



**VNIVERSIDAD
DSALAMANCA**

CAMPUS DE EXCELENCIA INTERNACIONAL



**PROYECTO DE INNOVACIÓN DOCENTE
ID2016/148**

**MEMORIA DE ACTIVIDADES:
CONVOCATORIA DE AYUDAS DE LA UNIVERSIDAD DE SALAMANCA A PROYECTOS
DE INNOVACIÓN Y MEJORA DOCENTE.**

CURSO 2016-17

PROYECTO ID2016/148

TÍTULO DEL PROYECTO:

Aplicación del modelo de clase invertida a prácticas de laboratorio

REFERENCIA:

ID2016/148

PROFESOR COORDINADOR:

María Dolores Merchán Moreno

RELACIÓN DE MIEMBROS DEL EQUIPO:

María del Mar Canedo Alonso

Carmen González Blanco

María Dolores Merchán Moreno

José Luis Usero García

INTRODUCCIÓN

Un aspecto de preocupación del equipo de profesores que ha realizado este trabajo es la docencia Práctica, de especial relevancia en la enseñanza de las ciencias experimentales. Por este motivo, ha concurrido a todas las convocatorias de Innovación docente del vicerrectorado de docencia de la Universidad de Salamanca desde el año 2009. En algunos casos solicitando equipamiento para introducir nuevas experiencias prácticas, en otros solicitando fondos para programar actividades de aula en asignaturas experimentales, probando nuevas metodologías de aprendizaje, y siempre teniendo como objetivo, motivar a los estudiantes e implicarlos en el estudio y en su aprendizaje.

El proyecto que se ha llevado a cabo tiene como objetivo implementar la metodología de clase invertida "*Flipped Classroom*" en la docencia práctica de dos asignaturas de Ingeniería Química: "Química Física", 1º y "Termodinámica Aplicada", 2º de GR en Ingeniería Química.

Este modelo pedagógico consta de dos etapas, la primera de ellas que tiene lugar fuera del aula, en este caso concreto fuera del laboratorio, y una segunda etapa que tiene lugar en el aula o laboratorio, en presencia del profesor, y una vez que el estudiante ha descubierto los conceptos que se van a trabajar mediante el visionado de vídeos educativos preparados por el profesor.

De acuerdo con este modelo, las actividades que requieren habilidades de pensamiento de orden inferior como recordar, comprender y aplicar según la taxonomía de Bloom revisada, pueden desarrollarse en solitario en casa, y las actividades que requieren habilidades de pensamiento de orden superior como analizar, evaluar y crear, serán desarrolladas en el aula, o en nuestro caso en el laboratorio, donde la ayuda del profesor es más útil y necesaria.

Para llevar a cabo este proyecto, se cuenta con una serie de vídeos educativos grabados en el curso 2015_16 por estudiantes de Comunicación Audiovisual, y en los que los actores, y guionistas fueron estudiantes del Grado en Ingeniería Química, y se cuenta además con otros dos vídeos explicativos de otras dos experiencias, que se han producido durante este curso.

En la *Flipped classroom*, tan importante es el trabajo que el estudiante realiza en el aula, en presencia del profesor, como el que realiza autónomamente en su casa. Sin embargo, esto no quiere decir que el profesor esté siendo sustituido por una explicación grabada, el gran cambio, en nuestro caso, proviene de que los estudiantes acuden al laboratorio con los conceptos teóricos necesarios para comenzar el desarrollo experimental, preparados para comprender mejor las explicaciones del profesor de prácticas. Pueden volver a consultar los conceptos explicados tantas veces como los requieran, y lo que nos parece más interesante, el tiempo dedicado al laboratorio puede aprovecharse, además de para llevar a cabo la experiencia, para discutir con el profesor y consultar los conceptos que no hayan quedado claros, sin necesidad de dedicar tanto tiempo a la explicación de conceptos.

Esta metodología requiere por un lado, producir los vídeos académicos con claridad, concreción y brevedad y por otro, preparar las sesiones autónomas para que a la vez que el estudiante visualiza los vídeos, el profesor tenga información del tiempo dedicado y aprovechamiento de los estudiantes de forma individual. La plataforma *EDpuzzle*, proporciona información sobre el tiempo que cada estudiante dedica a cada uno de los vídeos, permite intercalar preguntas abiertas, tipo test y enviar comentarios a los estudiantes. De modo que el profesor puede saber, antes de comenzar la sesión de laboratorio los alumnos que han visto los vídeos, los que han respondido correctamente a las cuestiones y los que no, así como enviar una retroalimentación a los estudiantes de modo individual sobre las respuestas que han emitido.

