



Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

XIV JORNADES DE XARXES D'INVESTIGACIÓ EN DOCÈNCIA UNIVERSITÀRIA

Investigació, innovació i ensenyament universitari:
enfocaments pluridisciplinars



JORNADAS
DE REDES DE INVESTIGACIÓN
EN DOCENCIA UNIVERSITARIA

XIV

Investigación, innovación y enseñanza universitaria:
enfoques pluridisciplinares

Coordinadores i coordinadors / *Coordinadoras y coordinadores:*

María Teresa Tortosa Ybáñez

Salvador Grau Company

José Daniel Álvarez Teruel

© Del text / *Del texto:*

Les autores i autors / *Las autoras y autores*

© D'aquesta edició / *De esta edición:*

Universitat d'Alacant / *Universidad de Alicante*

Vicerektorat de Qualitat i Innovació Educativa / *Vicerrectorado de Calidad e Innovación Educativa*

Institut de Ciències de l'Educació (ICE) / *Instituto de Ciencias de la Educación (ICE)*

ISBN: 978-84-608-7976-3

Revisión y maquetación: Verónica Francés Tortosa

Publicación: Julio 2016

Introducir Flip Education en nuestras aulas. Una experiencia en las prácticas de Matemáticas

C. Coll; D. Ginestar; E. Sanabria; E. Sánchez

*Departamento de Matemática Aplicada
Universitat Politècnica de València*

RESUMEN

En este trabajo se pretende introducir la metodología denominada Educación Inversa (o flip education) en una asignatura de Matemáticas. La materia de estudio de esta asignatura es ecuaciones diferenciales, transformada de Laplace y sus aplicaciones. En particular, esta metodología se aplicará en las prácticas informáticas de la asignatura, para ello, se diseñarán actividades con el fin de conseguir un mayor éxito entre nuestros alumnos. El objetivo es crear vídeos 'screencast' en donde se muestra la resolución de distintos ejercicios utilizando el programa Mathematica, así como materiales adicionales para que los alumnos puedan acceder a ellos antes de las sesiones de prácticas en el aula de informática, de manera que el tiempo que pasen en el aula con el profesor lo aprovechen para resolver las dudas que les hayan surgido y/o aclarar los conceptos principales que se abordan en cada práctica. Así, al final de cada sesión se podrá contrastar la asimilación de los contenidos mediante pruebas de evaluación específicas.

Palabras clave: Flip Education, Metodología, Innovación docente, Enseñanza-Aprendizaje.

1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la gran mayoría de nuestros alumnos son nativos tecnológicos por lo que resulta natural que los docentes nos planteemos cómo las tecnologías de la información (TIC) pueden contribuir a mejorar su aprendizaje y analizar en qué medida es conveniente introducirlas en nuestras clases. Sin olvidar otros métodos como la clase magistral, podemos preguntarnos si resultaría interesante dedicar parte del tiempo de la clase presencial a actividades que involucren más activamente al alumno, de manera que nuestra aportación no sea un mera transmisión de conocimientos, que actualmente pueden obtener por diversos medios (vídeos en YouTube, apuntes bajados de la red, etc.).

Estas reflexiones nos conducen a plantearnos actividades donde los alumnos realicen una primera toma de contacto con ciertos contenidos de la asignatura (suficientemente accesibles a su nivel) fuera del aula y de manera autónoma, es decir asignándoles tareas previas a la clase presencial, de manera que el tiempo en el aula sea utilizado de forma más activa.

De esta forma, los roles de alumno y profesor cambian y así nace la clase inversa, donde los acontecimientos que han tenido lugar habitualmente dentro de clase se llevan a cabo ahora fuera del aula (inverted classroom, Lage et. al. 2000). En esta metodología, también conocida en la literatura como “flipped classroom”, la labor del profesor consiste en diseñar actividades (vídeos y/o lecciones interactivas), de manera que los alumnos tengan acceso a ellas antes de las clases, lo que permite convertir el aula en un lugar para resolver problemas, avanzar conceptos, y participar en el aprendizaje colaborativo (Bergmann y Sams 2012, Tucker 2012), dándole así un valor añadido a la actividad del profesor.

