

Computación creativa y desarrollo centrado en el usuario para el aprendizaje

Juan Manuel Dodero[†], Manuel Palomo-Duarte[†], Anke Berns[‡], Iván Ruiz-Rube[†], Antonio Balderas-Alberico[†], José Miguel Mota[†], Rubén Baena[†]

[†] Escuela Superior de Ingeniería
Av. Universidad de Cádiz, 10, 11519 Puerto Real, Cádiz
{juanma.dodero,manuel.palomo,ivan.ruiz,antonio.balderas,josemiguel.mota,ruben.baena}@uca.es

[‡] Facultad de Filosofía y Letras
Av. Dr. Gómez Ulla, 1, 11003 Cádiz
anke.berns@uca.es

Resumen: Se describen las líneas de investigación del grupo Mejora del Proceso Software y Métodos Formales de la Universidad de Cádiz, en relación a las tecnologías del aprendizaje e informática educativa.

Palabras clave: Computación creativa, desarrollo centrado en el usuario, wikis, analítica del aprendizaje, juegos aplicados, aprendizaje móvil de idiomas.

Abstract: Research lines of the Software Process Improvement and Formal Methods research group of the University of Cadiz are described, in relation to learning technologies and computing in education.

Key words: Creative computing, end-user development, wikis, learning analytics, applied games, mobile assisted language learning.

1. Introducción

Las líneas de investigación del grupo *Software Process Improvement and Formal Methods* (SPI&FM) en relación con la informática educativa, se centran en diversos ejes alrededor del concepto de *computación creativa*, que implica el despliegue de habilidades humanas de creación a través de las tecnologías software (Yang & Zhang, 2016). La investigación del grupo intenta abordar problemas relacionados con el uso de **procesos y herramientas** enriquecidas con elementos software de ayuda a la creación y el uso de **lenguajes de diseño** y comunicación multidisciplinares y mecanismos asequibles para la **resolución de problemas** específicos por parte de usuarios no expertos en tecnologías software. El uso de procesos colaborativos y herramientas informáticas de creación y diseño ha potenciado la creatividad en ámbitos más allá de la ciencia de la computación y la ingeniería informática (Rodríguez, 2006). El

desarrollo de lenguajes para articular los trabajos e intercambiar ideas entre expertos de distintas disciplinas es parte fundamental del proceso creativo. Por ello, los métodos y herramientas de diseño sujeto de la investigación del grupo, que tienen su base en la disciplina conocida como *end-user development* o EUD (Lieberman et al., 2006), deben ayudar en la resolución de problemas en equipo, mejorando así las destrezas relacionadas con el pensamiento computacional (Denning & Tedre, 2019) de todos sus miembros, más allá de los informáticos. En particular, el foco de interés de la investigación del grupo para el desarrollo de estas habilidades se centra en usuarios procedentes de áreas como las Artes y Humanidades, las Ciencias Sociales o la Lengua y la Filología (Berns et al., 2016). En estas áreas y, de modo particular, para propósitos de enseñanza y aprendizaje, son relevantes los enfoques de gamificación y juegos aplicados, popularizados y asequibles gracias a las tecnologías móviles (Palomo-Duarte et al., 2017).

Bajo la hipótesis de que los lenguajes visuales y de bloques pueden facilitar el proceso creativo, la investigación se centra en enfoques de autoría y edición de escenarios de *realidad extendida* (XR) que incorporan extensiones a estos lenguajes para dotarlos de elementos sencillos que permitan definir interacciones táctiles, verbales o gestuales, fácilmente integrables en entornos y dispositivos de realidad virtual (VR) y aumentada (AR). La plataforma vedils.uca.es, desarrollada en el grupo ha facilitado la creación de aplicaciones móviles dotadas de capacidades de AR y HCI a través de lenguajes de bloques (Mota et al., 2018a). Los materiales así desarrollados deben incluir, cada vez más, capacidades de procesamiento de la información relevante para el aprendizaje, lo que incluye información contextual (Peinado et al., 2015). En el campo de la *analítica del aprendizaje*, la investigación del grupo se centra en ayudar a usuarios con escasas habilidades de programación a crear escenarios interactivos con capacidades de monitorización (Mota et al., 2018b). Sin embargo, los datos personales recogidos por dispositivos y wearables, conectados a servicios distribuidos de computación, pueden amenazar la privacidad individual. En consecuencia, los datos recogidos del aprendizaje deben someterse a técnicas de preservación de la privacidad que hagan que éstos sean menos útiles para propósitos analíticos ajenos a la mejora del aprendizaje individual o colectivo.