El trabajo presenta cómo se ha llevado a cabo la organización de 4 prácticas en la plataforma *EDpuzzle*, y se recogen las conclusiones más relevantes del desarrollo de las prácticas con la metodología de Clase Invertida.

OBJETIVOS

1) Utilizar videos educativos grabados por estudiantes del Grado en Comunicación Audiovisual y el grado en Ingeniería Química en el curso 2015_16, para implementar la metodología de Clase Invertida en las prácticas de asignaturas de Ingeniería Química.

2) Grabar otros dos vídeos académicos para la explicación de dos nuevas prácticas del currículo del grado en Ingeniería Química, con la colaboración de los estudiantes de prácticas externas del grado en Comunicación Audiovisual

3) Ayudar a los estudiantes de Ingeniería química de nuestras asignaturas a recordar los conceptos teóricos que se utilizarán en las prácticas de laboratorio antes de pasar a hacer el trabajo experimental.

4) Utilizar todo tiempo de laboratorio para hacer el trabajo experimental, y evitar las horas de explicación previas a la realización de las prácticas.

5) Aumentar la motivación y curiosidad de nuestros estudiantes antes de comenzar un trabajo experimental, mediante la invitación a ver los vídeos que les recomendará el profesor de la asignatura.

ACTIVIDADES REALIZADAS

El proyecto se ha realizado en dos partes claramente diferenciadas, la primera de ella, correspondiente a la asignatura “Química Física” de primero de Ingeniería Química y en la que se han utilizado los vídeos que se habían producido el año pasado, y en la que se ha podido cambiar la metodología de enseñanza.

La segunda parte, ha consistido en preparar dos nuevos vídeos para la asignatura “Termodinámica Aplicada” de segundo de Ingeniería química, y preparar la plataforma *EDpuzzle* para poder utilizarla en el próximo curso.

Fase I: Utilización de vídeos producidos el curso anterior en la asignatura “Química Física” de primero de Ingeniería Química.

1. Para poder comparar los resultados de las prácticas cuando se utiliza una metodología de clase invertida con la enseñanza tradicional, el mismo profesor, y con el mismo grupo de estudiantes ha realizado dos prácticas diferentes. Una de ellas se ha llevado a cabo mediante la explicación magistral, como se venía haciendo tradicionalmente *“Determinación de volúmenes*

molares parciales”, y la segunda, “*Estudio cinético de la decoloración de la fenolftaleína en medio básico*” se ha realizado después de que los estudiantes vieran los videos elaborados el curso pasado.

2. Se elaboró una encuesta de satisfacción para recoger las opiniones de los estudiantes sobre la metodología empleada.

Fase II: Grabado de nuevos vídeos para la asignatura “Termodinámica Aplicada” de segundo de Ingeniería Química, y preparación de la plataforma *EDpuzzle* para el acompañamiento de los estudiantes en la clase invertida.

El trabajo se realizó siguiendo las siguientes actividades:

1. Reunión del grupo de profesores de Química Física del equipo de innovación docente para seleccionar las prácticas que se realizarán mediante la metodología de Clase Invertida y las que se llevarán a cabo mediante una metodología tradicional. En esta misma reunión se decidió utilizar los vídeos grabados por los estudiantes el curso pasado en la asignatura “Química Física” de primero de Ingeniería Química, y grabar otros dos vídeos para las prácticas de “Termodinámica Aplicada” de segundo.
2. Distribución del trabajo correspondiente a la producción de dos nuevos vídeos para las prácticas de la asignatura “Termodinámica Aplicada de segundo curso”.
3. Reunión con el equipo de grabación, estudiantes de prácticas externas del grado en comunicación audiovisual, para explicarles el formato de los vídeos, las escenas, y las ecuaciones que queríamos incluir en cada una de las partes de los vídeos.
4. Grabación de los nuevos vídeos para la asignatura de “Termodinámica Aplicada”. En este caso, no se implicó a estudiantes de la asignatura, sino que lo realizaron los profesores del equipo de innovación docente.
5. Preparación de un aula virtual en la plataforma educativa *EDpuzzle* donde se colgaron los vídeos y se llevó a cabo el seguimiento de los estudiantes.
6. Preparación de una batería de preguntas intercaladas en los vídeos que nos permita detectar el nivel de comprensión que se ha adquirido después del visionado de los vídeos.

Esta fase del trabajo incluía la utilización de estos vídeos y de la plataforma *EDpuzzle* en la asignatura de segundo, sin embargo, no se han podido utilizar puesto que las prácticas se realizaron en noviembre, y los vídeos no pudieron grabarse hasta el segundo cuatrimestre.