Varios análisis realizados sobre “flipped classroom”, tanto fuera de nuestras fronteras (Bishop, J. L., & Verleger, 2013), como en nuestra propia universidad (Jordan-Lluch C. et al. 2014, Morano J. A. et al. 2014), muestran que con esta metodología, los estudiantes están más motivados para ir a clase y sus opiniones sobre ella son bastante positivas en general, aunque siempre existen alumnos reticentes al cambio.

Por ello, nos hemos planteado diseñar actividades para introducir esta metodología en las prácticas de Matemáticas II, asignatura común a todos los Grados en Ingeniería impartidos en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño (ETSID) de la Universitat Politècnica de València (UPV). Nuestro objetivo es crear vídeos y materiales adicionales para que los alumnos puedan acceder a ellos antes de las prácticas, de manera que el tiempo que pasen en

el aula con el profesor lo aprovechen para resolver las dudas que les hayan surgido y/o aclarar los conceptos principales que se abordan en cada una de las sesiones de prácticas.

2. METODOLOGÍA

Las ecuaciones diferenciales siempre han formado parte de los contenidos de las asignaturas de matemáticas de las Ingenierías impartidas en la ETSID de la UPV. Actualmente estos contenidos se imparten en Matemáticas II, asignatura obligatoria de segundo curso de las titulaciones: Grado de Ingeniería Eléctrica, Grado de Ingeniería Electrónica Industrial y Automática y Grado de Ingeniería Mecánica.

Tanto los contenidos como la metodología de esta asignatura han experimentado cambios importantes, puesto que los métodos de enseñanza no pueden estar desvinculados de los contenidos del programa. Desde nuestro punto de vista, un programa pobremente concebido proporciona pocas oportunidades para un aprendizaje verdaderamente efectivo, mientras que si está sobrecargado deja poco tiempo para desarrollar la comprensión eficiente de los conceptos, lo que en ocasiones deja la sensación en los alumnos de que no están aprendiendo sino que simplemente están siendo entrenados para aprobar los exámenes. En estos casos, las mejores técnicas de enseñanza pueden encontrar oposición en los estudiantes. La determinación de los objetivos, así como la planificación de la metodología y la evaluación de la materia que se pretende impartir es fundamental a la hora de plantearse cualquier proceso educativo innovador si se pretende llevar a cabo con éxito. Por tanto, el programa de la asignatura ha pasado de tener un carácter más teórico, con un amplio espectro de conceptos y técnicas, a un modelo más práctico con técnicas que permiten su utilización en diferentes campos, así como una incorporación de herramientas y paquetes matemáticos más afable y eficiente a la hora de realizar los problemas. Se ha optado por combinar la teoría con prácticas de aula y prácticas de laboratorio, en las que trabajamos con el apoyo del programa Mathematica.

Otro aspecto que debemos tener en cuenta a la hora de desarrollar una buena metodología didáctica en nuestras aulas es la elección del método de evaluación. Una de las críticas más frecuentes en ese aspecto es la falta de fiabilidad de los exámenes tradicionales. La queja principal es que este tipo de pruebas permiten a los alumnos obtener notas elevadas mediante técnicas memorísticas que en realidad no reflejan lo que realmente han asimilado de la materia. En nuestra propuesta se ha optado por el uso de metodologías activas que

estimulen el aprendizaje significativo del alumnado, así como la adquisición de las competencias transversales y específicas asociadas a la asignatura, tanto a la hora de impartir los contenidos como a la de evaluarlos de forma adecuada.

Estos cambios han llevado a realizar una progresiva adaptación y actualización de los materiales de la asignatura: bibliografía de apoyo, elaboración de un libro, donde al final de cada capítulo se incluye una práctica informática relacionada con el tema tratado (Coll et. al. 2012), diapositivas y ejercicios propuestos para trabajar con los alumnos en clase, etc.

Con esta nueva metodología no sólo se pretende que el alumno aprenda a manejar el programa Mathematica para la resolución de ecuaciones diferenciales, tanto usando los comandos para la resolución analítica como numérica de este tipo de ecuaciones, sino que además desarrolle la competencia transversal “Pensamiento crítico” que le permita discernir no sólo si el proceso aplicado para resolver un problema es el correcto, sino que también sea capaz de valorar si existen aspectos que se puedan mejorar en dicho proceso. Además, se refuerza el uso del programa con la resolución de ejercicios aplicados a la ingeniería trabajando de esta forma competencias transversales como: “Comprensión e integración”, “Aplicación y pensamiento práctico”, etc. Todas estas competencias transversales forman parte del catálogo que la UPV ha considerado que todos sus egresados deben tener al finalizar sus titulaciones tanto de grado, como de máster (UPV, 2016).

