



Invirtiendo las clases de hidráulica y riegos

Flipping hydraulic and irrigation classes

Fernando Sobrino Olmedo ^{1*}, Sergio Zubelzu Mínguez ¹, Leonor Rodríguez-Sinobas ¹

¹ Grupo de investigación hidráulica del Riego. Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agraria, alimentaria y de Biosistemas. Universidad Politécnica de Madrid.

* Corresponding author email: f.sobrino@alumnos.upm.es

Recibido: 17/03/2017 | Aceptado: 24/05/2017 | Fecha de publicación: 31/08/2017
DOI:10.20868/abe.2017.2.3562

HIGHLIGHTS

- La clase inversa apoyada en herramientas multimedia permite el aprendizaje experiencial en hidráulica y riegos
- Desarrollo de vídeos que incorporan cuestiones que requieren de la participación activa del alumno
- Se han empleado como apoyo de las clases magistrales y de las prácticas de laboratorio

TITULARES

- Flipped classroom with multimedia tools facilitates experiential learning in hydraulic and irrigation
- A set of videos that incorporate questions which require the active student participation has been created
- These videos have been used as support material for master classes and laboratory practices

RESUMEN

En este artículo se presenta una experiencia educativa basada en la combinación de la clase inversa y el aprendizaje experiencial en los siguientes temas: hidrología e irrigación. Se han desarrollado herramientas multimedia alojadas en la plataforma edpuzzle para la preparación de clases magistrales y prácticas reales de manejo de riego llevadas a cabo en el laboratorio de hidráulica y riegos. La plataforma referida permite crear o reutilizar materiales interactivos que requieren la participación de los estudiantes ya que las preguntas se intercalan en los videos proporcionando una primera evaluación de desempeño por parte del alumno, válida para diseñar prácticas por el docente. También proporciona información y nivel de comparación para la evaluación del desempeño una vez realizada la práctica. Después de ver los videos y contestar a las preguntas, los estudiantes han hecho prácticas en el laboratorio y asistido a las clases magistrales con el material de apoyo proporcionado por los docentes. Una de las ventajas de la metodología empleada conocida como clase inversa es que reduce precisamente el tiempo dedicado a las clases magistrales ya que éstas se realizan a través de los videos. Este tiempo ganado se puede dedicar a poner en práctica los conocimientos teóricos, a resolver dudas y a realizar prácticas en el laboratorio. Todo ello encaminado a lograr un aprendizaje significativo. Por último, se han sometido los alumnos a un proceso de evaluación vinculado a la valoración inicial recogida de material audiovisual. La experiencia ha demostrado la validez de la metodología, su capacidad para proporcionar información útil para el diseño físico de la práctica por parte del profesor y las clases magistrales y una mejora en el uso potencial de las prácticas por los estudiantes involucrados.

Palabras clave: Clase inversa, herramientas multimedia, riego, hidráulica.

ABSTRACT

In this paper an educational experience is presented based on the combination of flipped classroom methodology and experiential learning in the following subjects: hydrology and irrigation. The approach has been the development of hosted multimedia tools in the edpuzzle platform for the preparation of master classes and actual management practices of irrigation conducted in the hydraulic and irrigation laboratory. The platform referred allows creating or reusing interactive materials requiring student participation as questions are interspersed in the videos providing a first performance evaluation by the student, valid for designing practices by the teacher and gives information and comparison level for performance evaluation once the practice is made. After viewing videos and answering questions students have done practices in the laboratory with the support material provided by teachers. One advantage of the methodology known as flipped classroom is precisely reducing the time spent on lectures as they are carried through the videos. This gained time can be devoted to implement the theoretical knowledge, to answer questions and perform laboratory practices. All aimed at achieving meaningful learning. In the end, students have undergone an evaluation process linked to the initial assessment collected from audiovisual material. Experience has shown the validity of the methodology, its ability to provide useful information for the physical design of the practice and for the master classes by the teacher and an improvement in the potential use of practices by the students involved.

Key words: Flipped classroom, multimedia tools, irrigation, hydraulic.

1. INTRODUCCIÓN

El estudio de la ecuación de la energía constituye una de las bases sobre las que se asienta la mayor parte del temario de las asignaturas de ingeniería hidráulica e ingeniería de riegos en los grados de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agraria, Alimentaria y de Biosistemas. Su planteamiento en términos unidimensionales permite dar solución a muchas de las cuestiones teóricas y problemas que se plantean en tales asignaturas. Por tanto su perfecta comprensión y asimilación por parte de los alumnos constituye un elemento nuclear en la estrategia docente de la asignatura.

Tradicionalmente la docencia en esta materia se ha orientado en torno al método clásico de clase magistral, ensayo de laboratorio y combinación de evaluación continua y evaluación final. Recientemente se ha adoptado una estrategia complementaria gracias a la incorporación de técnicas docentes innovadoras. Entre ellas se ha optado en un primer instante por el método de la clase invertida (CI) o flipped classroom por sus vocablos anglosajones fomentando la participación activa del alumno.

El CI es un modelo pedagógico que transfiere el trabajo de determinados procesos de aprendizaje fuera del aula y utiliza el tiempo de clase, junto con la experiencia del docente, para facilitar y potenciar otros procesos de adquisición y práctica de conocimientos dentro del aula [1], [2].

Sin embargo, invertir una clase es mucho más que la edición y distribución de un video. Se trata de un enfoque integral que combina la instrucción directa con métodos constructivistas, el incremento de compromiso e implicación de los estudiantes con el

contenido del curso y la mejora de su comprensión conceptual.

Cuando los docentes diseñan y publican en línea, el tiempo de clase se libera para que se pueda facilitar la participación de los estudiantes en el aprendizaje activo a través de preguntas, discusiones y actividades aplicadas que fomentan la exploración, la articulación y aplicación de ideas.