Quedan pendiente, por tanto para el próximo curso las siguientes tareas:

7. Presentación del Proyecto a los estudiantes, y explicación del sitio web donde deben acceder para ver los vídeos.
8. Preparación de una encuesta de satisfacción de los estudiantes participantes que permitirá la evaluación del proyecto.
9. Puesta en común de la experiencia entre estudiantes y profesores.

10. Recogida de los indicadores y evaluación, por parte del equipo de profesores, del proyecto actual.
11. Propuestas de mejora de cara a próximos cursos académicos.
12. Presentación de resultados del proyecto en Congresos de Innovación docente de Ciencias

RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Fase I: Utilización de vídeos producidos el curso anterior en la asignatura “Química Física” de primero de Ingeniería Química.

Los vídeos docentes que se han producido para llevar a cabo esta fase del proyecto están disponibles en un canal de YouTube del área de Comunicación Audiovisual, y pueden verse en los enlaces que aparecen a continuación de este párrafo. Este material ha sido producido por los estudiantes del grado en comunicación audiovisual. Estos vídeos fueron diseñados, por estudiantes del grado en Ingeniería Química que hicieron tanto de guionistas como de actores (Proyecto de Innovación docente ID2015/0078) [1].

Vídeo 1: Explicación el método de aislamiento y preparación del medio de reacción (Fig. 1). <https://www.youtube.com/watch?v=jOgMKNyJILw>



Fig 1. Captura de pantalla del vídeo correspondiente al método de aislamiento.

Vídeo 2: Fundamentos de espectrofotometría, partes de un espectrofotómetro, registro de espectro y selección de longitud de onda óptima/ máxima. Teoría del método de integración para orden 1, lanzamiento de la cinética y recogida de datos. <https://www.youtube.com/watch?v=6MZbO-3XO6Q>

Vídeo 3: Tratamiento de datos cinéticos en Excel, aplicando el método de integración. Obtención de pseudoconstantes de velocidad. <https://www.youtube.com/watch?v=upfAKJw1Efo>



Fig 2. Captura de pantalla del vídeo "Tratamiento de datos cinéticos".

Vídeo 4: Tratamiento de datos cinéticos para obtener el orden de reacción respecto al reactivo en exceso y k verdadera. Recogida de datos y conclusiones finales.

<https://www.youtube.com/watch?v=3ZFqU5-fXZM>



$$v = k[P^{2-}]^{\beta} [OH^{-}]^{\alpha}$$

$$v = k'[P^{2-}]^{\beta}; \text{ donde } k' = k [OH^{-}]^{\alpha}$$

$$\ln k' = \ln k + \alpha \ln [OH^{-}]$$

4. Obtención de la constante de velocidad a partir de pseudoconstantes.

Fig 3. Captura de pantalla del vídeo "Obtención del orden de reacción y de la constante de velocidad".

Resultados de la encuesta de satisfacción

Con la intención de conocer el grado de aceptación de esta metodología por parte de los estudiantes, se elaboró una encuesta configurable en la plataforma Moodle en la que se les pedía opinión sobre diferentes aspectos.

SATISFACCIÓN CON LOS VÍDEOS DE LA PRÁCTICA DE DECOLORACIÓN DE LA FENOLFTALEÍNA

PREGUNTA 1

Indica el número de veces que has visto cada uno de los vídeos.

Ejemplo: 1. (1 vez) 2. (3 veces) 3. (0 veces) 4. (5 veces)

PREGUNTA 2

Indica de 1 (nada) a 5 (mucho) tu grado de acuerdo con la siguiente afirmación:

La explicación de los vídeos es suficientemente clara como para entrar al laboratorio a hacer las prácticas con la supervisión de un profesor, **sin necesidad de una explicación previa.**

PREGUNTA 3

Indica de 1 (nada) a 5 (mucho) tu grado de acuerdo con la siguiente afirmación:

Los vídeos me han ayudado a entender mejor y a hacer correctamente **el tratamiento de los datos.**

PREGUNTA 4

Indica de 1 (nada) a 5 (mucho) tu grado de acuerdo con la siguiente afirmación:

Los vídeos me han ayudado a **elaborar el informe de laboratorio** y ha sido más fácil hacerlo.