A continuación, se describen en detalle los avances del grupo SPI&FM en las líneas de investigación analizadas.

2. Computación creativa y pensamiento computacional

El pensamiento computacional y la computación creativa son habilidades especialmente demandadas en la sociedad actual, que requiere, cada vez más, de profesionales eficientes y capacitados. El pensamiento computacional surge como una manera de resolver los problemas de forma que, mediante su adecuada formulación, las soluciones puedan ser representadas como algoritmos y estructuras computacionales (Aho, 2012). Por otro lado, las habilidades de la computación creativa dan la oportunidad de diseñar y fabricar artefactos útiles y sencillos hechos de hardware y software, que activan el papel del usuario desde la

mera observación y uso de las tecnologías (Yang & Zhang, 2016).

La creación de aplicaciones es una tarea larga y compleja que suele requerir de la participación de especialistas informáticos. En particular, tratándose de aplicaciones que pretenden desplegar experiencias interactivas de usuario (Ardito et al., 2019), la tarea es más complicada. Por ello, el desarrollo de métodos y entornos de programación dirigidos a usuarios expertos en el dominio, pero no técnicos, son temas de investigación muy activos (Barricelli, 2019). En ese sentido, hemos desarrollado un método y un entorno de autoría, denominado *Visual environment for designing interactive learning scenarios* (VEDILS) para facilitar la construcción de aplicaciones móviles para entornos educativos. Esta plataforma permite que usuarios noveles en programación puedan hacer uso de tecnologías avanzadas como la realidad aumentada, la realidad virtual o la analítica del aprendizaje. Con esta herramienta, educadores y alumnado han podido construir experiencias interactivas para su aplicación en diferentes materias y disciplinas, como el dibujo técnico (Mota et al., 2016), el aprendizaje de alemán como idioma extranjero (Berns et al., 2018), la resistencia de materiales en ingeniería mecánica (Mota et al., 2018a), el cálculo vectorial en matemáticas (Person et al., 2018) o la programación de robots (Rodríguez-Corral et al., 2019), entre otras.

3. Procesos colaborativos y lenguajes

La tecnología colaborativa permite dar soporte a una cantidad de experiencias relacionadas con la Informática Educativa en diversas áreas. Tecnologías que inicialmente se desarrollaron para tareas técnicas, como las forjas de software libre, han dado paso a comunidades multidisciplinares que aprovechan su potencial con fines educativos. Entre las iniciativas desarrolladas en este aspecto destacan:

- Uso de forjas de software para desplegar experiencias de aprendizaje auténtico en competencias relacionadas con el desarrollo de software colaborativo, dentro del contexto de la Ingeniería Informática.
- Construcción y despliegue de ecosistemas web para e-learning enriquecidos con información de aprendizaje mediante el uso de metamodelos que proporcionan a los profesores una interfaz común.

En concreto, en el proyecto ASCETA se integran wikis, blogs, servicios de microblogging, gestores de contenidos (CMS) y sistemas de gestión de tareas (Traverso et al., 2016).