Los orígenes de la clase invertida así como su denominación se localizan en Woodland Park High School en Woodland Park, Colorado, donde dos profesores de química, Jonathan Bergmann y Aaron Sams, acuñaron el término “Flipped Classroom” [3]. Bergmann y Sams se dieron cuenta de que los estudiantes frecuentemente perdían algunas clases. En un esfuerzo para ayudar a estos alumnos, impulsaron la grabación y distribución de video, pero además, se dieron cuenta que este mismo modelo permite que el profesor centre más la atención en las necesidades individuales de aprendizaje de cada estudiante.

El modelo de CI ha sido aplicado en otras ocasiones en contextos docentes universitarios en general [4], [5], [6] y vinculados a las ciencias técnicas e ingenieriles [7], [8], [9].

En resumen, la innovación educativa que supone este modelo aporta como principales beneficios los siguientes [10]:

- Es una oportunidad para que el profesorado pueda compartir información y conocimiento entre sí, con el alumnado y la comunidad.
- Proporciona al alumnado la posibilidad de volver a acceder a los mejores contenidos generados o facilitados por sus profesores.
- Crea un ambiente de aprendizaje colaborativo en el aula.

Existen múltiples alternativas para la materialización de la CI [11], [12]. De entre todas ellas es común el empleo de materiales audiovisuales en general y de vídeos en particular. El video se ha convertido en una herramienta de gran eficiencia para el profesor, permite que cada alumno repita tantas veces como desee la lección y es un recurso visual y atractivo para el estudiante. Entre sus inconvenientes a menudo se cita las complicaciones para coordinarlo con las clases magistrales así como las dificultades para garantizar su afectividad al depender de la iniciativa del alumno.

Así, las herramientas que permitan maximizar la actividad y participación del alumno contribuirán a potenciar la efectividad del vídeo. Esta necesidad ha sido identificada y resuelta en determinadas ocasiones, especialmente en los MOOC, mediante la incorporación de cuestionarios o elementos que requieren la interacción del alumno. Esta filosofía ha sido incorporada en la herramienta edpuzzle. Se trata de una plataforma online (www.edpuzzle.com) que permite la creación de clases complejas que incluyan materiales audiovisuales editables.

Cada clase está compuesta por un conjunto de materiales audiovisuales editados y presentados con arreglo a las necesidades del curso. Los vídeos puede editarse incorporando preguntas que permitan mantener la atención del alumno y obtener información sobre su aprovechamiento. El profesor dispone de la opción de vincular el avance del vídeo a la contestación e incluso al resultado de la pregunta.

La herramienta permite tratar la información de los resultados de los alumnos y proporcionar informes elaborados acerca del

aprovechamiento y los resultados de los alumnos.

De esta forma, en los trabajos expuestos en la presente comunicación se ha tratado de implementar un modelo de clase invertida para la docencia de la ecuación de la energía dentro de la disciplina de la ingeniería hidráulica y los riegos, hecho cuya exposición que ha constituido el principal objetivo de la presente comunicación..

2 METODOLOGÍA

Uno de los principales contenidos sobre los que se centra la enseñanza de las materias relacionadas con la hidráulica y los riegos es el estudio energético del fluido. A partir de las expresiones que gobiernan el movimiento de los fluidos una vez hechas las simplificaciones oportunas y para un hilo de corriente se expone y analiza la ecuación de Bernoulli en la ecuación 1 [13, 14].

$$\left(\frac{p}{\gamma} + z + \frac{u^2}{2g} \right)_1 = \left(\frac{p}{\gamma} + z + \frac{u^2}{2g} \right)_2 \quad (1)$$

Tradicionalmente la ecuación de Bernoulli se explicaba combinando clases magistrales de tipo teórico y práctico junto con ensayos de laboratorio encaminados al contraste experimental del cumplimiento de dicha ecuación. La combinación de clases magistrales y de ensayos de laboratorio responde a una estrategia conjunta para la exposición completa de las implicaciones del teorema de Bernoulli y de la ecuación de la energía en términos unidimensionales.

Tradicionalmente las sesiones magistrales teóricas parten del planteamiento de las ecuaciones de Navier-Stokes sobre la sección transversal y su integración hasta la deducción del carácter constante de la altura piezométrica (ecuación 2). La consideración de la igualdad entre la potencia total de la sección y el

producto de la energía media por unidad de peso de la sección multiplicada por el peso que atraviesa la sección transversal por unidad de tiempo permite incorporar el sumando cinético y deducir la ecuación de la energía referida en el teorema de Bernoulli (3).

$$-\nabla p + \mu \nabla^2 \vec{u} + \rho \vec{g} = \rho \vec{a} \rightarrow (-\nabla p + \rho \vec{g})_w = \vec{0} \rightarrow \left(\frac{p}{\gamma} + z \right)_w = cte \quad (2)$$

$$dP = \gamma H dQ \rightarrow H = \frac{p}{\gamma} + z + \alpha \frac{u^2}{2g} \approx \frac{p}{\gamma} + z + \frac{u^2}{2g} \quad (3)$$

De forma complementaria a los planteamientos referidos, los desarrollos anteriores permiten incorporar el concepto de pérdidas de carga (h_f) y su significado hidráulico en términos de la

conservación de la energía (ecuación 4) sin profundizar en su caracterización que se realizará en unidades posteriores de la asignatura.

$$H_1 = H_2 + hf_{12} \quad (4)$$

Las sesiones magistrales de carácter práctico centradas en la ecuación de la energía persiguen su aplicación a determinados elementos aforadores o de regulación hidráulica tales como estrechamientos o venturímetros (figura 1a), orificios (figura 1b), diafragmas (figura 1c) o compuertas (figura 1d) [15].

Adicionalmente a estas aplicaciones sobre elementos de regulación y aforo, el profesor realiza aplicaciones numéricas concretas para la solución de problemas empleando la

ecuación de la energía. Se resuelve un caso que implica el cálculo del caudal utilizando un estrechamiento en una conducción en la que se ubica un manómetro diferencial.