PREGUNTA 5

Indica de 1 (nada) a 5 (mucho) tu grado de acuerdo con la siguiente afirmación:

Esta modalidad de explicación, es útil porque **deja más tiempo para hacer el trabajo experimental.**

PREGUNTA 6

Indica de 1 (nada) a 5 (mucho) tu grado de acuerdo con la siguiente afirmación:

La explicación del método cinético descrito en el vídeo me ha sido útil para resolver y/o **entender mejor algunos problemas de la asignatura**

PREGUNTA 7

Indica de 1 (nada) a 5 (mucho) tu grado de acuerdo con la siguiente afirmación:

Me gustaría que hubiera **más vídeos grabados** que explicaran parte de los contenidos de la asignatura.

PREGUNTA 8

Indica de 1 (nada) a 5 (mucho) tu grado de **satisfacción general** con esta metodología de explicar las prácticas.

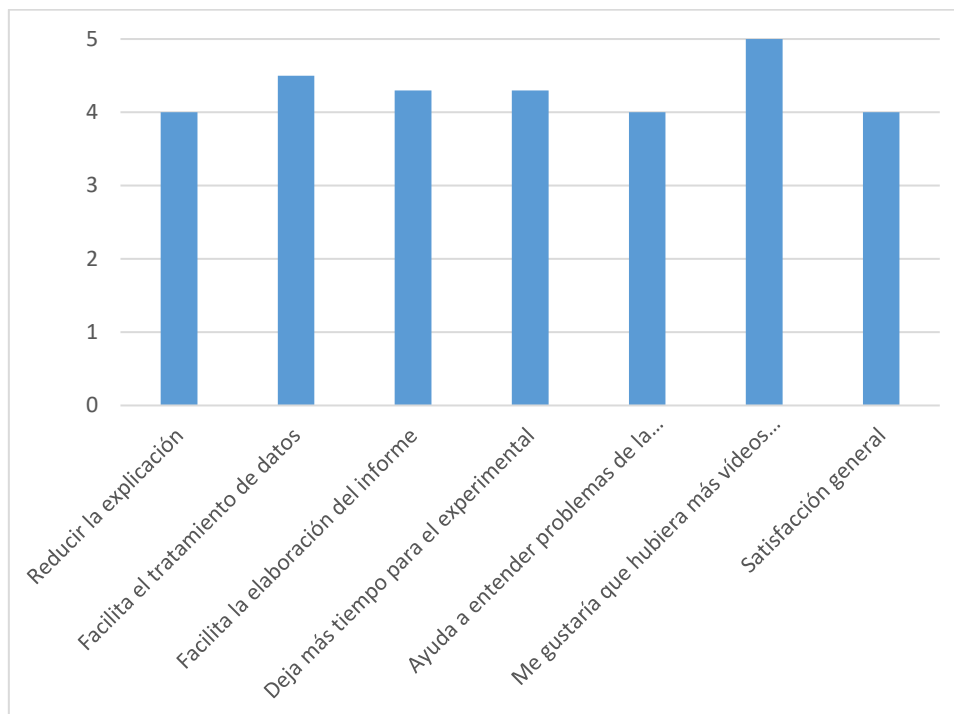


Fig 4. Resultados de la evaluación de la metodología de explicación de la práctica mediante metodología *Flipped Classroom*.

Item 1:

El promedio de veces que los estudiantes visualiza el vídeo es de 2.5 veces. Esta es una de las ventajas de esta metodología. Mientras que en el método tradicional el estudiante debe enterarse y entender todos los detalles de la práctica con una única explicación, en la metodología de clase invertida, los estudiantes pueden ver los vídeos tantas veces como lo necesiten, lo cual es sumamente interesante si tenemos en cuenta que en los grupos de prácticas siempre habrá estudiantes más y menos rápidos.

Item 2: La explicación de los vídeos es suficientemente clara como para entrar al laboratorio a hacer las prácticas con la supervisión de un profesor, sin necesidad de una explicación previa.

La puntuación obtenida sobre 5 puntos es de 4, lo que quiere decir que ampliamente, los estudiantes opinan que se puede reducir la explicación previa del profesor, y se puede sustituir por una explicación más personalizada en el momento en el que surjan las dudas.

Item 3: Los vídeos me han ayudado a entender mejor y a hacer correctamente el tratamiento de los datos.

En este aspecto, el valor promedio obtenido es de 4.5 sobre 5. El hecho de que los estudiantes puedan recurrir de nuevo a la explicación viendo nuevamente el vídeo,

supone una gran ayuda para los estudiantes, tanto para la realización del correcto tratamiento de los datos como para la elaboración del informe de laboratorio.

Item 4: Los vídeos me han ayudado a elaborar el informe de laboratorio y ha sido más fácil hacerlo.

En esta consulta los estudiantes votaron con un 4,3 sobre 5.

Item 5: Esta modalidad de explicación, es útil porque deja más tiempo para hacer el trabajo experimental.

