

Flipped Classroom en las Enseñanzas de Ingeniería, un Nuevo Mecanismo de Evaluación

Norberto M. Ramos-Calero^a, Verónica Rodríguez-Salmerón^b, Lorena E. Balandra-Aguilar^c, M. Rocío Morales-Salgado^d

Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, Juan de Quesada 30, 35001 Las Palmas, España;
Instituto Tecnológico de Puebla; Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla.

RESUMEN

Presentamos un innovador sistema de evaluación dentro del campo de la FC (Flipped Classroom), donde el alumno se evalúa a sí mismo mediante una herramienta TIC desarrollada por nosotros exprofeso para esta función. Los resultados son una disminución del estrés del alumno frente al examen escrito ya que es un examen a libro abierto. El concepto de Clase Invertida aparece en el momento en que es el propio alumno el que pone las preguntas del examen y su correspondiente respuesta. El profesor se limita a confirmar la validez de la pregunta y su respuesta.

Keywords: Flipped Classroom, Clase Invertida, examen, evaluación, evaluación invertida, enseñanza de ingeniería.

1. INTRODUCCIÓN

Desde hace más de diez años llevamos implementando en nuestras asignaturas un mecanismo de evaluación alternativo al examen escrito memorístico tradicional. El alumno elige voluntariamente realizar el examen tradicional o evaluarse utilizando una especie de examen a libro abierto, con la particularidad de que el alumno no solo tiene que responder la pregunta, sino que es él mismo el que plantea la cuestión que responde. En la actualidad este modelo educativo es conocido como Flipped Classroom^{1 2 3} (FC), que consiste principalmente en invertir la forma de explicar los conocimientos educativos con el objetivo de disponer de un mayor tiempo en el aula para dedicarlo a la aplicación práctica de contenidos. Como valor añadido al FC, presentamos un mecanismo de Evaluación Invertida (EI).

1.1 Antecedentes

Las enseñanzas de ingeniería no requieren que el alumno y futuro graduado o ingeniero se aprenda de memoria el contenido de las materias. Esto sería un esfuerzo ímprobo ya que la ingeniería se desarrolla a grandes pasos y la cantidad de conocimiento que se genera es portentosa. Un estudio de IDC⁴, patrocinado por Seagate⁵ pronostica un incremento en 10 veces del volumen de datos mundial actual para el 2025, con una generación cercana a los 163 zettabytes (un billón de gigabytes). Para un ser humano es imposible manejar tal cantidad de información. No es importante tener la información, sino saber dónde está y cómo llegar hasta ella.

Aplicando el principio de que un ingeniero no necesita saberlo todo, sino saber buscar la información que necesita y es relevante en cada momento, planteamos un sistema de Evaluación Invertida (EI) donde se dé más importancia a saber localizar la información y saber expresarla que a tenerla memorizada.

1.2 Evaluación formativa

Con el mecanismo de evaluación tradicional, realizar un examen implica solamente evaluar lo que el alumno sabe en ese momento, como expone Morales⁶ la evaluación debe ser formativa, la propia evaluación debe contribuir a formar al alumno. El término evaluación formativa fue utilizado por primera vez en 1967 por Scriven y lo popularizaron Bloom, Hastings y Madaus en 1971⁷. Toda evaluación tiene un fin formativo ya que obliga al alumno a repasar los conocimientos aprendidos y practicados durante su formación, tanto con las lecciones y trabajos presenciales, como con los realizados como actividad de estudio no presencial. Maximizar el aprendizaje del alumno debe ser el objetivo de todo profesor.

^a norberto.ramos@ulpgc.es; phone +34 928 45 8972; www.atlantida.ulpgc.es

^b vrodiguez@eyspi.es; www.eyspi.es

^c lorena.balandra@itpuebla.edu.mx; www.itpuebla.edu.mx

^d mariadelrocio.morales@upaep.mx; www.upaep.mx

1.3 Flipped Classroom

El modelo Flipped Classroom se dirige hacia el fomento del pensamiento crítico que es posible, ya que, en términos de la taxonomía de Bloom (2011), los alumnos realizan tareas de bajo nivel cognitivo fuera del aula mientras que aquellas que son cognitivamente más exigentes (aplicar, analizar, sintetizar o evaluar) se realizan en el aula.