En paralelo a estas sesiones magistrales se organiza una sesión de prácticas en el laboratorio de hidráulica en la que se hace uso de una mesa de ensayos del teorema de Bernoulli. En la figura 2 se incluyen un esquema y una fotografía de la mesa de ensayos del teorema de Bernoulli [15].

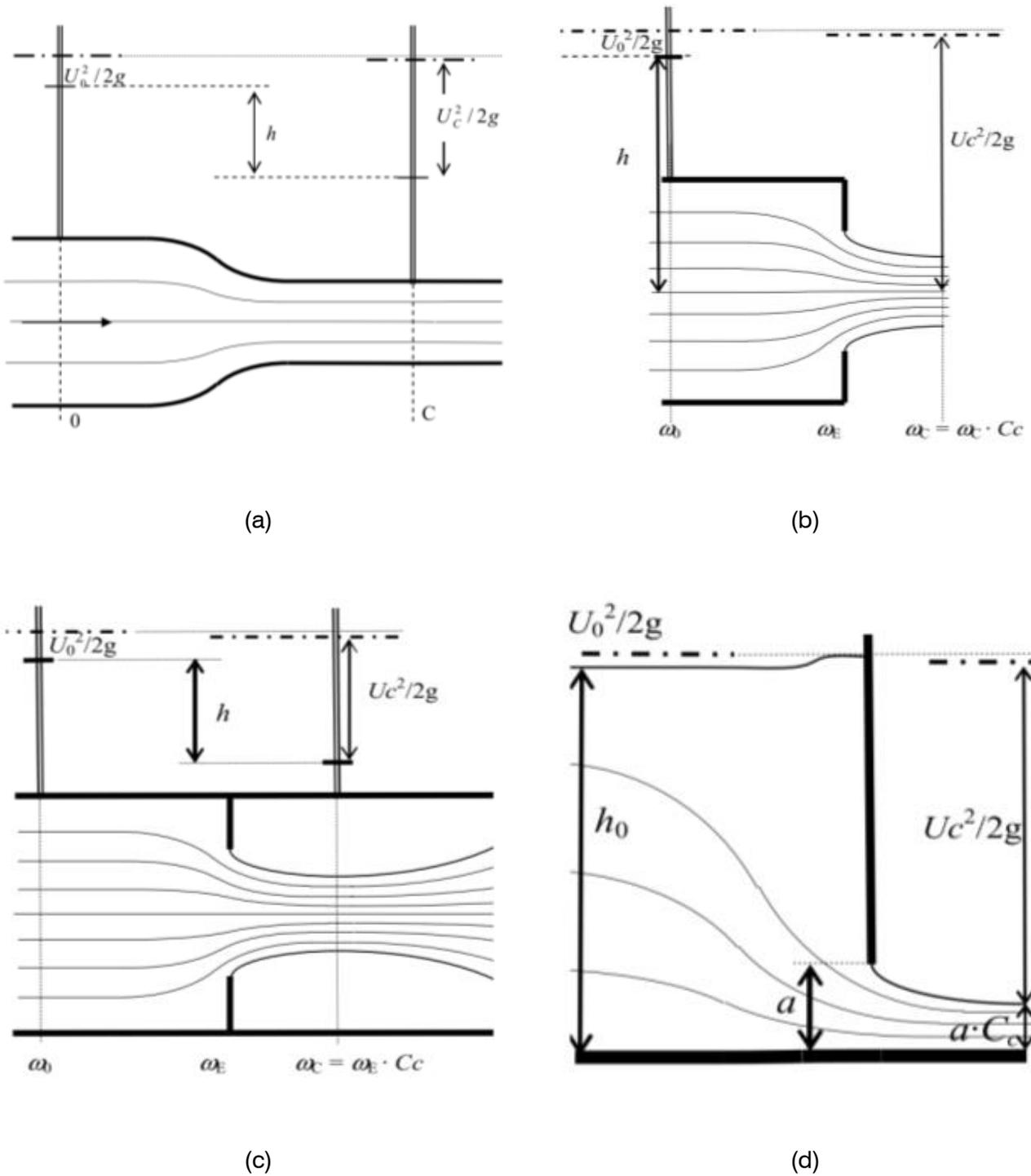


Fig. 1. Esquemas de los elementos de estudio de la ecuación de la energía [5]