En esta consulta los estudiantes votaron con un 4,3 sobre 5. Esto nos parece muy relevante ya que en la docencia práctica es más interesante aprovechar el tiempo para que los estudiantes experimenten y hagan, que para escuchar explicaciones teóricas. Como no es posible dejarles hacer, sin una explicación previa, esta metodología optimiza y minimiza el tiempo utilizado para la formación teórica previa.

Item 6: La explicación del método cinético descrito en el vídeo me ha sido útil para resolver y/o entender mejor algunos problemas de la asignatura.

El resultado obtenido de 4 sobre 5, es interesante porque constata que esta metodología y esta práctica en concreto está en conexión con los contenidos teóricos de la asignatura.

Item 7: Me gustaría que hubiera más vídeos grabados que explicaran parte de los contenidos de la asignatura.

Esta metodología, puede que por la novedad o por el hecho de que permita repasar las explicaciones del profesor, ha tenido una buena aceptación por parte de los estudiantes, y al 100% de ellos le gustaría que hubiera más contenidos explicados mediante vídeos académicos.

Item 8: grado de satisfacción general con esta metodología de explicar las prácticas.

La puntuación obtenida en la satisfacción general de 4 sobre 5, refuerza la idea de que hemos conseguido los objetivos del proyecto y la idea de que es un modelo pedagógico interesante para ser aplicado en la docencia práctica.

Fase II: Grabado de nuevos vídeos para la asignatura “Termodinámica Aplicada” de segundo de Ingeniería Química, y preparación de la plataforma EDpuzzle para el acompañamiento de los estudiantes en la clase invertida.

A) Producción de Vídeos

Los vídeos docentes utilizados para esta fase del proyecto se han grabado en este curso académico. Mientras que los vídeos del curso pasado fueron diseñados por los estudiantes de Ingeniería Química, este año han sido los profesores de la asignatura de Termodinámica Aplicada los encargados de diseñar y de actuar. Dichos vídeos están disponibles en el canal de *YouTube* del área de comunicación audiovisual, y están disponibles en el link que se presenta a continuación.

Vídeo 5: Recogida de datos para la representación de la isoterma de un gas real.
<https://www.youtube.com/watch?v=RtDeWxMhhrY>



Fig 5.- Captura de pantalla del vídeo “Isotermas de un fluido real: Diagrama de Andrews”.

Vídeo 6: Determinación de la entalpía de combustión de un compuesto orgánico.
<https://www.youtube.com/watch?v=vKyaA1MvGD0>



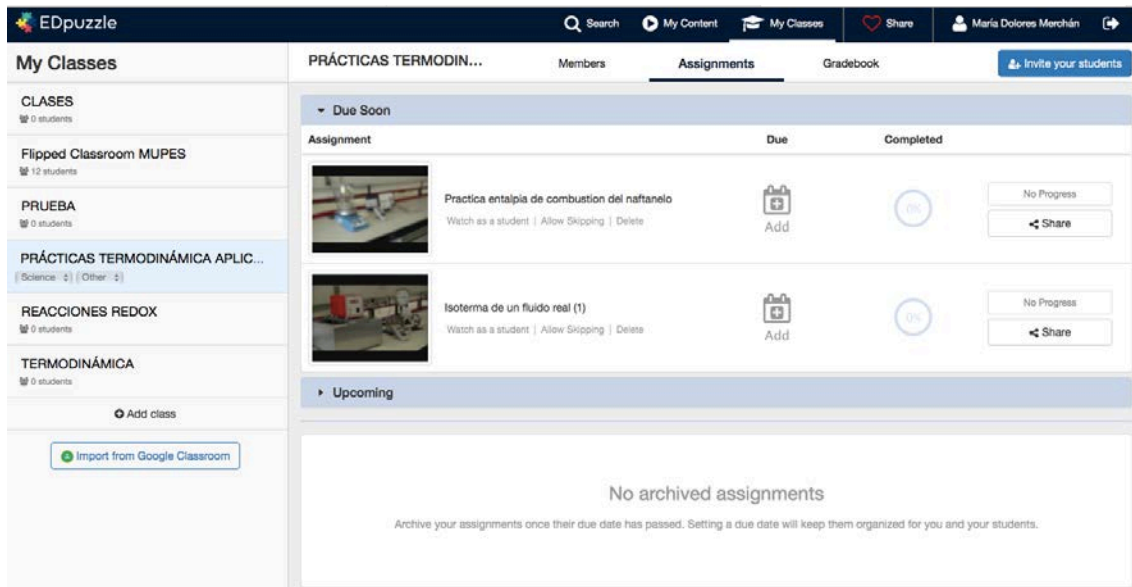
Fig 6.- Captura de pantalla del vídeo “Combustión del naftaleno. Calorimetría”.

