



Repositorio Institucional de la Universidad Autónoma de Madrid

<https://repositorio.uam.es>

Esta es la **versión de autor** de la comunicación de congreso publicada en:
This is an **author produced version** of a paper published in:

2016 International Symposium on Computers in Education (SIIE). IEEE, 2016

DOI: <http://dx.doi.org/10.1109/SIIE.2016.7751874>

Copyright: © 2016 IEEE

El acceso a la versión del editor puede requerir la suscripción del recurso
Access to the published version may require subscription

Proyecto eMadrid: Metodologías Educativas, Ludificación y Calidad

J. Ángel Velázquez
Iturbide
Escuela Técnica Superior de
Ingeniería Informática
Univ. Rey Juan Carlos
28933 Móstoles, Madrid
angel.velazquez@urjc.es

Gregorio Robles Martínez
Escuela Técnica Superior de
Ing. de Telecomunicaciones
Univ. Rey Juan Carlos
Fuenlabrada, Madrid
gregorio.robles@urjc.es

Ruth Cobos, Leovy
Echeverría, Iván Claros
Escuela Politécnica Superior
U. Autónoma de Madrid
28049 Madrid
{ruth.cobos,
leovy.echeverria,ivan.claros}
@uam.es

M^a Carmen Fernández
Panadero, M^a Blanca
Ibáñez y Carlos Delgado
Kloos
Depto. Ing. Telemática
U. Carlos III de Madrid
28911 Leganés, Madrid
{mcfp,mbibanez,cdk}
@it.uc3m.es

Abstract— Esta comunicación presenta un conjunto de trabajos de investigación sobre metodologías docentes, ludificación y calidad realizados en el seno del proyecto eMadrid, de la Comunidad Autónoma de Madrid. En primer lugar se resumen los trabajos realizados en los dos primeros años del proyecto. Posteriormente se presentan las líneas de trabajo previstas para los dos años restantes.

Keywords—*metodologías educativas*

I. INTRODUCCIÓN

El proyecto “eMadrid-CM – Investigación y Desarrollo de Tecnologías Educativas en la Comunidad de Madrid” fue concedido dentro de la “Convocatoria de Programas de I+D en Tecnologías 2013” de la Comunidad Autónoma de Madrid. El Proyecto es una continuación del proyecto del mismo nombre seleccionado en la convocatoria de 2009.

El proyecto se estructura según 10 objetivos científicos-técnicos, de los cuales en esta comunicación presentamos el objetivo 10: metodologías educativas, ludificación y calidad. La comunicación se estructura en dos secciones. En la sección 2 se presentan los logros principales alcanzados en los dos primeros años del proyecto, mientras que en la sección 3 se resumen los planes de trabajo para los dos años restantes.

II. INVESTIGACIÓN REALIZADA EN LOS DOS PRIMEROS AÑOS

Presentamos la investigación realizada, desglosada por universidades para una presentación más coherente. En orden alfabético de universidad, son la Universidad Autónoma de Madrid (UAM), la Universidad Carlos III de Madrid (UC3M) y la Universidad Rey Juan Carlos (URJC).

A. Universidad Autónoma de Madrid

En la UAM se han llevado a cabo diferentes trabajos relacionados con las siguientes metodologías educativas: aprendizaje social o social media learning y aprendizaje mixto o blended learning.

En la primera línea se han desarrollado las siguientes herramientas:

- Social Media Learning o SMLearning [1] es una herramienta para aprendizaje social basado en vídeos interactivos, cuyo código está accesible en <https://github.com/ivandcl/smlearning> y ha sido fruto de una tesis doctoral [2]. Se ha utilizado la herramienta durante los últimos cinco cursos académicos en la docencia de grado y postgrado de titulaciones de la Escuela Politécnica de la UAM.
- Social Moodle o Moodle social es una versión colaborativa y social del LMS Moodle [3] fruto de un trabajo fin de máster [4]. Social Moodle se ha utilizado durante los últimos tres cursos académicos en la docencia de grado y postgrado de titulaciones de la Escuela Politécnica de la UAM.