En nuestro caso, y siguiendo la metodología FC, el material de las asignaturas se pone a disposición del alumno a través de la plataforma Moodle, activando los temas de forma gradual, según la programación del curso. La clase presencial pasa de la lección magistral a convertirse en un espacio para discutir la materia y corregir defectos de interpretación del material y puesta en común de los alumnos.

El examen de evaluación se transforma en una Evaluación Invertida, donde el alumno asume el papel del profesor preparando un cuestionario de preguntas con sus respuestas. Esto, de forma colateral, colabora en que el futuro egresado pueda pasar a formar parte del plantel formador de su empresa, resolviendo las tareas de ingeniería y explicando a los compañeros y superiores el trabajo desarrollado.

1.4 Metodología

La metodología utilizada consiste en crear una EI (Evaluación Invertida) donde los alumnos deben enviar preguntas y respuestas de cada uno de los temas que se imparten en la asignatura. Por cada tema tienen que hacer un examen completo, que consta de preguntas del tipo 1 al 5. Las preguntas van siendo más complejas cuanto más alto es el tipo, Tabla 1. Cada examen tiene una nota máxima de 10 puntos, que se ponderan en función de la asignatura. En el caso de Arquitectura de Redes la ponderación se hace sobre 6 puntos que es la nota máxima de la teoría, a la que se le suman los demás conceptos evaluables como prácticas, trabajos, etc.

Tabla 1. Valor de ejemplo asignado a los diferentes tipos de preguntas y descripción del tipo de pregunta

Tipo	Característica	Valor
1	Respuesta corta	1
2	Respuesta un párrafo o una explicación un poco más larga	1.5
3	Pregunta un poco más compleja, tipo problema teórico o similar	2
4	Tipo test con 5 apartados con un valor de 0.5 puntos cada uno	2.5
5	Problema complejo	3

Por último, el hecho de disponer de una base de datos de preguntas creadas por los alumnos gracias a la EI, permite fomentar la participación del alumnado en el aula mediante la posibilidad de dedicar una pequeña parte de la clase a presentar las preguntas planteadas por los alumnos al resto de la clase, sin respuesta, y premiar al que sea capaz de resolver la pregunta.

2. LA HERRAMIENTA DE EVALUACIÓN

La herramienta que hemos desarrollado para la EI consta de tres partes claramente diferenciadas. Lo primero que tenemos es un portal donde el alumno se inscribe en la asignatura y se asigna grupo de prácticas; la segunda parte de la herramienta es el panel donde el alumno realiza las preguntas y describe las respuestas; y, por último, tenemos la herramienta que el profesor utiliza para evaluar realmente al alumno.

2.1 Inscripción en la asignatura

Para que el alumno pueda acceder a este método de evaluación, que además es continua, tiene que seguir un proceso de inscripción que en la Figura 1 izquierda muestra su apariencia. Si el usuario no está registrado solamente introduce su DNI y comienza el proceso de registro. Si ya estuviera dado de alta le indicará que su contraseña es errónea, porque no la ha proporcionado.

Consulta de datos personales (trabajando)

En esta página puedes consultar los datos que están en la base de datos del Profesor.

Introduce tu DNI/NIE:

Introduce tu Contraseña: Si no dispones de cuenta deja la contraseña en blanco. Si has olvidado tu contraseña ponte en contacto con el [profesor](#)

Modificado el 9 de febrero de 2011
© Norberto Ramos 2003-2011

Consulta de datos personales (trabajando)

Modificación de Datos Personales

Tratamiento: Sr./Sra.

Nombre:

Apellidos:

DNI/NIE:

Contraseña:

Correo:

Tel. Móvil:

Tel. Fijo 1:

Tel. Fijo 2:

Comentarios:

No se ha seleccionado ningún archivo. *.jpg de 240 x 320 pixels <10KB

Modificado el 9 de febrero de 2011
© Norberto Ramos 2003-2011



Figura 1. Control de entrada y acceso al formulario de inscripción, izquierda; y Edición de los datos personales, derecha.

Si es la primera vez que entra se le presenta la ventana de edición de sus datos personales (Figura 1 derecha), en otro caso tiene que pulsar el botón de edición si quiere modificar sus datos.

La Figura 2 muestra la forma en que elige asignatura y grupo de entre todas las asignaturas impartidas por el profesor que lo evalúa. La herramienta permite la gestión simultánea de múltiples asignatura con sus correspondientes grupos de prácticas.