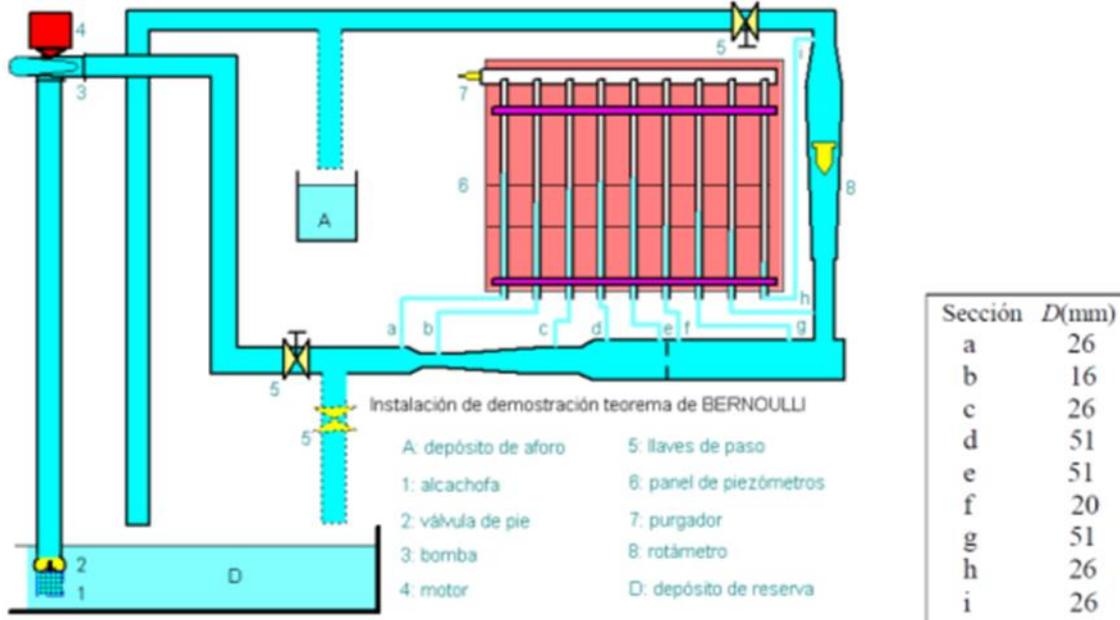


Fig 2. Mesa de ensayos del teorema de Bernoulli

El objetivo de la práctica es comprobar la aplicación del teorema de Bernoulli y conseguir que los alumnos se familiaricen con los procesos de intercambio energético entre los diferentes sumandos que componen la energía total del fluido en movimiento. Finalmente, comprobar cómo el estrechamiento de una corriente puede fundamentar operaciones de aforo. A este efecto, se trabaja con tres tipos diferentes de medidores de gasto en conductos forzados: venturi, rotámetro y diafragma.

En la práctica los alumnos acuden al laboratorio y el profesor conduce la práctica con el apoyo de los alumnos que se ocupan de observar las lecturas de los piezómetros para distintas situaciones de flujo desde la posición de hidrostática hasta el estado de máxima carga de la instalación. La operativa de la práctica se divide en tres fases:

Fase previa:

1. Llenado del depósito de reserva y cebado de la bomba.
2. Comprobar que la llave de alimentación está cerrada y arrancar el motor de la bomba. Llenar el circuito de agua. Seguidamente, cerrar la llave de descarga.
3. Manteniendo en funcionamiento la bomba, maniobrar las llaves de alimentación y descarga hasta conseguir el régimen deseado, procurando que todos los piezómetros quedan dentro del rango de medidas. Para ello, se dejará salir aire por el purgador o se introducirá con ayuda del bombín compresor.

Desarrollo de la prueba:

Cada ensayo consiste en una serie de operaciones destinadas a observar las líneas piezométricas y de energía a lo largo de un tramo de tubería en el que se interponen los elementos singulares arriba indicados. Son las siguientes:

1. Controlar el tiempo de descarga para llenar un volumen prefijado en el depósito de aforo.

2. Anotar las alturas de columna de agua observadas en los piezómetros y en el rotámetro.

3. Establecer un nuevo régimen de funcionamiento modificando la posición de las llaves y repetir los pasos 1 y 2.

Los alumnos toman los datos de los ensayos en un estadillo como el reflejado en la figura 3 [15].

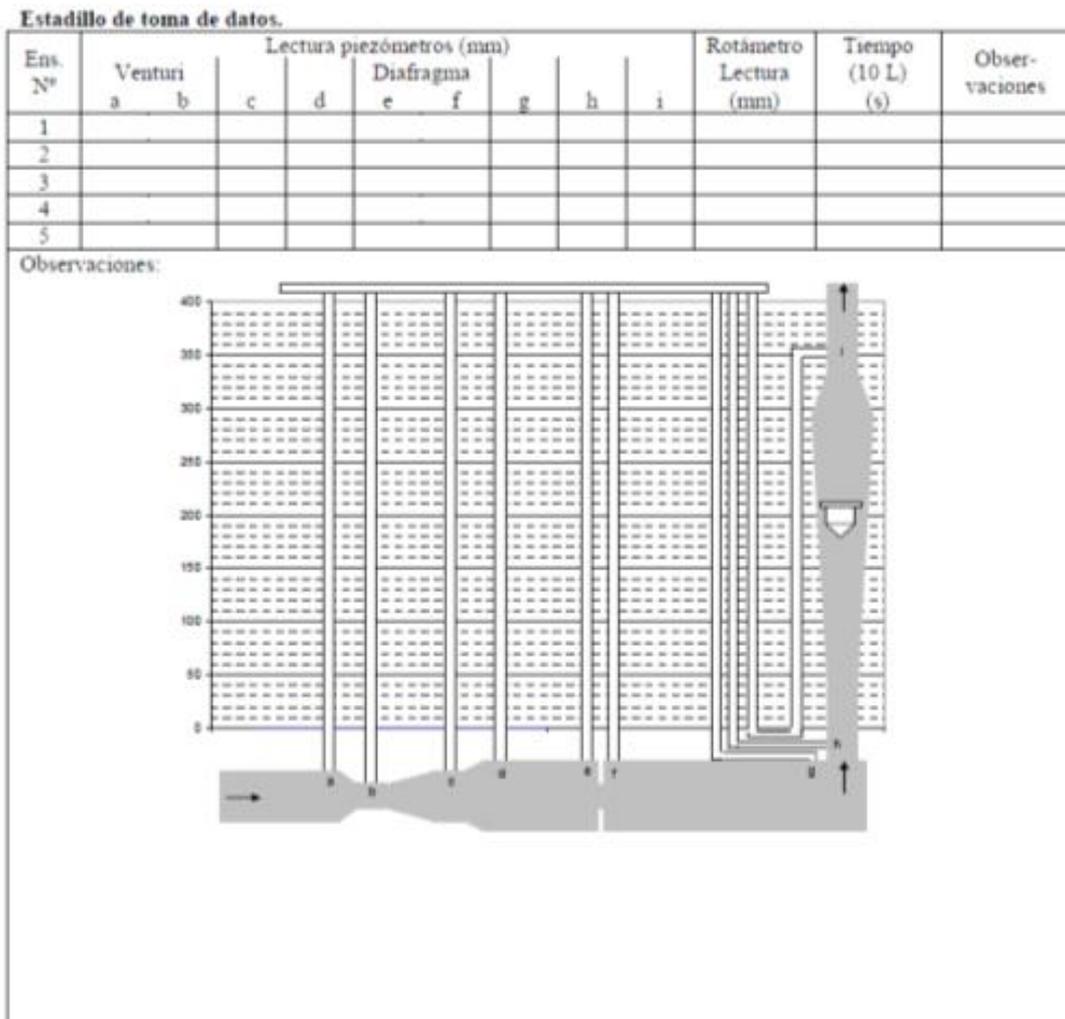


Fig 3. Estadillo de toma de datos de la práctica.