En la segunda línea, aprendizaje mixto:

- Por un lado, se ha desarrollado un sistema llamado TASystem [5] integrado en el LMS Moodle, fruto de una tesis en marcha. Sistema que asiste a alumnos y profesores en diseño y realización de tareas; y gestión de evaluación propuesta en escenarios colaborativos. Se ha utilizado dicho sistema en los últimos cinco cursos académicos en experiencias de aprendizaje mixto en la docencia de la Universidad Pontificia Bolivariana Seccional Montería, Colombia.
- Por otro lado, desde que la UAM se unió en 2014 al consorcio edX (<https://www.edx.org/school/uamx>) se han generado del orden de ocho MOOCs en dicha plataforma. Durante el otoño de 2015 se ha utilizado la

Estos trabajos se han financiado parcialmente por el proyecto eMadrid (S2013/ICE-2715) de la Comunidad de Madrid, los proyectos FLEXOR (TIN2014-52129-R), RESET (TIN2014-53199-C3-1-R) e iProg (TIN2015-66731-C2-1-R) del Ministerio de Economía y Competitividad, y el proyecto “Adaptación de la metodología PhyMEL a la formación clínica mediante el uso de simuladores” financiado por la empresa Medical Simulator.

clase invertida en docencia de humanidades de la UAM haciendo uso de uno de estos MOOCs titulado “La España de El Quijote”. Esta práctica docente ha sido de mucho éxito y de muy buena acogida entre los estudiantes de la UAM.

B. Universidad Carlos III de Madrid

En la Universidad Carlos III de Madrid se hizo uso de la gamificación, técnica que utiliza elementos de mecánica de juegos en contextos serios para promover en los participantes comportamientos elegidos por los diseñadores de la gamificación. En un contexto serio como la educación, interesa promover entre los estudiantes comportamientos tales como la lectura de materiales de estudio o la resolución de ejercicios con miras a mejorar sus conocimientos y habilidades de aprendizaje. Típicamente, estos comportamientos premian el esfuerzo mediante la asignación de incentivos externos tales como puntos e insignias) y/o reconocen el esfuerzo en relación con los pares en leaderboards. La Khan Academy constituye un caso de éxito en el uso de reconocimientos externos para promover una mayor cantidad de trabajo por parte de los estudiantes. En la Universidad Carlos III de Madrid, se aplicaron las técnicas de gamificación de la Khan Academy en los Cursos Cero de Física, Química y Matemáticas y se desarrolló ALAS-KA, plataforma de Learning Analytics que extiende las posibilidades de análisis de la Khan Academy [6]. Gracias a ALAS-KA se logró identificar los tipos de insignias que eran las más apreciadas por parte de los estudiantes [7]. Por otro lado, se desarrolló una actividad ad-hoc gamificada para promover el estudio del lenguaje de programación C en estudiantes de Ingeniería de la Universidad Carlos III de Madrid [8]. La mecánica de gamificación incluyó puntos, insignias y leaderboard. En esta actividad gamificada se logró superar, en promedio, un 20% el umbral de trabajo requerido a los estudiantes. El estudio permitió conocer los principales motivos para continuar realizando las actividades gamificadas una vez alcanzado el máximo de nota posible y las razones para no continuar. En el primer caso, gran número de estudiantes manifestaron su deseo de obtener todas las insignias posibles y un porcentaje pequeño manifestaron motivos altruistas para continuar. En el segundo caso, el haber obtenido todas las insignias fue la razón principal de abandono unido a presiones de tiempo con otras asignaturas.