Consulta de datos personales (trabajando)

Asignaturas:

Sr./Sra. Norberto Ramos Calero

#	Código	Asignatura	Grupo	Acción
1	43717	Arquitectura de Redes	Todos	Borrar
2		Elige una asignatura		Añadir Asignatura

Modificado el 9 de febrero de 2011
© Norberto Ramos 2003-2011

Figura 2. Inscripción en la asignatura y asignación de grupo de prácticas.

2.2 Panel de trabajo

Una vez registrado, el alumno accede al panel de trabajo de cada una de las asignaturas que utilizan este mecanismo. El acceso es mediante usuario y contraseña, que son los que utilizó en el momento de realizar el registro.

La Figura 3 muestra el entorno del panel de trabajo. La barra superior permite al alumno navegar a distintos lugares de interés, como puede ser acceder a su perfil, o lo más común, enviar preguntas. Debajo de la barra tiene un resumen de la información referente a la asignatura; las preguntas se agrupan por tema, le muestra las preguntas enviadas agrupadas por aceptadas, pendientes de evaluación o rechazadas. En cada caso se le indica el valor de las preguntas y la puntuación máxima que puede obtener. El alumno debería mandar preguntas hasta que el valor sea igual a la puntuación máxima que puede obtener, pero la experiencia nos demuestra que solamente se aceptan en torno a un 60-80% de las preguntas enviadas, sobre todo hasta tener un poco de práctica.

Gestor de Preguntas de TEORIA: 1/10/2017 Perfil Alumno Enviar Pregunta Ir a Practicas Cerrar Sesión Abrir Atentida				
Tema	Preguntas	Estado	Valor	Puntuación
1	1	rechazadas	0.167	0.167
1	1	aceptadas	0.167	0.167
3	8	rechazadas	1.336	1.336
3	1	pendientes	0.167	0.167
Total				0.167

Preguntas Rechazadas				
Mostrar Preguntas Rechazadas				
Preguntas Pendientes				
Id	Pregunta	Respuesta	Información	
			Tipo	Control
9657	¿Qué es una dirección IP?	Es una dirección de correo electrónico	1 3 0.167	 
Preguntas Aceptadas				
Mostrar Preguntas Aceptadas				

© Norberto Ramos 2006-2016

Figura 3. Panel de trabajo de la asignatura con la que los alumnos interactúan.

En la sección de preguntas rechazadas se puede acceder a la edición de la pregunta para subsanar los defectos que pudiera tener y proceder al reenvío de la pregunta para su aceptación. Esta edición se realiza en la ventana que se muestra en la Figura 4. El enunciado de la pregunta se puede apoyar en una imagen o figura que se puede enviar desde la misma herramienta. A su vez, la respuesta se puede complementar con un diagrama que muestre los elementos de interés que se dan en la explicación. Hay que prestar atención al tema para el que se envía la pregunta y el tipo de pregunta que se está enviando. Es un error común del alumno no seleccionar el tema correcto o no asignar correctamente el tipo de pregunta. En el caso particular de esta asignatura se aclara que las preguntas de la 1 a la 4 se corresponden a teoría y la 5 y 6 son problemas.

Gestor de Preguntas de TEORIA: 1/10/2017 Perfil Alumno Enviar Pregunta Ir a Practicas Cerrar Sesión Abrir Atentida							
Enviar Preguntas de TEORIA							
Tema	1	Tipo Pregunta (1 a 4 Preguntas de teoría, 5 y 6 Problemas)					
Pregunta							
¿Qué es una dirección IP?							
Imagen (<60KB): Examinar... No se ha seleccionado ningún archivo.							
Respuesta							
Es una dirección que...							
Imagen (<60KB): Examinar... No se ha seleccionado ningún archivo.							
Enviar Cancelar							

© Norberto Ramos 2006-2016

Figura 4. Espacio para el envío de las preguntas con su correspondiente respuesta.

2.3 Evaluación del alumno

Idealmente, en un examen a libro abierto; mejor dicho, a internet abierto, todas las preguntas deberían estar perfectas. En la práctica, el profesor tiene que evaluar que el alumno haya realizado correctamente su trabajo. El control de acceso se realiza mediante usuario y contraseña.

Al acceder a la zona de corrección se presenta un panel que indica la asignatura que se está evaluando, importante cuando se imparte más de una asignatura, y se dispone de una serie de botones que permiten cambiar la forma en que se ven los datos y seleccionan la información que se quiere mostrar, Figura 5.