Finalmente se les exige a los alumnos la entrega de un informe en el que den respuesta a los siguientes ítems:

1. Con el supuesto de fluidez perfecta, calcular el caudal en los dispositivos de aforo observados a partir de las diferencias de presión. Representar las líneas piezométrica y de energía.
2. Calibrar cada medidor de flujo usando la medida volumétrica del caudal.
3. Dibujar las líneas de corriente y comparar las pérdidas de energía en los distintos puntos.
4. Determinar el gasto y el coeficiente de pérdidas de los elementos singulares para todos y cada uno de los regímenes ensayados.
5. Representar los valores del coeficiente de pérdidas en función del número de Reynolds, para cada singularidad.
6. Comentar los resultados obtenidos con la prueba.

Tomando como base el esquema de trabajo previamente definido en los párrafos anteriores, la propuesta docente se ha completado incorporando la metodología CI en la que los alumnos adoptan un papel más activo que el que han venido adoptando tradicionalmente en la asignatura.

Para ello se ha hecho uso de herramientas audiovisuales persiguiendo una mayor interacción por parte del alumno y un papel más activo en la preparación de la clase. Se ha perseguido la creación de vídeos cortos en los que el profesor apunta los contenidos previamente definidos (exposición teórica y práctica de la ecuación de Bernoulli y ensayo de laboratorio).

En la concepción de la metodología docente se ha perseguido la máxima interacción por parte de los alumnos así como la preparación previa efectiva de los contenidos de cara al máximo aprovechamiento de los materiales. De esta forma se ha buscado disponer de una herramienta que permita una evaluación sincrónica de la adquisición de conceptos por parte del alumno. Se ha optado por la creación y edición de los vídeos en la herramienta edpuzzle (www.edpuzzle.com). Se trata de una herramienta que permite la generación de contenidos audiovisuales que permiten la incorporación de cuestionarios en el propio vídeo de manera que el alumno se ve obligado a contestar preguntas sobre los contenidos que está viendo. De esta forma se dispone de una pre-evaluación del alumnado que permite su posterior contraste con los resultados obtenidos en la presentación del informe de prácticas. Adicionalmente esta información permite identificar desviaciones y corregir planteamientos erróneos por parte del profesor.

A menudo la práctica de laboratorio de la mesa de Bernoulli forma parte de las preguntas incluidas en el examen final con lo que existe otra fuente de contraste de la pre-evaluación basada en la herramienta audiovisual creada.

De forma concreta se han preparado tres vídeos cortos relacionados con la exposición del teorema de Bernoulli.

- Primer vídeo orientado a la exposición básica del teorema y de la ecuación de la energía. Este vídeo queda incardinado en la exposición teórica mediante clase magistral de la ecuación de Bernoulli.
- Segundo vídeo en el que se exponen las aplicaciones del teorema del Bernoulli vinculado a los elementos de aforo.

- Tercer vídeo explicativo de la práctica de laboratorio.

A lo largo de los tres vídeos se han insertado determinadas preguntas que los alumnos se ven obligados a contestar para poder avanzar en el vídeo.

Se han incluido preguntas tipo test para dinamizar el vídeo haciendo que el alumno no invierta un tiempo excesivo en la visualización. Se ha planteado una estrategia de vídeos cortos de una duración no superior a 1 minuto con el mismo objetivo ya referido de garantiza un elevado dinamismo.

3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

La experiencia se ha comenzado a implantar a lo largo del curso académico 2016/2017. Se han creado los materiales audiovisuales y se han puesto a disposición de los alumnos advirtiéndoles de su presencia tanto de forma verbal en la clase como mediante la inclusión de avisos en la plataforma Moodle de la asignatura.

En esta primera experiencia se ha planteado la participación de los alumnos de forma voluntaria de manera que ningún alumno se viese obligado a visualizar los vídeos ni contestar las preguntas.