Por otro lado, la inmersión en actividades con fines educativos ha sido considerada como un estímulo positivo para el aprendizaje. El estudiante logra principalmente la inmersión gracias al uso del sentido de la vista y el oído en entornos donde se ve involucrado en actividades significativas para él. Del diseño y soporte a nivel organizativo de estas actividades depende que las actividades sean significativas tanto a nivel individual como colectivo. En el seno del proyecto eMadrid se desplegó un entorno virtual en un mundo espejo de la Gran Vía de Madrid. Este entorno fue diseñado para el aprendizaje del español como lengua extranjera. La inmersión se logró gracias al despliegue de elementos digitales que imitaban el entorno físico de la Gran Vía y las actividades educativas fueron orquestadas automáticamente para fomentar la comunicación entre los participantes [9].

En la universidad Carlos III de Madrid se ha actualizado la metodología PhyMEL (Physical Mental and Emotional Learning) [10] para diseño, despliegue y evaluación de experiencias de aprendizaje colaborativo gamificadas en entornos mixtos con componente presencial y digital. Se han creado un conjunto de plantillas y herramientas para soporte al diseño y despliegue de experiencias que relaciona los diferentes elementos de narrativa, pedagogía y gamificación. Así mismo, se ha realizado la creación de artefactos y nuevos soportes que ayuden a documentar la experiencia y reflejar resultados de aprendizaje (cómic, juegos, vídeos).

Para probar diferentes aspectos de la metodología se han realizado varias experiencias en diferentes dominios y con usuarios de diferentes edades: (1) con niños de educación infantil y primaria analizando diferentes aplicaciones tecnológicas para el fomento a la lectura [11], (2) con niños de educación primaria convirtiéndolos durante 5 minutos en personajes de un libro (El Secreto de Marcosⁱ) mediante la realidad virtualⁱⁱ para fomentar la lectura de libros en formato tradicional. (3) con estudiantes de educación secundaria para gamificar las visitas a los museos mediante realidad aumentada e integrarlas en el currículum de aprendizaje de ciencias [12] y por último (4) en el ámbito clínico, para el aprendizaje del manejo de una silla de ruedas mezclando la interacción física con el mundo virtual [13].

Más recientemente se ha realizado una adaptación de la metodología PhyMEL para compatibilizar las metodologías de aprendizaje tradicionales en el ámbito presencial con el aprendizaje en el ámbito digital. Actualmente se están llevando a cabo dos colaboraciones: (1) Colaboración con la empresa Medical Simulator para dar formación clínica mediante el uso de simuladores de acuerdo a esta metodología en diferentes hospitales (Hospital la Paz, Hospital 12 de Octubre, Hospital General de Castellón) y centros de formación de médicos y enfermeras a nivel Nacional (EU San Juan de Dios, Escuela de Medicinal San Antonio de Murcia). (2) Colaboración con el ayuntamiento de Getafe y las empresas Ocionalia y PSInnova en desarrollo de experiencias con alumnos de secundaria para fomentar la vocación por la ciencia y la tecnología para abordar la brecha de género desarrollando un Hackaton: “Con nosotras it’s time to hack”ⁱⁱⁱ

C. Universidad Rey Juan Carlos

Los trabajos realizados en la URJC giran alrededor del aprendizaje de tres materias o habilidades: pensamiento computacional, recursividad y algoritmos de optimización. Los vemos en este mismo orden.

Una primera línea se centra en el desarrollo de lo que se ha venido a llamar el pensamiento computacional, principalmente entre niños y jóvenes. El pensamiento computacional engloba una serie de habilidades relacionadas con optimizar la interacción con máquinas, especialmente aquellas que tienen un fuerte soporte informático, como pueden ser la abstracción, la paralelización, la lógica o la algoritmia. Aunque seguramente hay muchas maneras de fomentar este tipo de habilidades, una de ellas -y probablemente la más económica y desarrollada tecnológicamente a día de hoy- es mediante el aprendizaje de conceptos relacionados con la programación

informática. Así, han surgido en los últimos años varios lenguajes de programación visuales, que evitan los problemas sintácticos de lenguajes de texto. El más usado dentro de estos lenguajes es Scratch, del que hemos realizado una revisión sistemática del estado de la ciencia [14]. Dentro de este campo, en la URJC estamos tratando de medir el impacto de la introducción de programación en otras asignaturas, algunas más cercanas a los conceptos que se tratan como son las matemáticas [15], pero también en otras más lejanas como pueden ser humanidades o las lenguas foráneas [16].