Y una vez revisado y puesto a punto el material escrito, el siguiente paso para trabajar con metodologías más activas como la clase inversa, nos ha llevado a diseñar contenido específico para cada una de las sesiones de prácticas. La elaboración de estos contenidos se ha realizado en dos etapas: en la primera se elaboró el material didáctico en forma de apuntes y guías de trabajo para facilitar que el alumno realizase correctamente los ejercicios planteados con la ayuda del software informático. En la segunda etapa, se pretende asociar a los contenidos presentaciones en forma de vídeos, denominados “screencast”, con ejemplos concretos que ayuden al alumno a abordar los problemas que se plantearán en las siguientes sesiones de prácticas. El programa de prácticas de ordenador de la asignatura Matemáticas II se muestra en la Tabla 1.

Así, se ha preparado el material de apuntes correspondiente a cada una de estos temas y para la segunda etapa del proceso metodológico se están preparando “screencast” con las siguientes características: vídeos con una duración entre cinco y diez minutos, de manera que,

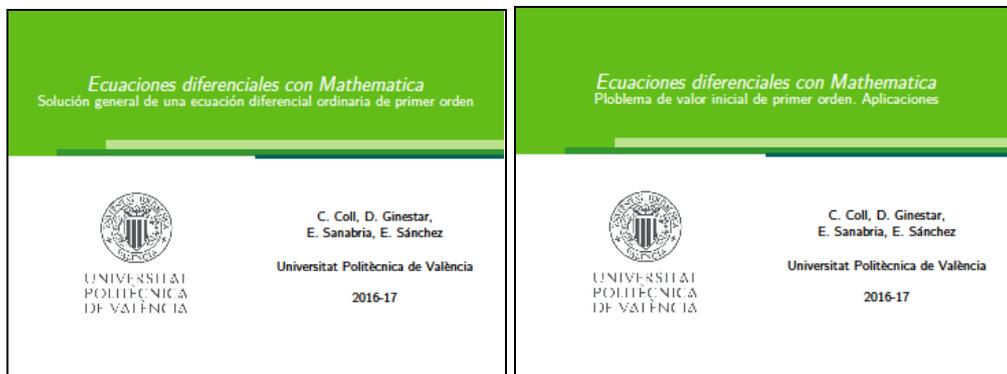
en cada uno de ellos, se pretende fijar dos o tres conceptos claves para el desarrollo de la práctica.

Tabla 1. Programa de prácticas de la asignatura Matemáticas II

Prácticas de ordenador Matemáticas II	
P1	Introducción al programa Matemática
P2	Resolución de ecuaciones diferenciales de primer orden y aplicaciones
P3	Resolución de ecuaciones diferenciales de orden superior y aplicaciones
P4	Resolución de sistemas de ecuaciones diferenciales y aplicaciones
P5	Métodos numéricos para ecuaciones diferenciales y aplicaciones
P6	La transformada de Laplace y aplicaciones

Por tanto, cada sesión de prácticas estará recogida en varios “screencast”. Por ejemplo, para la práctica 2: *Resolución de ecuaciones diferenciales de primer orden y aplicaciones*, hemos preparado dos vídeos cuyas portadas se muestran en la Figura 1.