B) Preparación de un aula virtual en la plataforma EDpuzzle

Con los vídeos grabados de las dos prácticas se diseñó una clase en EDpuzzle. Los estudiantes acceden a la clase en el tiempo de trabajo fuera del aula y siempre antes de acudir a la práctica de laboratorio. Según ven los vídeos van surgiendo preguntas que les obliga a reflexionar sobre cada uno de los aspectos de la práctica para una mejor comprensión de la misma. Al terminar de verlo el profesor recibe de cada estudiante el tiempo que ha tardado en verlo y el número de veces que ha visto cada una de las partes del vídeo, así como la puntuación obtenida al responder a las cuestiones planteadas.

Gracias a la herramienta *EDpuzzle* el profesor puede hacer una buena evaluación formativa al ofrecer *feedback* al alumno antes de las prácticas, personalizando el aprendizaje y resolviendo dudas que pudieran ir surgiendo en el proceso.

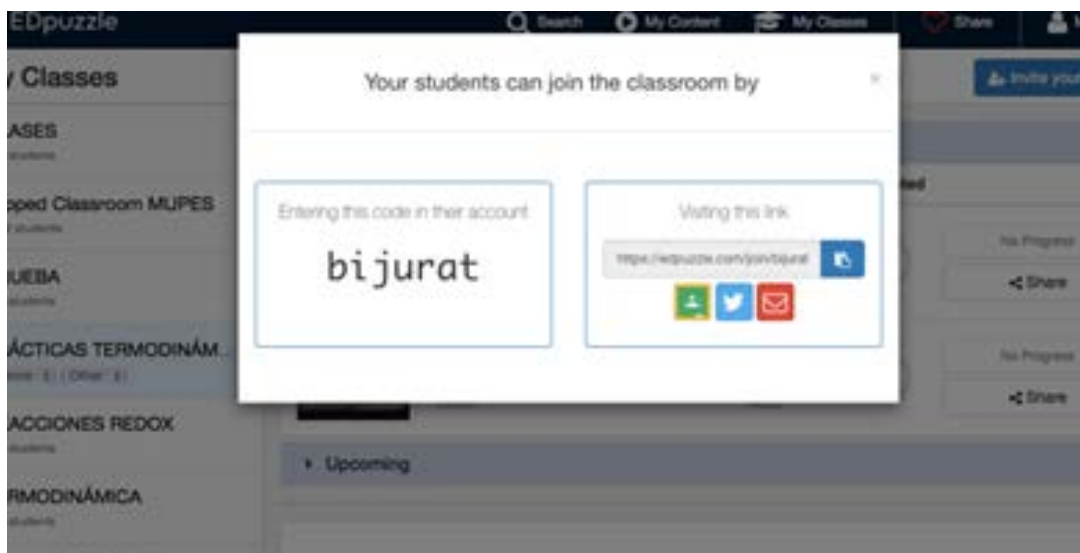
Con todo esto el profesor sabe, antes de comenzar las prácticas, el grado de conocimiento que los alumnos tienen de las mismas pudiendo adelantarse a las posibles dificultades.



The screenshot shows the EDPuzzle interface for a class titled "PRÁCTICAS TERMODINÁMICA APLICADA". The interface includes a sidebar with "My Classes" and a main content area with "Assignments". Two assignments are listed under "Due Soon": "Practica entalpia de combustion del naftanelo" and "Isoterma de un fluido real (1)". Each assignment has a video thumbnail, a description, and options to "Add", "Share", or "No Progress".

Figura 7. Clase de EDPuzzle "PRÁCTICAS TERMODINÁMICA APLICADA" en la que están ubicados los vídeos.

Los estudiantes, después de hacerse usuarios de *EDpuzzle* con perfil de estudiantes acceden a la clase "PRÁCTICAS TERMODINÁMICA APLICADA" a través del código *bijurat* que previamente se les pasó.