Una segunda línea de trabajo se refiere a metodologías educativas para el aprendizaje de la recursividad en la universidad, en una mayoría de casos basado en el uso del sistema SRec de visualización de la recursividad. Pueden destacarse los siguientes resultados:

- Método instruccional de aprendizaje de la recursividad. Se propuso un nuevo método instruccional basado en el aprendizaje de métodos de eliminación de la recursividad lineal [17]. Se produjo una mejora significativa en el desarrollo de modelos mentales viables por parte de los alumnos, junto a otras conclusiones menores pero relevantes en esta línea.
- Identificación de usos docentes de SRec en asignaturas de programación o de algoritmos [18]. Se realiza una correspondencia entre las distintas visualizaciones de SRec y temas de programación o algoritmia. Es decir, es una correspondencia entre modelos conceptuales, dejando abiertas las metodologías docentes a aplicar en cada caso.
- Propuesta de la técnica de presentación de visualizaciones denominada “múltiples ejecuciones” [19]. Se han realizado tres evaluaciones de eficiencia educativa de la técnica utilizando colecciones estructuradas de visualizaciones de los algoritmos especificados en las primeras etapas de la técnica de programación dinámica. En las dos primeras evaluaciones se obtuvieron diferencias significativas en algunas tareas de comprensión y análisis. En la tercera evaluación, la técnica ayudó a estructurar las soluciones algorítmicas, aunque no necesariamente de forma correcta.
- Uso constructivo de las visualizaciones para mejora del rendimiento de algoritmos [20]. Se ha implementado en SRec el soporte parcial a una metodología de eliminación de la recursividad múltiple redundante (usada, por ejemplo, para el desarrollo de algoritmos de programación dinámica). Se basa en la transformación de unas representaciones gráficas en otras. Su evaluación ha permitido medir la mayor precisión, rapidez y motivación de los alumnos, en este último caso medido con técnicas de estadística inferencial.

La tercera línea de trabajo ha abordado el aprendizaje de algoritmos de optimización, destacado dos resultados:

- Se evaluó el efecto del soporte colaborativo al debate entre alumnos de los resultados de experimentación con el sistema GreedExCol [21]. El resultado fue que los

alumnos que realizaron la actividad colaborativamente con GreedExCol fueron más eficientes y estuvieron más motivados que los que trabajaron individualmente con GreedEx.

- Se diseñaron y evaluaron dos planificaciones docentes de uso del sistema OptimEx de experimentación con algoritmos de optimización [22]. Se evaluó el rendimiento académico de los alumnos y se analizaron sus malas concepciones sobre conceptos de optimización. Los resultados obtenidos han mostrado que se reduce el número de malas concepciones de los alumnos si las tareas de experimentación se espacian a lo largo de todo el trimestre. La repetición de la tarea familiariza a los alumnos con la herramienta y les da tiempo para reforzar los conceptos, sobre todo ante resultados erróneos en sus experimentos.

III. TRABAJOS FUTUROS

Los trabajos descritos en la sección anterior tendrán continuación en los próximos dos años con los trabajos presentados en esta sección. Los presentamos desglosado por tecnologías educativas.