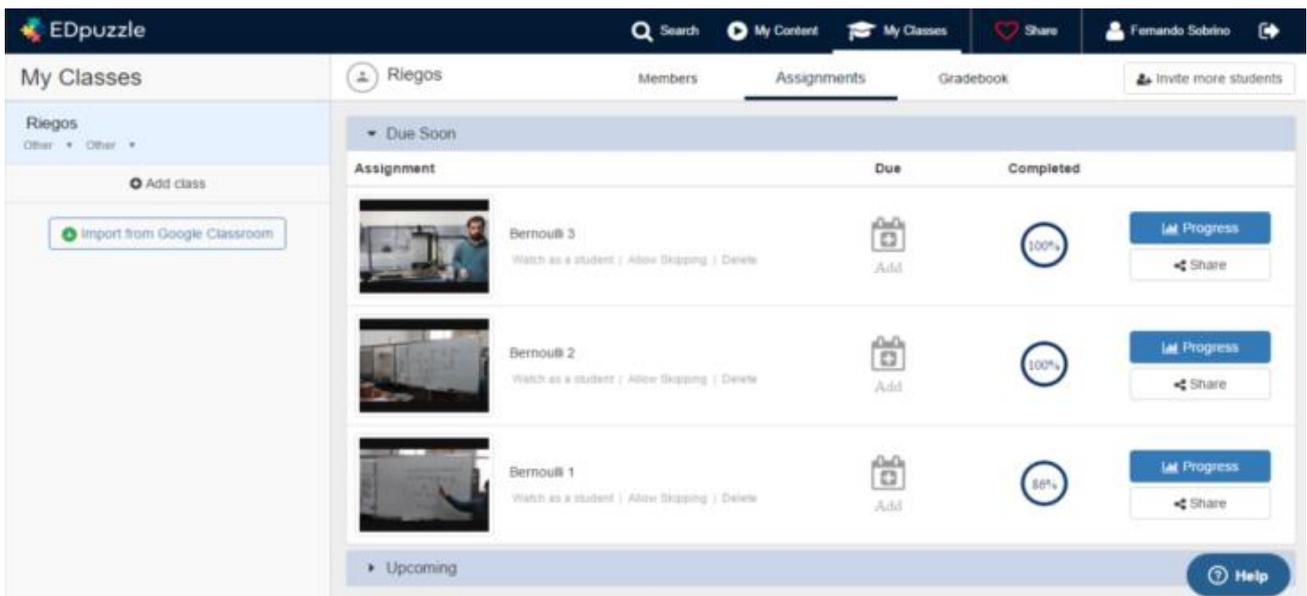


Fig. 4. Imagen del curso con los vídeos expuestos

Esta modalidad permite también analizar el nivel de participación de los alumnos como índice del atractivo de la propuesta docente.

Se ha creado una clase en edpuzzle denominada Riego que incluye únicamente los tres vídeos ya definidos en el apartado

metodológico. El aspecto general del curso y los vídeos se ha reflejado en la figura 4.

En cada uno de los vídeos aparece el profesor de la asignatura ya fuese junto a una pizarra en la que aparecen expuestos los conceptos necesarios como para explicar la clase o junto

Invirtiendo las clases de hidráulica y riegos

Fernando Sobrino Olmedo, Sergio Zubelzu Mínguez, Leonor Rodríguez-Sinobas

al equipo necesario como para llevar a cabo la práctica. En la figura 5 se han incluido un conjunto de imágenes consecutivos de cada uno de los vídeos expuestos.

Las preguntas insertadas aparecen junto al vídeo y se detiene la imagen hasta que el alumno contesta.

En este caso se ha bloqueado el avance del vídeo y se ha diseñado de forma que el alumno obtiene el resultado de su respuesta junto con la opción correcta. En la figura 6 se incluyen algunas de las preguntas incluidas en cada uno de los tres vídeos.

El alumno está obligado a registrarse en el curso en la plataforma de manera que tanto su registro

como los accesos dejan rastro en la plataforma. La herramienta proporciona bastante información respecto de las estadísticas de los alumnos que visualizan los vídeos y de los resultados de las preguntas contestadas. En la figura 7 se incluyen algunas de las informaciones que la plataforma proporciona.

En la experiencia llevada a cabo, un total de 7 alumnos de entre los 43 alumnos matriculados en la asignatura y el grupo analizado han entrado a la plataforma y visualizado los vídeos. Los resultados muestran que los alumnos han contestado de forma correcta en una tasa que se acerca al 50% en todos los casos. En la figura 8 se presentan los resultados de una pregunta de cada uno de los tres vídeos.

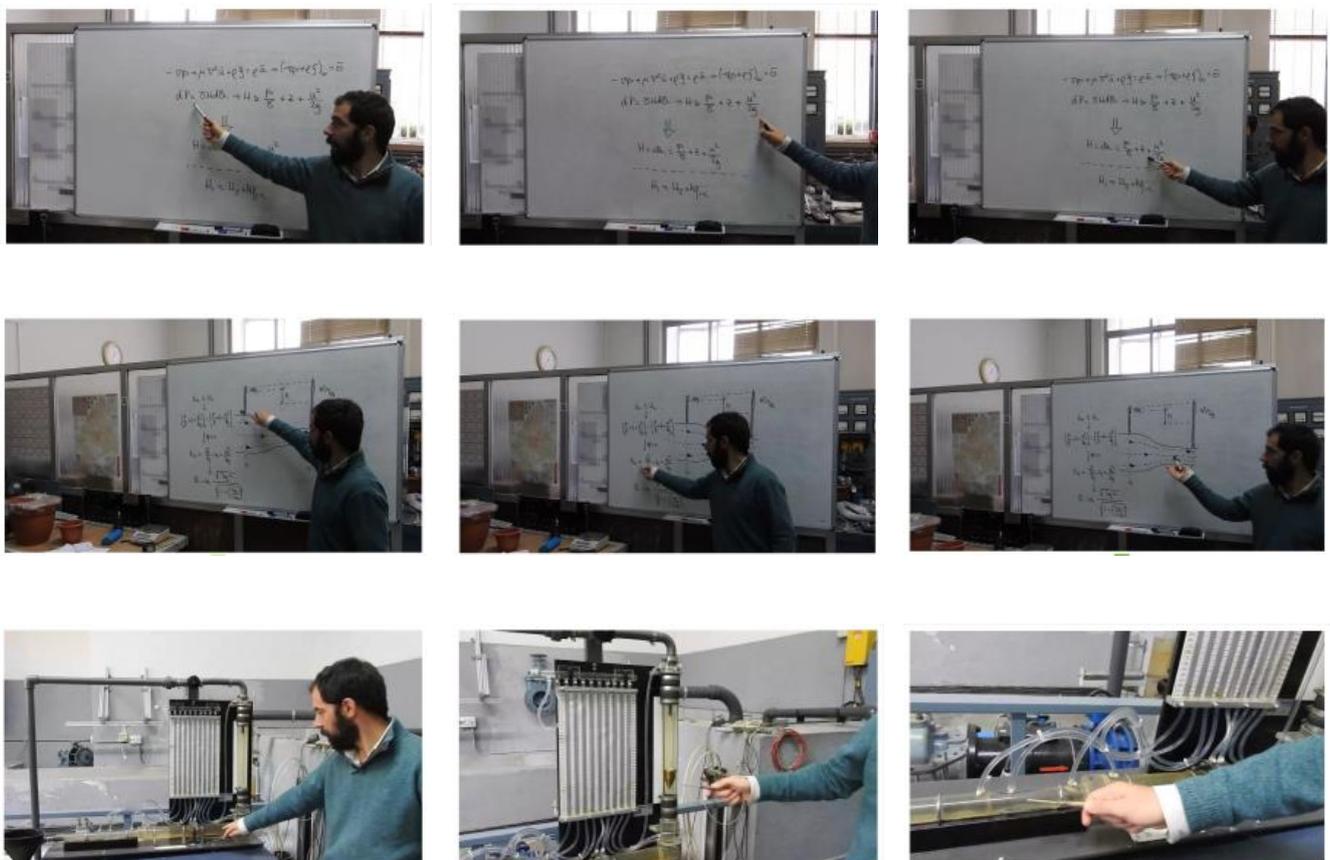
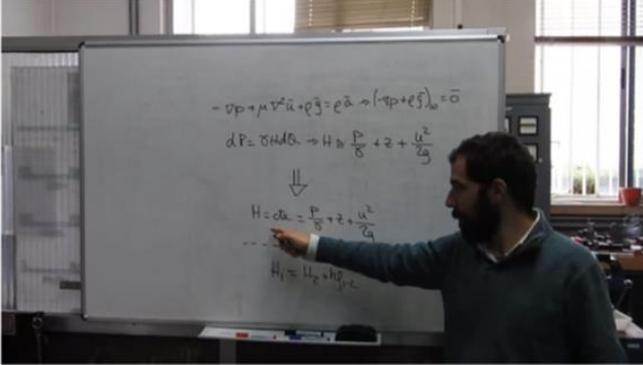