Se han usado wikis como soporte para experiencias de aprendizaje colaborativo de diverso tipo, como documentación de proyectos, redacción de manuales, etc. Las tecnologías, lenguajes y procesos de desarrollo basados en wikis pueden aprovecharse a dos niveles:

- Por un lado, los wikis pueden servir como plataformas de acceso restringido usados como entornos de aprendizaje colaborativo. En una experiencia realizada en una asignatura de sistemas operativos, los estudiantes realizaron de manera colaborativa la documentación del despliegue de una red empresarial (Balderas et al., 2018b). A partir de los registros almacenados por la plataforma, se obtuvieron medidas cuantitativas de la evaluación del sistema y la interacción entre los participantes. Esta información se puede complementar con indicadores cualitativos obtenidos mediante procesos de evaluación entre iguales asistido por ordenador (Balderas et al., 2012).
- Por otro lado, en wikis de acceso público, destaca Wikipedia, enciclopedia libre y multi-idioma editada de manera colaborativa por voluntarios de todo el mundo. En esta plataforma, las interacciones pueden ser masivas, estando los alumnos expuestos a un entorno en el que puede interactuar con otros editores de acuerdo a unas normas que deben de gestionar. A partir de dichas interacciones se pueden obtener datos cuantitativos. En un experimento realizado en colaboración con profesores de la Universidad de Brunel, se recopilaban datos cuantitativos obtenidos a partir del desarrollo de la documentación de proyectos informáticos en un entorno wiki. Como resultado se pudo determinar que, gracias al uso del wiki, se redujo el nivel de procrastinación de los estudiantes de un curso de ingeniería del software al tiempo que se mejoró su rendimiento académico (Balderas et al., 2019b).

4. Analítica del aprendizaje y privacidad

Inmersos de lleno en la era digital, los estudiantes y

profesores tienen a su disposición un conjunto de entornos virtuales que facilitan el proceso de enseñanza-aprendizaje desde diversos dispositivos y que ponen a su disposición multitud de herramientas. La interacción de los estudiantes con estos entornos, conocidos como entornos virtuales de aprendizaje (VLE), queda recogida en los registros de actividad de los propios entornos. La interacción individual de cada estudiante arroja evidencias de su trabajo y permite medir su desempeño en diferentes habilidades. Siguiendo un enfoque de Ingeniería Dirigida por Modelos (MDE), se han desarrollado lenguajes específicos de dominio (DSL) para facilitar a los docentes la obtención de indicadores de los VLE y ser capaces de diseñar sus propias evaluaciones. En particular, la propuesta se ha probado en dos entornos:

- En los cursos virtuales que dan soporte a la docencia se han utilizado los indicadores obtenidos mediante la aplicación de los DSL para evaluar el desempeño en competencias genéricas de los estudiantes. En una universidad con docencia presencial que trabaja con Moodle (Balderas et al., 2015; Balderas et al., 2019) y en una universidad con docencia exclusivamente en línea que trabaja con Sakai (Balderas et al., 2018a).
- En mundos virtuales que se utilizan en asignaturas de aprendizaje de idiomas. Se ha utilizado el DSL para medir competencias relacionadas con su desempeño en lengua extranjera (Balderas et al., 2017).

La analítica del aprendizaje conlleva implicaciones desde el punto de vista del rendimiento y la escalabilidad de los métodos y las soluciones tecnológicas utilizadas. En este aspecto, la investigación del grupo se ha centrado en el estudio de las arquitecturas software para la analítica del aprendizaje (Dodero et al., 2017a) y la exploración interactiva de repositorios de datos. En aspectos metodológicos, la investigación ha abordado la escalabilidad de la evaluación (Caballero-Hernández et al., 2017; Balderas et al., 2018b). Por otro lado, la transferencia y procesado de los datos necesarios para la analítica deben someterse a estrictas condiciones de privacidad, puesto que el resultado de su análisis puede afectar las decisiones y la autonomía de los individuos (Gursoy et al., 2018). Poner al usuario al mando de sus propios datos es el fundamento de los *personal data*

ecosystems y de los marcos metodológicos de *privacidad por diseño*. En este campo, el grupo ha realizado investigaciones preliminares en el campo de la privacidad en las arquitecturas de los repositorios de datos (Doderó et al., 2017b).