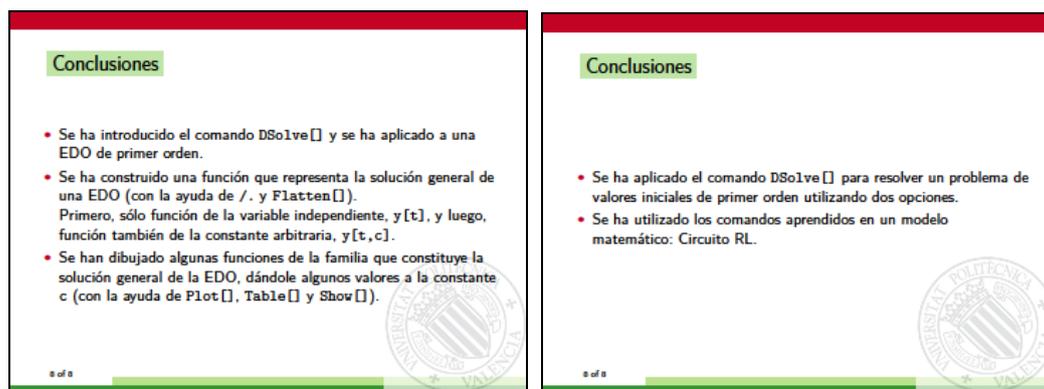
Figura 1. Portada vídeos de ecuaciones diferenciales



Los objetivos que los alumnos deberían alcanzar tras visualizar estos vídeos vienen recogidos en forma de conclusiones en la última diapositiva de cada uno de ellos, como se muestra en la Figura 2.

Para comenzar a trabajar con estas nuevas metodologías hemos elaborado un plan de trabajo que involucra tanto el proceso que se debe seguir en el aula, como una coordinación exhaustiva entre las clases teóricas, las clases prácticas y las realizadas en el aula informática.

Figura 2. Conclusiones vídeos de ecuaciones diferenciales



El proceso comienza con una exposición de los contenidos teóricos en el aula acompañados de algunos ejercicios que clarifiquen los conceptos introducidos. Después de resolver todas las posibles dudas y preguntas que se planteen en clase se pone a disposición de los alumnos durante un tiempo limitado, en la plataforma docente de la UPV, llamada PoliformaT, el material preparado para realizar la sesión práctica de ordenador relacionada con el tema explicado en el aula. Los alumnos deben trabajar este material antes de llegar al laboratorio de manera que aprovechen el tiempo presencial para aclarar sus dudas y poder realizar así con mayor soltura los problemas planteados. En esta línea pretendemos que los vídeos “screencast” ayuden al alumno a trabajar, a su propio ritmo fuera del aula y de forma más dinámica, los conceptos que posteriormente se aplicarán en los problemas de las sesiones de prácticas de la asignatura.

Cada una de las prácticas de ordenador se ha diseñado para ser realizada en dos sesiones consecutivas. En la primera sesión lo que se intenta es que el alumno tome constancia de lo que ha aprendido y de las capacidades que ha alcanzado antes de enfrentarse a la evaluación de la práctica en la segunda sesión. Para ello, al comenzar la clase se le hacen al alumno unas preguntas relacionadas con los contenidos que se han introducido, a través del material de PoliformaT y los vídeos “screencast”, sobre la práctica que vamos a realizar. Con esto se pretende que el alumno aclare sus dudas y confirmar así que el alumno haya asimilado los conceptos necesarios para trabajar. Posteriormente se le plantean una serie de ejercicios, con dificultad creciente, para que compruebe por sí mismo si realmente ha entendido lo explicado y es capaz de aplicarlo a la resolución de estos problemas. En esta etapa el alumno puede seguir preguntando, todas las dudas que le vayan surgiendo a la hora de plantear o resolver los ejercicios, al profesor que se encuentra dentro del aula. Finalmente, el trabajo

realizado por cada alumno quedará registrado en un archivo, que se adjuntará a través de una tarea de PoliformaT, para que el profesor pueda supervisar en todo momento la labor realizada por el alumno. En este apartado se busca que el alumno desarrolle la capacidad de análisis e integración de ideas y conceptos, así como la adaptación y aplicación de los mismos a la resolución de problemas relacionados con su especialidad.

En la segunda sesión se evalúan los conocimientos que han adquirido los alumnos. Para ello, realizan de forma presencial una prueba individual en el aula donde tienen que resolver una serie de ejercicios relacionados con la materia que se ha trabajado en la sesión anterior. La calificación de estos ejercicios formará parte de la nota de prácticas de la asignatura. La evaluación de las prácticas se ha diseñado como una mezcla de pruebas objetivas o de elección múltiple y problemas de desarrollo. Estas pruebas están planteadas de forma que exigen a los alumnos la aplicación de principios, temas relacionados entre sí, interpretación de datos y resultados e incluso, en algunos casos concretos, emisión de juicios.