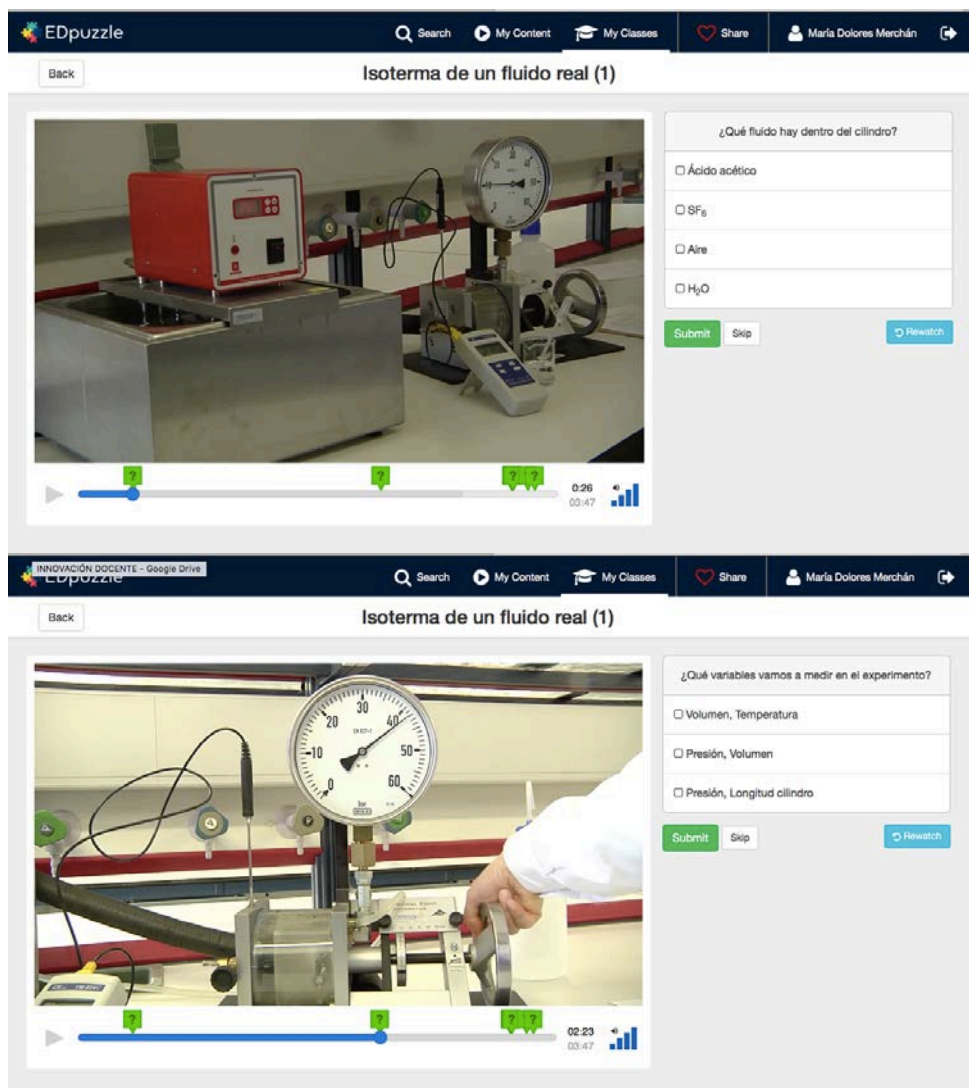


The screenshot shows a modal window titled "Your students can join the classroom by". It contains two options: "Entering this code in their account" with the code "bijurat" and "Visiting this link" with the URL "https://edpuzzle.com/join/bijurat". There are also social media sharing icons for WhatsApp, Twitter, and Email.

Fig 8.- Captura Código y links para invitar a los alumnos a unirse a la clase "PRÁCTICAS TERMODINÁMICA APLICADA"

Uno de los puntos más potentes de la clase invertida llevada a cabo con apoyo de *EDpuzzle* consiste en el acompañamiento y retroalimentación que el profesor puede hacer al estudiante.

La plataforma *EDpuzzle* permite manipular los vídeos, de forma que puede cortarse una parte, incluir comentarios, notas de voz, e incluso cuestionarios que mantengan la atención del estudiante y posibiliten al profesor conocer si los estudiantes han visto los vídeos, cuántas veces, y si han sabido responder a las cuestiones planteadas. En las figuras siguientes se presentan capturas de pantalla de las cuestiones que se han intercalado en uno de los vídeos.



