.88
Electrotecnia	22.35	24.05	7.06
Mecánica	20.22	27.27	25.84
Termodinámica	18.18	24.00	24.24

Fuente: Elaboración propia

Las encuestas propias, realizadas por nosotros, son útiles para constatar en este curso un cambio de actitud en el alumnado (Tabla 5). Por ejemplo, se observa una mayor preferencia por el formato audiovisual frente al papel o a las propias clases, lo cual puede estar ligado al absentismo ya mencionado, y una mejor valoración y uso de las tutorías individuales. Otros trabajos reflejan una actitud similar (Yoshida, 2016).

Si comparamos solamente los dos cursos en los que se desarrolla la experiencia, observamos que dicha tendencia tiende a acentuarse en cuanto a una mayor

AULA INVERTIDA EN MATEMÁTICAS DURANTE LA PANDEMIA

preferencia del vídeo y una menor para las clases presenciales, aunque el desplome más acusado se produce en la consideración de los libros.

Tabla 5

Valoración de 0 a 5 de los materiales de apoyo al aprendizaje por parte de los alumnos que aprobaron la asignatura.

	2018	2019	2020	2021
Vídeos	3.92	4.17	4.53	4.59
Clases	3.55	3.90	3.30	2.98
Libros	4.41	4.48	4.00	3.12
Tutorías	3.02	2.83	3.13	3.37
Academias	1.33	0.97	1.06	0.90

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6

Sugerencias de modificaciones de la asignatura.

	2018	2019	2020	2021
Más vídeos	12%	3%	30%	27%
Menos vídeos	51%	59%	38%	22%
Más clase teórica	24%	24%	9%	10%
Más pruebas	2%	3%	4%	5%
Menos pruebas	27%	34%	21%	29%

Fuente: Elaboración propia

Ante la pregunta sobre qué partes de la asignatura modificarían (Tabla 6), se observa también una mayor aceptación del formato actual de la asignatura. El alumnado es más receptivo al incremento del número de píldoras educativas ofertadas y se palía la exigencia de más contenidos teóricos en el aula. A pesar de no haberse realizado ninguna modificación al respecto, el alumnado parece algo más conforme con el número de pruebas de evaluación continua.

Si comparamos exclusivamente los dos últimos cursos, en los que se ha desarrollado la experiencia, observamos en este segundo curso un menor rechazo al número de vídeos puestos a disposición del alumnado y un incremento en el rechazo al número de pruebas realizadas.

CONCLUSIONES

AULA INVERTIDA EN MATEMÁTICAS DURANTE LA PANDEMIA

La conclusión principal es que se ha conseguido mantener y adaptar una experiencia consolidada de aula invertida en un contexto de pandemia y distancia social, invirtiendo aún más la actividad presencial de la asignatura.

Y la segunda conclusión es que se ha logrado sin rebajar el nivel de la asignatura y aumentando las tasas de éxito y de rendimiento, así como la satisfacción del alumnado, pero empeorando la tasa de absentismo, lo cual puede relacionarse con el uso limitado que hace de las horas no presenciales (Acacio Rubio et al., 2012).

En el segundo curso de experiencia la tendencia se mantiene, a falta de los resultados de la convocatoria extraordinaria, incrementándose la preferencia del alumnado por el formato audiovisual frente al papel y las clases presenciales, salvo en el caso de las tutorías. Esta tendencia se ha manifestado en la asistencia presencial a las clases en el curso 2021-2022, lo que motiva modificar la experiencia en el futuro para poner en valor la actividad en el aula.

La experiencia es fácil de implementar y exportable a otras asignaturas con contenido práctico, en ciencias e ingeniería, aunque no necesariamente limitadas a estas disciplinas, si bien las medidas de distancia social parecen decaer.

De cara al futuro queda pendiente ampliar la conexión entre la parte presencial y no presencial de las actividades de la asignatura. En el formato actual el alumnado se siente cómodo por tener un comienzo de las sesiones presenciales en el que se revisan los contenidos previstos. Pero, aunque en las encuestas no se pregunta por ello, es patente la tentación de usar este resumen inicial como sustituto del visionado previo de las píldoras educativas.

Relacionado con lo anterior, es importante también modificar la experiencia para atraer al alumnado a las sesiones presenciales. Buena parte de la ligera bajada de las tasas corresponde a personas que preparaban la asignatura por su cuenta, bien por querer limitar su presencia en la universidad, por motivos laborales o sanitarios, bien por confianza en los materiales didácticos facilitados. Intentos previos de vincular la evaluación continua con la asistencia a clase no fueron bien recibidos por el alumnado. Queda abierta la posibilidad en el futuro de realizar alguna breve actividad evaluable durante las sesiones prácticas. Para ello, haría falta un análisis más exhaustivo sobre las expectativas del alumnado al estilo del realizado por Sánchez-Cruzado et al. (2019) o poder comparar con un grupo de control (Mason et al. 2013).