Fig. 5: Imágenes de los vídeos del curso

EDpuzzle
My Classes Fernando Sobrino

Back Bernoulli 1



0:07 / 0:18

En un tramo finito de tubería por el que circula un fluido en régimen uniforme, sin cambios de sección y con pérdidas de carga despreciables, la presión entre dos secciones de la tubería:

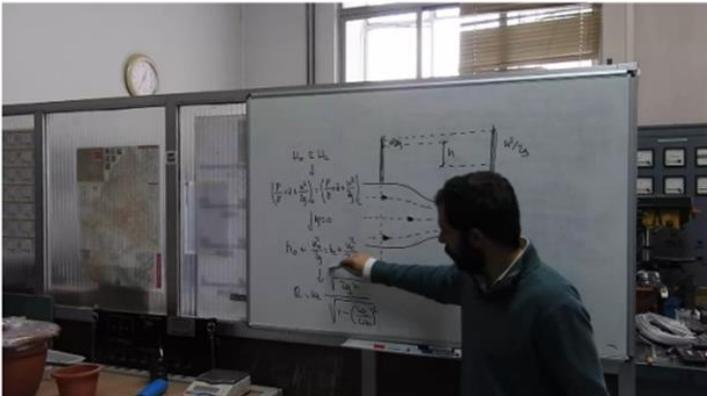
0/100

- Se mantiene constante
- Aumenta de forma inversamente proporcional al doble de la aceleración de la gravedad
- Aumenta de forma proporcional al cuadrado de la velocidad.

Continue
Rewatch

EDpuzzle
Search My Content My Classes Share H

Back Bernoulli 2



0:25 / 0:41

En un estrechamiento gradual en el que las pérdidas de carga se pueden suponer despreciables

0/100

- La altura piezométrica desciende en la sección de menor tamaño
- Las dos anteriores son ciertas
- La velocidad aumenta en la sección de menor tamaño

Continue
Rewatch



0:00 / 0:00

En la situación en la que la llave se encuentra cerrada de forma que no existe fluido circulando por la instalación

0/100

- La velocidad en el ensanchamiento sufre un incremento gradual
- La altura piezométrica aguas abajo del orificio será inferior a la existente aguas arriba del orificio
- No existen pérdidas de carga en la instalación

Continue
Rewatch

Fig. 6: Ejemplos de preguntas insertadas en los vídeos

Invirtiendo las clases de hidráulica y riegos

Fernando Sobrino Olmedo, Sergio Zubelzu Mínguez, Leonor Rodríguez-Sinobas

El alumno está obligado a registrarse en el curso en la plataforma de manera que tanto su registro como los accesos dejan rastro en la plataforma. La herramienta proporciona bastante información respecto de las estadísticas de los alumnos que visualizan los vídeos y de los resultados de las preguntas contestadas. En la figura 7 se incluyen algunas de las informaciones que la plataforma proporciona.

En la experiencia llevada a cabo, un total de 7 alumnos de entre los 43 alumnos matriculados en la asignatura y el grupo analizado han entrado a la plataforma y visualizado los vídeos. Los resultados muestran que los alumnos han contestado de forma correcta en una tasa que se acerca al 50% en todos los casos. En la figura 8 se presentan los resultados de una pregunta de cada uno de los tres vídeos.