El profesor puede hacer pequeños retoques a la pregunta o la respuesta con el fin de no rechazar una pregunta por algo nimio o alguna pequeña errata. En la parte central derecha de la Figura 5 se muestra el panel de selección del motivo de rechazo. Con el fin de conseguir que la evaluación sea formativa, cuando se rechaza una pregunta se informa al alumno de la causa. Se pueden utilizar uno o varios de los motivos que aparecen o se puede introducir un nuevo motivo que se incorporará automáticamente a la base de datos.

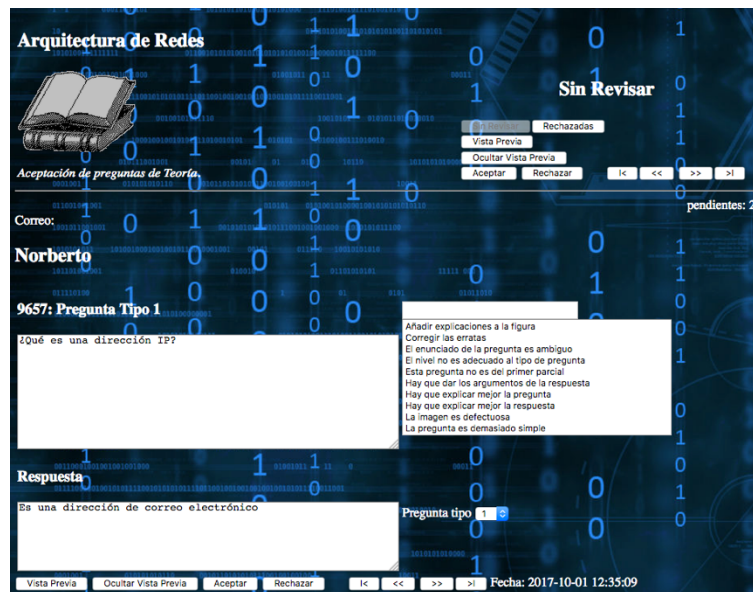


Figura 5. Espacio para la corrección de las preguntas enviadas por el alumno.

La experiencia de uso de la herramienta mostró que la mayoría de las preguntas se rechazaban porque estaban repetidas, algo que no se permite expresamente. En este tipo de examen el profesor tiene que revisar, como mínimo, cinco veces la cantidad de preguntas de un examen convencional. Una pregunta solamente se considera repetida si ya se ha aceptado previamente, pero el profesor no puede recordar si una pregunta que ve repetida ya la aceptó o la rechazó y el alumno la ha corregido y vuelto a enviar. La Figura 6 muestra una herramienta auxiliar que se creó para este fin. El panel indica al profesor cuanto se parece la pregunta actual a todas las preguntas de la base de datos que se han aceptado y cuánto la respuesta a esta pregunta. Con esta información el profesor decide si la pregunta está repetida o es una pregunta nueva que se parece a otra ya introducida.

Vista Previa Ocultar Vista Previa Aceptar Rechazar			Ic << >> >			Fecha: 2017-10-01 12:35:09
Id	Pregunta	Respuesta				
9485	9%	76%				
9921	80%	17%				
9925	78%	26%				
9983	65%	11%				
10138	61%	17%				
10456	64%	37%				
11269	74%	21%				
11296	65%	9%				

Figura 6. Ayuda para la corrección. En esta parte se indican las preguntas que se parecen a la pregunta actual, indicándose el porcentaje del parecido de la pregunta y de la respuesta.

La herramienta también detecta que una pregunta está repetida en la base de datos y la rechaza automáticamente. La forma en que se deduce que una pregunta está repetida es empírica, pero sigue un algoritmo complejo que ha demostrado ser efectivo en un grado muy alto. La pregunta que está siendo evaluada se compara carácter a carácter con todas las preguntas aceptadas de la base de datos. También se compara la respuesta, y en función de cuánto se parece la pregunta y cuánto la respuesta, el sistema decide que son repetidas. Solamente unas pocas veces el profesor ha decidido que la pregunta era original, a pesar de que la herramienta la rechazara automáticamente, y acepta la pregunta que el sistema ha rechazado. En este caso, el alumno recibe un correo informando del rechazo, e inmediatamente después otro donde se le acepta la pregunta. Al ser aceptada la pregunta ya no le aparece en el panel del alumno para su modificación.