Finalmente, con el objetivo de evaluar la efectividad de esta metodología, hemos diseñado una encuesta que pasamos de forma anónima a los alumnos al final del curso, totalmente independiente de la encuesta de opinión del alumnado que pasa la UPV para la evaluación del profesorado, preguntándoles en qué grado consideran que la metodología aplicada les ha hecho alcanzar las competencias, tanto transversales como específicas, asociadas a Matemáticas II, así como si ha mejorado su percepción respecto a la adquisición de contenidos, la aplicabilidad de estos en otras materias de su especialidad, etc.

Estos resultados se procesan y utilizan para mejorar los planteamientos docentes en nuestra asignatura de forma dinámica y permanente.

3. RESULTADOS

En cuanto a la aplicación de la metodología anterior en la realización de las prácticas se ha observado una mejora en la participación de los alumnos obteniendo resultados sensiblemente mejores que en cursos anteriores donde no se utilizaba esta metodología. Sin embargo, se han detectado algunas deficiencias en la elaboración de las sesiones que han sido subsanando como, por ejemplo, el tipo de prueba que se realizaba en la segunda sesión para contrastar la adquisición de contenidos por parte del alumnado.

Por otro lado, comentaremos a continuación los resultados de la encuesta que se ha pasado a los alumnos, a través de un formulario online elaborado con la herramienta Google

Docs, para detectar su nivel de satisfacción y si la metodología ha sido todo lo efectiva que se pretendía.

Para elaborar el formulario hemos enumerado las competencias transversales y específicas propias de la materia y hemos pedido a los alumnos que puntúen según el baremo “1=Nada, 5=Mucho” en qué medida consideran que las han adquirido a través de nuestra asignatura. Además, se ha dejado al final una pregunta abierta para que puedan dar su opinión libremente de si creen que la metodología aplicada (contenido, trabajo en grupo e individual, prácticas de ordenador, etc.) ha contribuido positivamente a lograr sus expectativas.

En la encuesta debían indicar además la forma de acceso a la universidad: Acceso de mayores de 25 años, Bachillerato y pruebas de acceso o Ciclos formativos de grado superior, así como la calificación final obtenida en la asignatura, cuestiones bastante determinantes, desde nuestro punto de vista, a la hora de percibir el nivel de competencias adquiridas en ella.

En este momento la han contestado un total de 60 alumnos de 191 matriculados, es decir aproximadamente un 31,5% del total. Aunque el porcentaje de respuestas no es muy elevado, la distribución tanto por la procedencia de los alumnos entrevistados como por el rango de notas está bastante repartida, de manera que puede darnos una visión suficientemente completa y aceptable de la opinión general de la clase y no únicamente de algunos perfiles de alumnado. Los principales resultados obtenidos son los siguientes:

- El 73,6% de los alumnos entrevistados considera que ha alcanzado los niveles más altos (4 y 5) en la adquisición de la competencia: “*Capacidad para la resolución de los problemas matemáticos que puedan plantearse en la ingeniería*”, frente al 21,1% que piensa que la ha alcanzado en grado medio y solo un 5,3% en un nivel bajo. Es interesante observar que ningún alumno considera que no ha adquirido esta competencia.
- Respecto a la competencia: “*Conocimiento en materias básicas y tecnológicas, que les capacite para el aprendizaje de nuevos métodos y teorías y les dote de versatilidad para adaptarse a nuevas situaciones*” el 68,5% de los alumnos opinan que la alcanzado en niveles altos, el 28,1% en nivel medio y solo un 3,5% en grado bajo. Igual que en el caso anterior, no hay alumnos que opinen que no han adquirido la competencia.
- En el caso de “*Capacidad de resolver problemas con iniciativa, toma de decisiones, creatividad, razonamiento crítico y de comunicar y transmitir conocimientos,*

habilidades y destrezas en el campo de la ingeniería” el 61,5% opina que la ha adquirido en niveles altos, el 26,3% en grado medio y un no desdeñable 12,3% de alumnos opinan que la han adquirido en nivel bajo, aunque ninguno afirma, como en los dos casos anteriores, no haberla adquirido en absoluto.