AGRADECIMIENTOS

El autor expresa que no hay conflicto de intereses al redactar este artículo. Este trabajo está financiado parcialmente por SSERIES (Science for a Sustainable Envision of Reality and Information for an Engaged Society), comunidad EELISA de la Universidad Politécnica de Madrid. Código: EELISA2021.5801.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acacio Rubio, J.A., Botia Vera, E., Cantón Pire, A., Crucelaegui Corvinos, A., Díaz Gutiérrez, D., Duque Campayo, D., Feijoo de Acevedo, D., Fernández Jambrina, L., García Garcés, J.L., Gómez Goñi, J.M., González Álvarez-Campana, J.M., González Gutierrez, L.M., Herreros Sierra, M.A., Leo Mena, T., Macia Lang, F., Martínez Barrios, I., Mendoza Parra, C., Miguel Alonso, S., Milla de Marco, J., ... Zamora Rodriguez, R. (2012). Monitorización y seguimiento del esfuerzo realizado por los estudiantes y de su asistencia a actividades presenciales. En *XX Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas* (pp. 1-12). <https://oa.upm.es/21028/>
- Alcalá Nalváiz, J.T., Boal Sánchez, N., Gómez Ibañez, M.I. & Serrano Pastor, S. (2019). Flipped Learning en prácticas de matemáticas en Ingeniería Electrónica. Una experiencia piloto. En Sein-Echaluze Lacleta, M.L., Fidalgo Blanco, A. & García-Peñalvo, F.J. (Eds.) *Aprendizaje, Innovación y Cooperación como impulsores del cambio metodológico. Actas del V Congreso Internacional sobre Aprendizaje, Innovación y Cooperación. CINAIC 2019 (9-11 de Octubre de 2019, Madrid, España)* (pp. 567-572). Servicio de Publicaciones Universidad de Zaragoza. doi:10.26754/CINAIC.2019.0116.
- Baker, J.W. (2000). The 'Classroom Flip': Using Web Course Management Tools to Become the Guide by the Side. In *Selected Papers from the 11th International Conference on College Teaching and Learning*, (pp. 9-17). https://digitalcommons.cedarville.edu/media_and_applied_communications_publications/15/
- Bergmann, J. & Sams, A. (2012). *Flip Your Classroom: Reach Every Student in Every Class Every Day*. International Society for Technology in Education. https://www.rcboe.org/cms/lib/GA01903614/Centricity/Domain/15451/Flip_your_Classroom.pdf
- Calduch-Losa, Á., Blanes-Selva, V., Alcina-Sanchis, F., Ahuir-Esteve, V. & Moscoso-García, M. (2017). Opiniones de los alumnos sobre actividades realizadas en una asignatura con docencia inversa. En Sein-Echaluze Lacleta, M.L., Fidalgo Blanco, A. & García-Peñalvo, F.J. (Eds.) *La innovación docente como misión del profesorado. Actas del IV Congreso internacional sobre aprendizaje,*