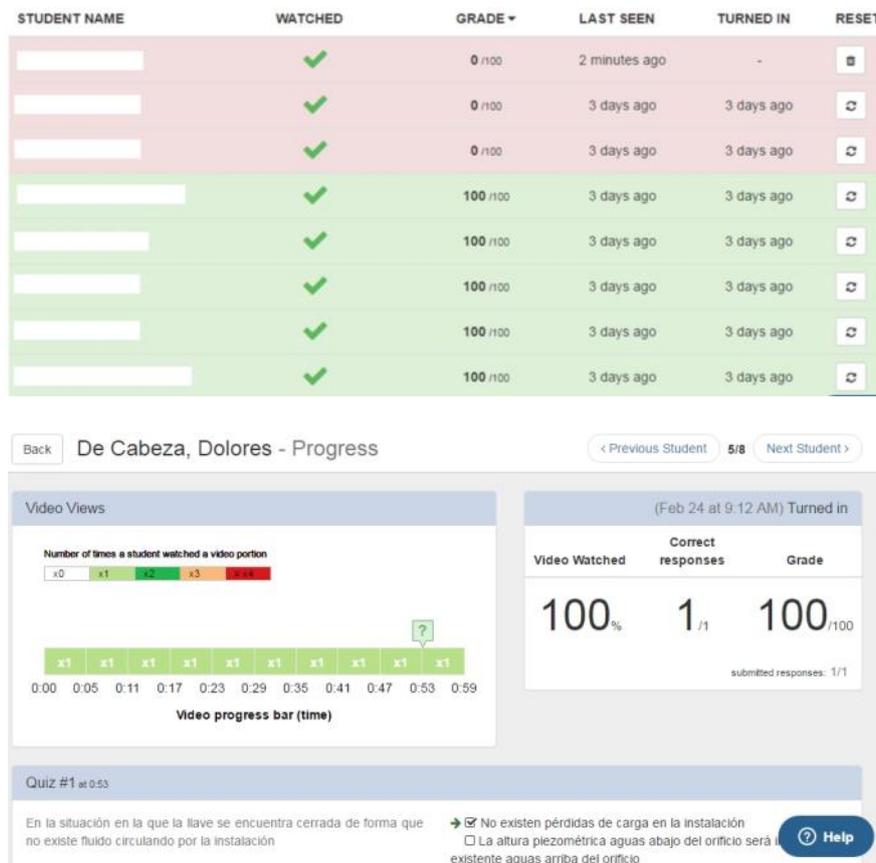


Fig. 7: Información proporcionada por la plataforma respecto de la consecución de los vídeos

En el momento de impartir las sesiones magistrales referidas a los vídeos todavía no se han llevado a cabo evaluaciones formales para analizar los efectos del modelo docente sobre los resultados académicos. Sin embargo, el pulso de los profesores es positivo respecto de la opinión y la sensación percibida por los alumnos de la iniciativa docente.

De cara a valorar el efecto real del modelo docente aplicado se prevé completar los vídeos para otros bloques de la misma asignatura y ser aplicados en distintos grupos de cara a eliminar el efecto profesor del análisis. Igualmente se prevé mantener la iniciativa durante diferentes cursos académicos para disponer de un histórico sostenido de resultados de cara a eliminar el efecto temporal.



Fig. 8: Resultados de una pregunta de cada uno de los vídeos

4 CONCLUSIONES

Las herramientas audiovisuales actuales disponibles permiten instrumentar clases inversas en disciplinas ingenieriles como la ingeniería hidráulica. La incorporación de elementos audiovisuales permite enriquecer las clases magistrales y las prácticas corrientes de la asignatura.

La incorporación de elementos que requieran la participación activa del alumno en los materiales audiovisuales propicia un mayor aprovechamiento de la fase de preparación previa por parte del alumno dentro del modelo de clase invertida.

La disposición de los alumnos para el aprovechamiento de las sesiones de clase magistral y de las prácticas habituales se maximiza una vez han visualizado y participado en los vídeos previamente puestos a disposición para la preparación de la clase magistral y la práctica.

REFERENCIAS

- [1] Roehl, A., Reddy, S.L., Shannon, G.J. (2013). The flipped classroom: An opportunity to engage millennial students through active learning. *Journal of Family and Consumer Sciences*, 105(2), 44.
- [2] Milman, N.B. (2012). The flipped classroom strategy: What is it and how can it best be used?. *Distance Learning*, 9(3), 85. Academic OneFile, go.galegroup.com/ps/i.do?p=AONE&sw=w&u=monash&v=2.1&id=GALE%7CA305660562&it=r&asid=83eb2cb972cfc092f59ad15b94e4f337. Accessed 31 May 2017.
- [3] Tucker, B. (2012). The flipped classroom. *Education next*, 12(1).
- [4] Bishop, J., Verleger, M. (2013). The flipped classroom: a survey of the research. 120th ASEE annual conference and exposition, Atlanta, June 23-26, 2013.
- [5] Herreid, C.F., Schiller, N.A. (2013) Case studies and the flipped classroom. *Journal of College Science Teaching*, 42(5): 62-66.
- [6] 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. DOI: 10.1109/TE.2013.2249066
- [7] 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.
- [8] Amresh, A., Carberry, A.R., Femiani, J. (2013). Evaluating the effectiveness of flipped classrooms for teaching CS1. In *Frontiers in Education Conference*, 2013 IEEE.
- [9] Wagner, D., Laforge, P., Cripps, D. (2013). Lecture material retention: A first trial report on flipped classroom strategies in electronic systems engineering at the University of Regina. *Proceedings of the Canadian Engineering Education Association*. DOI: <http://dx.doi.org/10.24908/pceea.v0i0.4804>
- [10] Abeysekera, L., Dawson, P. (2015). Motivation and cognitive load in the flipped classroom: definition, rationale and a call for research. *Higher Education Research & Development*, 34(1), 1-14. DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/07294360.2014.934336>
- [11] Jinlei, Z., Ying, W., Baohui, Z. (2012). Introducing a New Teaching Model: Flipped Classroom. *Journal of Distance Education*, 4, 46-51.
- [12] Kim, M.K., Kim, S.M., Khera, O., Getman, J. (2014). The experience of three flipped classrooms in an urban university: an exploration of design principles. *The Internet and Higher Education*, 22, 37-50. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.iheduc.2014.04.003>
- [13] Mataix, C. (1970) "Mecánica de Fluidos y Máquinas Hidráulicas". Ediciones del Castillo.
- [14] Losada, A. (2000) "El Riego: fundamentos hidráulicos". Ediciones Mundiprensa.
- [15] Juana, L. "Apuntes asignatura Ingeniería Hidráulica" No publicados.