- La que ha obtenido peor resultado ha sido la competencia: “*Capacidad de integrarse y colaborar en un entorno multidisciplinar*”, ya que menos de la mitad de los encuestados, solo el 45,6%, opina que la ha adquirido en niveles altos. En este caso el 36,8 % de los estudiantes manifiestan haberla adquirido en grado medio, un 10,5% en nivel bajo y por último, el resultado que resulta más alarmante para nosotros, un 7% que afirma no haberla adquirido en absoluto.

En general, el alumnado está satisfecho con las competencias adquiridas en la asignatura, puesto que la mayor frecuencia de puntuaciones está, en la mayoría de ellas, entre el 4 y el 5, es decir, el número de alumnos que consideran que han adquirido las competencias en los niveles más altos siempre es superior a los que piensan que están en niveles bajos o medio de adquisición de estas. La única excepción se da en la competencia relacionada con la integración y colaboración en entornos multidisciplinarios, lo que nos indica claramente un aspecto que debemos mejorar al elaborar nuestras actividades docentes.

4. CONCLUSIONES

En nuestra opinión, una de las principales ventajas de este tipo de metodologías es la mayor participación del estudiante en el proceso educativo lo que ayuda al desarrollo de competencias como: la capacidad de síntesis, el hábito de trabajo o la capacidad de estructuración y organización de contenidos.

Sin embargo, esta propuesta también presenta inconvenientes, ya que supone un esfuerzo continuado tanto para el profesor como para el alumno y en algunos casos puede resultar agobiante para ambos. Por otra parte, para alcanzar unos resultados satisfactorios es necesario disponer de un número reducido de alumnos, para que la relación alumno-profesor reporte los resultados deseados, es decir un conocimiento claro de la labor del alumno y de la información y formación adquirida por el mismo. Por ello, en nuestro caso sólo puede aplicarse a los grupos de prácticas donde el tamaño medio de grupo de 25 alumnos.

Del análisis de las respuestas obtenidas en la encuesta, podemos concluir que a pesar de la satisfacción del alumnado con las metodologías empleadas para adquirir las

competencias de la asignatura, queda patente que es necesario hacer mayor hincapié en la aplicación práctica de los métodos matemáticos explicados, debido a la evidente necesidad que un graduado en ingeniería tiene de conectar sus conocimientos y habilidades con la realidad.

Por tanto, para mejorar las carencias detectadas, proponemos una pequeña modificación en las prácticas de laboratorio de la asignatura, priorizando la modelización de problemas multidisciplinares, lo más realistas e integrados en el área profesional de los futuros graduados que nos sea posible. Aunque hay que recordar que la asignatura se encuentra en segundo curso y la formación de los alumnos todavía no es suficiente para abordar problemas muy específicos de la titulación que están cursando. Con este objetivo en mente elaboraremos el material en vídeo, poniendo en valor la utilidad y aplicabilidad de los conocimientos impartidos.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bergmann, J. & Sams, A. (2012). *Flip Your Classroom: Talk to Every Student in Every Class Every Day*. International Society for Technology in Education. ISBN 9781564843159.
- Bishop, J.L. & Verleger, M.A. (2013). The flipped classroom: A survey of the research. In *ASEE National Conference Proceedings*, Atlanta, GA.
- Coll, C., Ginestar, D. & Sánchez, E. (2012). *Matemáticas II para ingenieros*. Valencia: Ed. UPV.
- 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.
- Jordán Lluch, C., Pérez Peñalver, M.J. & Sanabria Codesal, E. (2014). Investigación del impacto en un aula de matemáticas al usar flip education. *Pensamiento Matemático*, Volumen IV, nº 2, 9-22.
- Moraño Fernández, J.A., Verdoy González, J.A., García Mora, B., Sanabria Codesal, E. (2014). Mejora del sistema de evaluación de las práctica con ordenador de la asignatura de Matemáticas I para el Grado de Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Productos, *Jornadas de Innovación Educativa y Docencia en Red (IN-RED 2014)*, 887-896.

Universitat Politècnica de València. Proyecto institucional Incorporación de las competencias transversales en el currículo de los egresados de la UPV. <<http://www.upv.es/entidades/ICE/info/U0702452.pdf>> [Consulta: 1 de junio de 2016]