- innovación y competitividad*, CINAIC 2017 (pp. 616-620). Servicio de publicaciones Universidad de Zaragoza. doi: [10.26754/CINAIC.2017.000001_131](https://doi.org/10.26754/CINAIC.2017.000001_131)
- Cantón, A. & Fernández-Jambrina, L. (2009). De la clase magistral a la evaluación continua. En *III Jornadas Internacionales U.P.M. sobre Innovación Educativa y Convergencia Europea INECE'09*. <https://oa.upm.es/5770/>
- Castedo, R., Fernández-Torres, J.M., López, L., Chiquito, M.P., Santos, A., Ortiz, J.E., Pérez-Fortes, A.P. & Ortega, M.F. (2019). Gamificación combinada con aula invertida, aplicación en un grado de ingeniería. En Sein-Echaluze Lacleta, M.L., Fidalgo Blanco, A. & García-Peñalvo, F.J. (Eds.) *Aprendizaje, Innovación y Cooperación como impulsores del cambio metodológico. Actas del V Congreso Internacional sobre Aprendizaje, Innovación y Cooperación. CINAIC 2019 (9-11 de Octubre de 2019, Madrid, España)* (pp. 373-378). Servicio de publicaciones Universidad de Zaragoza. Doi: [10.26754/CINAIC.2019.0079](https://doi.org/10.26754/CINAIC.2019.0079)
- Castilla, G., Alriols, J., Romana, M. & Escribano, J.J. (2015). Resultados del estudio experimental de Flipped learning en el ámbito de la enseñanza de matemáticas en ingeniería. En *Universidad Europea, XII Jornadas Internacionales de Innovación Universitaria Educar para transformar: Aprendizaje experiencial* (pp. 774-782). <https://abacus.universidadeuropea.es/handle/11268/4491>
- Del Arco Bravo, I., Flores Alarcía, O., & Silva, P. (2019). El desarrollo del modelo flipped classroom en la universidad: impacto de su implementación desde la voz del estudiantado. *Revista de Investigación Educativa*, 37(2), 451-469. <https://doi.org/10.6018/rie.37.2.327831>
- Fernández-Jambrina, L. (2013). Docencia no presencial como alternativa a la clase magistral en los primeros cursos de ingeniería. En *III Congreso Internacional sobre Aprendizaje, Innovación y Competitividad CINAIC 2013* (pp. 414-419). http://oa.upm.es/33314/1/INVE_MEM_2013_180195.pdf
- Fernández-Jambrina, L. (2015). *Ecuaciones diferenciales*. OpenCourseWare de la Universidad Politécnica de Madrid. Disponible en <http://ocw.upm.es/course/ecuaciones-diferenciales?section=5>
- Fernández-Jambrina, L. (2017). Ecuaciones diferenciales con aula invertida. En Sein-Echaluze Lacleta, M.L., Fidalgo Blanco, A. & García-Peñalvo, F.J. (Eds.) *La innovación docente como misión del profesorado. Actas del IV Congreso internacional sobre aprendizaje, innovación y competitividad, CINAIC 2017* (pp. 461-465). Servicio de publicaciones Universidad de Zaragoza. doi: [10.26754/CINAIC.2017.000001_096](https://doi.org/10.26754/CINAIC.2017.000001_096)
- Fernández-Jambrina, L. (2021). Ecuaciones diferenciales con aula invertida y covid. En Sein-Echaluze Lacleta, M.L., Fidalgo Blanco, A. & García-Peñalvo, F.J. (Eds.)

- Innovaciones docentes en tiempos de pandemia. Actas del V Congreso Internacional sobre Aprendizaje, Innovación y Cooperación. CINAIC 2021 (20-22 de Octubre de 2021, Madrid, España)* (pp. 318-323). Servicio de publicaciones Universidad de Zaragoza. doi: 10.26754/uz.978-84-18321-17-7
- Fulton, K. (2012). Upside down and inside out: Flip your classroom to improve student learning. *Learning & Leading with Technology*, 39, 12-17. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ982840.pdf>
- Kuiper, S.R., Carver, R.H., Posner, M.A. & Everson, M.G. (2015). Four Perspectives on Flipping the Statistics Classroom: Changing Pedagogy to Enhance Student-Centered Learning. *PRIMUS*, 25(8), 655-682. <https://doi.org/10.1080/10511970.2015.1045573>
- Lage, M. J., Platt, G. J. & Treglia, M. (2000). Inverting the classroom: A gateway to creating an inclusive learning environment. *The Journal of Economic Education*, 31(1), 30-43. <https://www.jstor.org/stable/1183338>
- Leris, D., Bellostas, B., Vea F., Velamazán, Á. & Sein-Echaluce, M.L. (2013). Modelos operativos de aprendizaje adaptativo en Moodle. En *II Congreso Internacional sobre Aprendizaje, Innovación y Competitividad CINAIC 2013* (pp. 659-664). http://138.4.83.137/dmami/documentos/liti/ACTAS_CINAIC_2013.pdf
- Mason, G.S., Shuman, T.R. & Cook, K.E. (2013). Comparing the Effectiveness of an Inverted Classroom to a Traditional Classroom in an Upper-Division Engineering Course. *IEEE Transactions on Education*, 56(4), 430-435. <https://doi.org/10.1109/TE.2013.2249066>
- Mestre-Mestre, E.M., Fita, I.C., Fita, A.M., Monserrat J.F. & Moltó, G. (2015) Aula inversa en estudios tecnológicos. En *III Congreso Internacional sobre Aprendizaje, Innovación y Competitividad CINAIC 2015*, (pp. 329-334). <https://www.grycap.upv.es/gmolto/publications/preprints/Molto2015aie.pdf>
- Novillo, A., Blanco, M.J., Cid, M.A. & Rodríguez, I. (2015). Una modalidad de Flipped classroom combinada con cuestionarios on-line en la asignatura de bioquímica. En *Universidad Europea, XII Jornadas Internacionales de Innovación Universitaria Educar para transformar: Aprendizaje experiencial*, (pp. 683-691). <https://abacus.universidadeuropea.es/handle/11268/4479>
- Pino, B., Prieto, B., Prieto, A., & Illeras, F.M. (2016). Utilización de la metodología de aula invertida en una asignatura de Fundamentos de Informática. *Enseñanza y Aprendizaje de Ingeniería de Computadores*, 6, 67-75. <https://www.uach.cl/uach/ file/ai-en-informatica-5bcf2932b9dde.pdf>
- Sams, A., Bergmann, J., Daniels, K., Bennett, B., Marshall, H.W. & Arfstrom, K.M. (2014). What Is Flipped Learning? Flipped Learning Network (FLN).