La Figura 7 muestra ejemplos de los correos que recibe el alumno, tanto cuando se acepta una pregunta en la parte izquierda; como cuando se rechaza, en la parte derecha. En este caso se informa del motivo del rechazo para que el alumno proceda a subsanar el error. Esta subsanación funciona a modo de revisión de examen, mejor dicho, revisión de pregunta, si el alumno considera que el profesor no ha corregido la pregunta adecuadamente la puede volver a enviar, y en su caso responder al profesor devolviendo el correo electrónico.

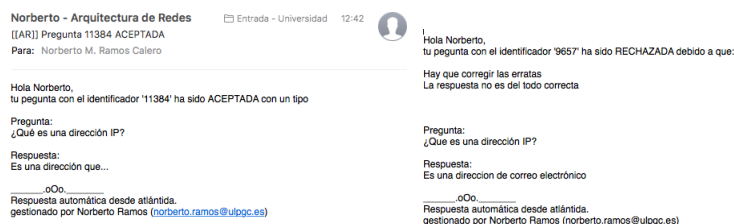


Figura 7. Ejemplo de correo informando al alumno de que su pregunta ha sido aceptada o rechazada.

Dado que todo el proceso de envío y corrección de los exámenes es electrónico, la herramienta genera un listado de la calificación de los alumnos que se puede apreciar parcialmente en la Figura 8. Se ha puesto borrosa porque son datos reales de uno de los cursos.

Final

Trabajando con la base de datos: bd_personales_examenes_db
Asignatura: Arquitectura de Redes
Creación de la tabla de alumnos:

DNI	Apellidos	Nombre	cal
42271239Q	Amela Guedes	Marta	4.4000000
78583998	Borges Tejeda	Tomas Alán	4.8000000
45344363K	Carballo Nolasco	Andrés	5.2000000
45364955	Cedeño Sosa	José Rubén	5.4990000
45781786	Díaz Caballero	Dario Javier	5.8000000
45330664	Pico García	Javier Cosme	4.3043999
78398946B	Príncipe Cabrera	Patricia	6.0000000

Figura 8. Resultado de las calificaciones de los alumnos. Al ser datos reales, la imagen se ha distorsionado intencionalmente para preservar las identidades de los alumnos.

Un complemento adicional de la herramienta es que permite generar un examen aleatorio de toda la materia de la asignatura con las preguntas enviadas por los alumnos y aceptadas por el profesor. Esto tiene dos objetivos, por un lado, la autoevaluación del alumno puesto que solo muestra las preguntas y solamente cuando se le pide muestra las respuestas, y por otro generar un examen con el que se van a evaluar aquellos alumnos que han optado por el examen memorístico tradicional.

3. VENTAJAS ADICIONALES

Motivar al alumno a llevar la asignatura al día es una tarea que no siempre conseguimos. Nosotros proponemos la realización de una especie de concurso en el aula, donde se presenta a la clase una pregunta de las fichas preparadas por los alumnos y el primer alumno que de la respuesta correcta se lleva la misma puntuación que el alumno que preparó la ficha. Esto se hace de manera totalmente automatizada, rápida y dinámica. Se invierten 5 o 10 minutos de la clase en el concurso y esto fomenta el estudio diario de la materia porque saber el resultado de las preguntas le puede permitir al alumno ahorrarse trabajo de cara al final de la asignatura e incluso puede salir una pregunta que el propio alumno haya elaborado.

La metodología de la *Evaluación Invertida* promueve la preparación por parte del alumno de fichas con preguntas y respuestas, que permite mantener el interés por la asignatura utilizando otras estrategias de aprendizaje interactivas.

4. RESULTADOS OBTENIDOS

La experiencia obtenida durante los años que llevamos realizando este tipo de evaluación arroja unos resultados que respaldan el método de *Evaluación Invertida* que nosotros denominamos inicialmente Evaluación Continua, debido a que el alumno tiene que estar examinándose continuamente durante todo el curso. Actualmente, a esta mecánica de impartición de las clases se le conoce, desde el año 2007⁸ como *Flipped Classroom*, aunque nosotros llevamos utilizándola desde el año 2003.

En todo este tiempo solamente un alumno ha preferido presentarse al examen tradicional durante el tiempo que llevamos con este mecanismo. La nota que obtuvo fue inferior a la de la mayoría de los compañeros, aunque superó el examen.