A. Aprendizaje Colaborativo y Gamificación

Los primeros resultados obtenidos en educación utilizando la gamificación como técnica de motivación no son concluyentes. Son muchas las variables que intervienen y poco el volumen de estudiantes que en ambientes controlados han intervenido en los experimentos empíricos reportados. Será por tanto interesante analizar el impacto de variables tales como el tipo de actividad a gamificar, la duración de la gamificación, la personalidad de los estudiantes en sus preferencias por mecánicas de juego y cantidad de esfuerzo a realizar. Por otra parte, el uso de técnicas de analítica de aprendizaje aplicadas a grupos significativos de estudiantes permitirá un mejor uso de la gamificación en educación. Algunas de las experiencias realizadas demuestran que los elementos de gamificación no pueden ser considerados como algo aislado y que funcionan de manera diferente en función de la fase de aprendizaje en la que se encuentre el estudiante. En la metodología PhyMEL se está trabajando en una primera clasificación de qué elementos de gamificación son más útiles en cada una de las etapas del aprendizaje asimilando dichas etapas el patrón narrativo del viaje del héroe.

B. Clase Invertida

En la UAM, se seguirá haciendo uso de los MOOCs y se están creando SPOCs (Small Private Online Courses) como fruto de proyectos de innovación docente, todos ellos serán utilizados en prácticas de clase invertida en asignaturas de grado y de postgrado.

En la URJC se tiene previsto estudiar el efecto de la clase invertida en asignaturas al nivel universitario. Se pretende estudiar su efecto en la eficiencia pedagógica y en la motivación de los alumnos, así como identificar posibles factores condicionantes.

C. Simulación

Se tienen previstas varias acciones sobre la experimentación con algoritmos de optimización:

- Mejora del sistema OptimEx a partir de los resultados de una evaluación de usabilidad anterior. Las mejoras principales previstas se refieren al proceso de experimentación y a la presentación gráfica de resultados. También se está considerando la posibilidad de su migración on-line, quizá a algún sistema de e-learning como Moodle.
- Estudio de modelos conceptuales sobre optimización como vía para reducir o eliminar las dificultades y malas concepciones de los alumnos.
- Desde la universidad Carlos III se está trabajando también en el uso de plataformas educativas para facilitar la implantación de prácticas de simulación clínica para el aprendizaje de competencias en el ámbito de las ciencias de la salud

D. Taxonomías Educativas

Las taxonomías educativas ofrecen numerosas ventajas a los profesores: especificación de objetivos de aprendizaje y competencias, diseño de la instrucción y diseño de la evaluación, así como comprobar la alineación de estos tres aspectos en una asignatura. La taxonomía más utilizada en la enseñanza de la informática es la taxonomía de Bloom. Sin embargo, su uso no está exento de dificultades y ambigüedades. En la URJC se pretende analizar estas dificultades y ofrecer soluciones para un uso más seguro de la taxonomía revisada de Bloom en informática o incluso para otras disciplinas. Desde la UC3M se ha incluido la taxonomía de Bloom en el patrón narrativo del viaje del héroe utilizado por la metodología PhyMEL como una guía de qué tipo de actividades son más eficaces en cada fase del aprendizaje.

E. Tutores

El equipo de investigación en la URJC ha creado un tutor on-line destinado a la evaluación del desarrollo de habilidades de pensamiento computacional en proyectos realizados con Scratch. Esta herramienta, conocida como Dr. Scratch [23], es una aplicación web que ha sido utilizada por miles de niños y jóvenes en la red en el año y medio que lleva funcionando, que ofrece realimentación del proyecto analizado de manera ludificada.

Asimismo, la infraestructura creada para la herramienta se puede utilizar con otros fines, como la detección de código maloliente (*bad smells*) en este tipo de programas [24]. Así, puede darse el caso de código no utilizado (“muerto”), no dar nombres a los objetos u otras cuestiones que aunque no impidan que un programa funcione correctamente, sí que denotan una falta de calidad del mismo.

F. Visualización

Se prevé completar los trabajos en visualización con SRec:

- Mejorar el soporte a la eliminación de la recursividad redundante, sobre todo permitiendo generar código.