https://flippedlearning.org/wp-content/uploads/2016/07/FLIP_handout_FNL_Web.pdf

- Sánchez-Canales, M., García-Aranda, C., Morillo-Balsera, M.C., Miguel Sánchez de la Muela, A. & Fernández-Gutiérrez del Álamo, L. (2019). Clasificación de los diferentes modelos de Aula invertida y su aplicación en la Universidad Politécnica de Madrid. En En Sein-Echaluce Lacleta, M.L., Fidalgo Blanco, A. & García-Peñalvo, F.J. (Eds.) *Aprendizaje, Innovación y Cooperación como impulsores del cambio metodológico. Actas del V Congreso Internacional sobre Aprendizaje, Innovación y Cooperación. CINAIC 2019 (9-11 de Octubre de 2019, Madrid, España)* (pp. 607-611). Servicio de Publicaciones Universidad de Zaragoza. doi: [10.26754/CINAIC.2019.0124](https://doi.org/10.26754/CINAIC.2019.0124)
- Sánchez-Cruzado, C., Sánchez-Compañía, M.T., & Ruiz, J. (2019). Experiencias reales de aula invertida como estrategia metodológica en la Educación Universitaria española. *Publicaciones*, 49(2), 39–58. doi:10.30827/publicaciones.v49i2.8270
- Sein-Echaluce, M.L. Fidalgo, A. & García, F. (2015). Metodología de enseñanza inversa apoyada en b-learning y gestión del conocimiento. En Á. Fidalgo Blanco, M. L. Sein-Echaluce Lacleta, & F. J. García-Peñalvo (Eds.), *La Sociedad del Aprendizaje. Actas del III Congreso Internacional sobre Aprendizaje, Innovación y Competitividad. CINAIC 2015 (14-16 de Octubre de 2015, Madrid, España)* (pp. 464-468). Fundación General de la Universidad Politécnica de Madrid. <https://repositorio.grial.eu/handle/grial/480>
- Sousa Santos, S., Peset González, M.J. & Muñoz Sepúlveda, J. (2017). La metodología Flipped Classroom en la enseñanza híbrida universitaria: la satisfacción de los estudiantes. En Sein-Echaluce Lacleta, M.L., Fidalgo Blanco, A. & García-Peñalvo, F.J. (Eds.) *La innovación docente como misión del profesorado. Actas del IV Congreso internacional sobre aprendizaje, innovación y competitividad, CINAIC 2017* (pp. 315-320). Servicio de Publicaciones Universidad de Zaragoza. doi: [10.26754/CINAIC.2017.000001_063](https://doi.org/10.26754/CINAIC.2017.000001_063)
- Strayer, F.J. (2012). How learning in an inverted classroom influences cooperation, innovation and task orientation. *Learning Environ Res*. 15, 171-193. <http://dx.doi.org/10.1007/s10984-012-9108-4>
- Vicente Torres, M.A., Colino Matilla, A., Comas Rengifo, M.D. & Martín Fernández, B. La Enseñanza Inversa Exprés fomenta el aprendizaje autónomo en grupos numerosos. En *III Congreso Internacional sobre Aprendizaje, Innovación y Competitividad CINAIC 2015* (pp. 807-810). <https://www.youtube.com/watch?v=lqpilcGh1QM>
- Yoshida, H. (2016). Perceived Usefulness of “Flipped Learning” on instructional design for elementary and secondary education: with focus on pre-service teacher

education. *International Journal of Information and Education Technology*, 6, 430-434. <https://www.researchgate.net/publication/276856965>

Zhang, D., Zhou, L., Briggs, R.O. & Nunamaker, J.F. (2006). Instructional video in e-learning: Assessing the impact of interactive video on learning effectiveness. *Information & Management*, 43, 15-27. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378720605000170>

Fecha de recepción: 9 de marzo de 2022

Fecha de aceptación: 15 de junio de 2022



Este artículo pertenece a la Universidad de Zaragoza y se distribuye bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional.

Eres libre de compartir copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato Bajo las condiciones siguientes:

Reconocimiento de la autoría, ya incluida en esta diapositiva.

NoComercial — no se puede utilizar el material para una finalidad comercial.

SinObraDerivada — Sin remezclar, transformar o crear a partir del material