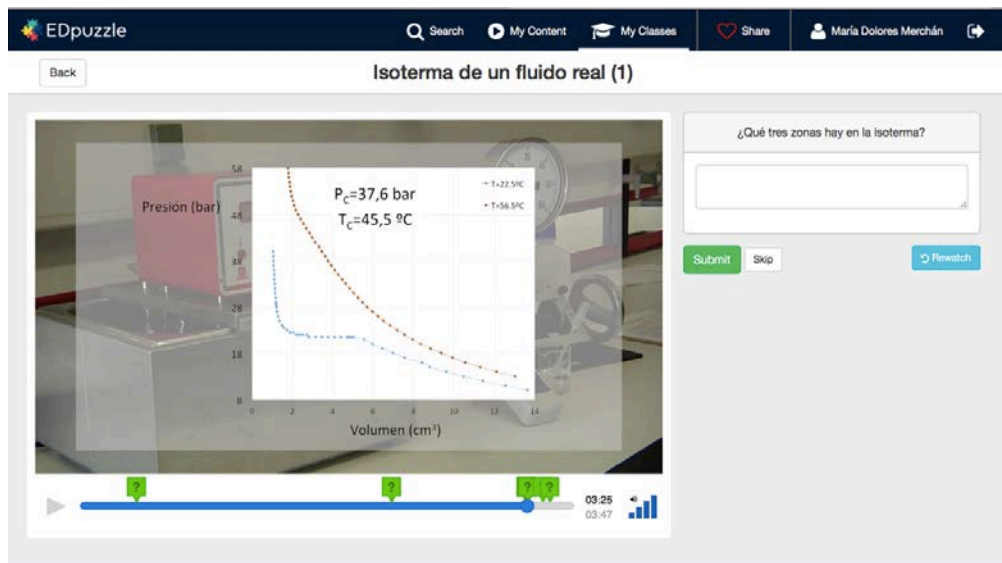
The figure shows two screenshots of the EDpuzzle platform interface. Both screenshots are titled "Isoterma de un fluido real (1)".

The top screenshot shows a video player with a red control box on a metal base. To the right of the video, a question is displayed: "¿Qué fluido hay dentro del cilindro?". Below the question are four radio button options: "Ácido acético", "SF₆", "Aire", and "H₂O". At the bottom of the question area are "Submit", "Skip", and "Rewatch" buttons. The video player has a progress bar and a timestamp of 0:26 / 03:47.

The bottom screenshot shows a video player with a close-up of a hand adjusting a pressure gauge. To the right, a question is displayed: "¿Qué variables vamos a medir en el experimento?". Below the question are three radio button options: "Volumen, Temperatura", "Presión, Volumen", and "Presión, Longitud cilindro". At the bottom of the question area are "Submit", "Skip", and "Rewatch" buttons. The video player has a progress bar and a timestamp of 02:23 / 03:47.

Fig 9.- Preguntas tipo test intercaladas en el vídeo "Isotermas de un gas real".

Las Figuras 9 y 10 recogen dos ejemplos de preguntas tipo test que se han intercalado en la posición deseada, y que le saltarán al estudiante durante la visualización. El estudiante no podrá continuar hasta que haya respondido. La plataforma permite intercalar preguntas abiertas, preguntas tipo test, o de verdadero o falso.



The screenshot shows the EDpuzzle interface for a video titled "Isoterma de un fluido real (1)". The video content displays a graph of Pressure (bar) versus Volume (cm³) for a real fluid. The critical pressure is $P_c = 37,6 \text{ bar}$ and the critical temperature is $T_c = 45,5 \text{ }^\circ\text{C}$. Two isotherms are shown: one at $T = 22,5 \text{ }^\circ\text{C}$ (above T_c) and one at $T = 56,5 \text{ }^\circ\text{C}$ (below T_c). The graph shows a blue curve with a horizontal plateau, indicating a phase transition. The video player includes a progress bar, a question mark icon, and a timestamp of 03:25 / 03:47. On the right side, an open question is displayed: "¿Qué tres zonas hay en la isoterma?". Below the question is a text input field and buttons for "Submit", "Skip", and "Rewatch".

Fig 10.- Pregunta abierta intercalada en el vídeo "Isotermas de un gas real".

CONCLUSIONES

Se puede concluir que la metodología de *Clase Invertida* con el apoyo de la plataforma EDPuzzle, puede ser muy interesante en la docencia práctica, con las ventajas ya comentadas de:

1. Disminuir el tiempo dedicado a la explicación para disponer de más tiempo real de experimentación.
2. Los estudiantes tendrán un apoyo continuo para resolver sus dudas mientras estén elaborando el informe o tratando los resultados.
3. El profesor podrá acudir al laboratorio informado sobre aquellos estudiantes que han visto los vídeos y los que no, y de los que lo han visto, los que han sabido responder a las cuestiones planteadas.

BIBLIOGRAFÍA

[1] M. D. Merchán, M.M. Canedo; J. López-Gil; J.L. Usero. *Motivating students of Chemical Engineering through a cooperative work recording educational videos*, TEEM`16. ACM. ISBN 978-1-4503-4747-1/16/11.
<http://dx.doi.org/10.1145/3012430.3012610>.