Prevedemos que la generación de algoritmos memorizados es casi automática, mientras que la de algoritmos tabulados es más difícil de especificar.

- Ampliar el rango de algoritmos para los que SRec produce visualizaciones eficaces. En principio, prevemos combinar el uso de representaciones gráficas genéricas (como los árboles de recursión) y representaciones dependientes del dominio (como grafos o diagramas geométricos). Presenta diversos retos técnicos pero, desde un punto de vista educativo, el principal consiste en seguir garantizando eficacia visualizadora y facilidad de uso.

IV. CONCLUSIONES

Se han presentado los principales trabajos realizados en el proyecto de eMadrid dentro de la línea de investigación sobre metodologías docentes, ludificación y calidad. En primer lugar se han resumido los trabajos realizados en los dos primeros años del proyecto. Posteriormente se han presentado las líneas de trabajo previstas para los dos años restantes. Los primeros se han agrupado por universidades. Sin embargo, los segundos se presentan agrupados por tecnologías educativas, como muestra de la apuesta para promover una mayor colaboración interuniversitaria.

AGRADECIMIENTOS

Los autores de la UC3M quieren agradecer a las empresas Medical Simulator, Ocionalia, PSInnova, la Fundación La Caixa, el Ayuntamiento de Getafe, hospitales y centros educativos su buena disposición y su participación en las actividades mencionadas. También quieren agradecer a Raúl Araujo, Jaime Valle, José Antonio Díaz y Valentín de la Cruz las contribuciones técnicas para el desarrollo de su trabajo y a Rafael Nieto, autor del libro “El secreto de Marcos”, por facilitar su libro y colaborar activamente en las experiencias de fomento a la lectura.

REFERENCIAS

- [1] I. Claros, R. Cobos y C. Collazos, “An approach based on social network analysis applied to a collaborative learning experience,” IEEE Transactions on Learning Technologies, in press.
- [2] I. Claros, “Mecanismos de interacción centrados en recursos multimedia sobre entornos web sociales como modelo de aprendizaje activo a través de Internet,” Tesis doctoral. Universidad Autónoma de Madrid, octubre 2015.
- [3] A. Garmendia y R. Cobos, “Towards the extension of a LMS with Social Media services,” CDVE 2013, LNCS 8091, pp.67-72.
- [4] A. Garmendia, “Propuesta de diseño y desarrollo de un LMS social,” Trabajo fin de máster, Universidad Autónoma de Madrid, octubre 2013.
- [5] L. Echeverría, R. Cobos y M. Morales, “Designing and evaluating collaborative learning scenarios in Moodle LMS courses”, CDVE 2013, LNCS 8091, pp 61-66.
- [6] J.A. Ruízpérez-Valiente, P Muñoz-Merino, D. Leony, C. Delgado-Kloos “ALAS-KA: A learning analytics extension for better understanding the learning process in the Khan Academy platform”, Computers in Human Behavior, vol. 47, pp. 139-148, 2015.
- [7] J.A. Ruízpérez-Valiente, P. Muñoz-Merino, C. Delgado-Kloos, “Analyzing students' intentionality towards badges within a case study using Khan academy”, Proceedings of the Sixth International