En cuanto a los resultados, los alumnos que trabajan suelen obtener las máximas calificaciones con este método y su opinión general es que nunca habían estudiado tanto y con tanto rendimiento para una asignatura, como cuando se

examinaron de esta forma. Por otro lado, los alumnos que menos trabajan, inicialmente piensan que esta forma de evaluación es maravillosa porque van a sacar unas notas excelentes gracias al copiar y pegar de internet, pero se encuentran con que no es tan fácil como parece, que hay que navegar mucho en el material de trabajo de la asignatura para extraer las preguntas y dar las respuestas adecuadas y en general tienen problemas para aprobar la asignatura. Los resultados obtenidos en la evaluación son bastante buenos, como se demuestra en la tabla siguiente, que muestra que, de los alumnos presentados, casi todos aprueban, con una nota media de 8 puntos sobre 10 y una dispersión de 2 puntos.

Figura 9. Calificaciones de uno de los cursos, los datos están anonimizados. Elaboración propia

Alumno	Calificación/6	%	Alumno	Calificación/6	%		
Alumno 1	4,4022	73,4%	Alumno 15	3,6	60,0%	Matriculados:	68
Alumno 2	4,8006	80,0%	Alumno 16	5,0976	85,0%	Presentados:	28
Alumno 3	5,2002	86,7%	Alumno 17	4,7022	78,4%	Aprobados:	26
Alumno 4	5,4996	91,7%	Alumno 18	5,9994	100,0%		
Alumno 5	5,8002	96,7%	Alumno 19	5,601	93,4%		
Alumno 6	4,3043999	71,7%	Alumno 20	5,0994	85,0%		
Alumno 7	6	100,0%	Alumno 21	4,599	76,7%		
Alumno 8	4,2018	70,0%	Alumno 22	5,3045999	88,4%		
Alumno 9	6	100,0%	Alumno 23	4,5024	75,0%		
Alumno 10	5,9994	100,0%	Alumno 24	6	100,0%		
Alumno 11	4,6002	76,7%	Alumno 25	0,1002	1,7%		
Alumno 12	5,9976	100,0%	Alumno 26	6	100,0%		
Alumno 13	4,302	71,7%	Alumno 27	4,1016	68,4%		
Alumno 14	2,3004	38,3%	Alumno 28	4,6998	78,3%		

Las asignaturas en las que se ha empleado la metodología de EI en estos 14 años de docencia (2003- 2017) han sido: Arquitectura de redes, Arquitectura de Ordenadores, Interconexión de Redes de Comunicación, Programación en Ingeniería Electrónica, Redes y Servicios Telemáticos, Organización de Computadoras y, Protocolos y Servicios, entre otras en la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria y está en proceso de ser implantado en otras Universidades de Latinoamérica.

REFERENCIAS

- [1] The flipped classroom, <https://www.theflippedclassroom.es> (30 October 2017)
- [2] Ngoc Thuy Thi Thai, Bram De Wever, Martin Valcke, "The impact of a flipped classroom design on learning performance in higher education: Looking for the best 'blend' of lectures and guiding questions with feedback", *Computers & Education*, Volume 107 (April 2017) Pages 113-126
- [3] Kim, R., Song, H., "Flipping learning well: University-level flipped classroom learner competency modeling", *The 9th Multidisciplinary Academic Conference in Prague 2017*, MAC Prague consulting (2017), pages 135-140
- [4] International Data Corporation, <http://www.idcspain.com/> (2 October 2017)
- [5] Reinsel, D., Gantz, J. and Rydning, J., "Data Age 2025: The Evolution of Data to Life-Critical", April 2017, <http://www.seagate.com/www-content/our-story/trends/files/Seagate-WP-DataAge2025-March-2017.pdf> (1 October 2017)
- [6] Morales Vallejo, P. "La evaluación formativa", Universidad Pontificia Comillas, 2009, <http://www.upcomillas.es/personal/peter/otrosdocumentos/Evaluacionformativa.pdf> (1 October 2017)
- [7] Bloom, B. S., Hastings, J. T. and Madaus, G. F., [Handbook on formative and summative evaluation of student learning], McGraw-Hill (1971).
- [8] Gannod, G. C., "WIP: Using podcasting in an inverted classroom", *Proceedings of the 37th IEEE Frontiers in Education Conference* (2007).