- Conference on Learning Analytics & Knowledge. ACM, pp. 536-537, 2016.
- [8] M.B. Ibáñez, A. Di-Serio, C. Delgado-Kloos, "Gamification for engaging computer science students in learning activities: A case study", *Learning Technologies*, IEEE Transactions on, vol. 7, no 3, pp. 291-301, 2014.
- [9] M.B. Ibáñez, J.J. García-Rueda, D. Maroto, C. Delgado-Kloos, "Collaborative learning in multi-user virtual environments", *Journal of Network and Computer Applications*, vol. 36, no 6, pp. 1566-1576, 2013.
- [10] C. Fernández-Panadero y C. Delgado-Kloos, "PhyMEL. A framework to integrate physical, mental and emotional learning in meaningful experiences and multidimensional reports," *Proceedings of 3rd European Immersive Education Summit*, 2014, pp. 203-209.
- [11] N. Kucirkova, D. Messer, K. Sheehy y C. Fernández-Panadero, "Children's engagement with educational iPad apps: Insights from a Spanish classroom," *Computers & Education*, vol. 71, pp. 175-184, 2014.
- [12] C. Fernández-Panadero, M. Pérez-Sanagustín, A. Pardo, R.M.C. García y C. Delgado-Kloos, "A framework to design educational mobile-based games across multiple spaces," *Design for Teaching and Learning in a Networked World*, Springer, 2015, pp. 407-413.
- [13] C. Fernández-Panadero, V. de la Cruz Barquero, C. Delgado-Kloos y D. & Morán-Núñez, "PhyMEL-WS: Physically experiencing the virtual world. Insights into Mixed reality and flow state on board a wheelchair simulator," *Journal of Universal Computer Science*, vol. 20, no. 12, pp. 1629-1648, 2014.
- [14] J. Moreno-León y G. Robles, "Code to learn with Scratch? A systematic literature review," *2016 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*, pp. 150-156.
- [15] L.A. Calao, J. Moreno-León H.E. Correa y G. Robles, "Developing mathematical thinking with Scratch," *Design for Teaching and Learning in a Networked World*, Springer, noviembre 2015, pp. 17-27.
- [16] J. Moreno-León y G. Robles, "Computer programming as an educational tool in the English classroom a preliminary study," *2015 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*, pp. 961-966.
- [17] J.Á. Velázquez-Iturbide, M^a Eugenia Castellanos y Raquel Hijón-Neira, "Recursion removal as an instructional method to enhance the understanding of recursion tracing," *IEEE Transactions on Education*, in press.
- [18] J.Á. Velázquez-Iturbide, y A. Perez-Carrasco, "How to use the SRec visualization system in programming and algorithm courses," *Inroads*, in press.
- [19] J.Á. Velázquez-Iturbide, I. Hernán-Losada, y A. Pérez-Carrasco, "A «multiple executions» technique of visualization," in *Proc. 21st Annual Conf. Innovation and Technology in Computer Science Education (ITiCSE 2016)*, in press.
- [20] J.Á. Velázquez-Iturbide, y A. Pérez-Carrasco, "Systematic development of dynamic programming algorithms assisted by interactive visualization," in *Proc. 21st Annual Conf. Innovation and Technology in Computer Science Education (ITiCSE 2016)*, in press.
- [21] O. Debdí, M. Paredes-Velasco y J.Á. Velázquez-Iturbide, "GreedExCol, a CSCL tool for experimenting with greedy algorithms," *Computer Applications in Engineering Education*, vol. 23, no. 5, pp. 790-804, septiembre 2015.
- [22] J.Á. Velázquez-Iturbide, "GreedEx and OptimEx: Two tools to experiment with optimization algorithms," *International Journal of Engineering Education*, vol. 32, no. 3A, pp. 1.097-1.106, 2016.
- [23] J. Moreno-León y G. Robles, G. "Dr. Scratch: A web tool to automatically evaluate Scratch projects," *Proceedings of the Workshop in Primary and Secondary Computing Education*, 2015, pp. 132-133.
- [24] J. Moreno y G. Robles, "Automatic detection of bad programming habits in sScratch: A preliminary study," *2014 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*, pp. 1-4.

ⁱ Página web del libro El Secreto de Marcos: <http://www.elsecretodemarcos.com/>

ⁱⁱ Vídeo de la experiencia el secreto de Marcos: https://youtu.be/_TUQEf3zA6Q

ⁱⁱⁱ Página web de la experiencia "Con Nosotras It's Time to Hack:" <http://www.timetohackgetafe.com/>