5. Juegos aplicados y gamificación

El diseño y la implementación de juegos aplicados (*serious/applied games*) dentro de la enseñanza permite aprovechar el potencial motivador de los videojuegos para mejorar los procesos de aprendizaje en general, siendo especialmente interesante por su inmersión para el aprendizaje de idiomas (Thorne et al., 2009). En estos entornos los jugadores desarrollan competencias enfrentándose a una serie de retos. Es por ello que la evaluación debe realizarse atendiendo al tipo de juego, objetivo pedagógico o contexto, entre otros aspectos. Tras una revisión sistemática de más de 400 trabajos científicos se observa que en la mayoría de ocasiones la evaluación tiene un objetivo formativo más que como certificación (Caballero-Hernández et al., 2017). En cuanto a la implementación, suele realizarse usando la puntuación del mismo juego, sistemas embebidos o evaluación externa. La primera aproximación requiere tener en cuenta la evaluación en el diseño del sistema de puntuación, mientras que la segunda implican la inclusión de disparadores en el juego o el registro de la actividad del jugador mediante técnicas informáticas. Por último, la evaluación externa se suele realizar a mano con escasa automatización.

Los mundos virtuales son una de las herramientas con más éxito para desarrollar videojuegos con fines educativos. En ellos el jugador puede desplazarse e interactuar en un mundo creado con intención educativa. En el grupo se han desarrollado diversos entornos de aprendizaje en los que se fomenta el aprendizaje de idiomas. Entre ellos cabe destacar tanto el diseño de juegos individuales como de juegos colaborativos, ambientados en su mayoría en entornos cotidianos (Palomo-Duarte et al., 2019). Todos ellos tienen como objetivo proporcionar al aprendiente de idiomas aquellos contextos que, a menudo, son difíciles de recrear en el aula, pero que son fundamentales para desarrollar determinadas competencias (p. ej. capacidad de interactuar y negociar mediante mensajes de texto con otros hablantes en lengua meta), así como también practicar

determinados aspectos lingüísticos que, por su dificultad, requieren más refuerzo fuera del aula de enseñanza (Berns et al., 2013; Balderas et al., 2017).

Además, se ha estudiado el impacto de aspectos psicológicos (principalmente el suspense) en la experiencia del jugador y cómo afecta esta a su aprendizaje. En concreto, se creó un videojuego, llamado *The House of Crimes*, que consistió en una búsqueda de un asesino mediante pistas que se obtienen resolviendo diferentes puzzles. Se midió el impacto de la afectividad de cada palabra (medida en valencia, intensidad y control) en la experiencia del usuario y su efecto en el aprendizaje del idioma extranjero (Delatorre et al., 2015).

También destaca el uso de videojuegos en docencia de ingeniería informática, permitiendo desarrollar competencias transversales como la capacidad de analizar código escrito por pares para implementar la inteligencia artificial de un videojuego (Palomo-Duarte et al., 2014). También se han usado para aprender a realizar modelos conceptuales mediante diagramas entidad-relación para bases de datos relacionales. La enseñanza de esta competencia se ha desarrollado tradicionalmente con ejemplos basados en casos ficticios o en el contexto de aprendizaje basado en proyectos, limitando el alcance de los resultados. El uso de un videojuego permite una mayor inmersión, permitiendo guiar al alumnado a un modelado más complejo alineado con los intereses competenciales de la asignatura (Caballero et al., 2019).

6. Mejora del aprendizaje de idiomas

El uso de las tecnologías móviles dentro de la enseñanza de idiomas permite la creación de entornos de aprendizaje que generalmente son difíciles de implementar en el aula de idiomas, pero que son a la vez beneficiosos para el proceso de enseñanza-aprendizaje. Asimismo, el uso de tecnologías móviles brinda valiosas oportunidades para crear herramientas de evaluación automatizada, facilitando no solo el proceso de evaluación en cuanto a resultados de aprendizaje, sino también en cuanto al proceso de aprendizaje, permitiendo un seguimiento más continuo de los aprendientes. En este contexto cabe destacar, ante todo, el desarrollo de varias apps como *VocabTrainer AI*, *Guess it! Language Trainer*, *Wer*

bin ich? o *Terminkalender* que se desarrollaron recientemente como herramientas de apoyo a la enseñanza y al aprendizaje de idiomas (alemán e inglés).

VocabTrainerAI consiste en una app híbrida que combina el aprendizaje individual con el aprendizaje colaborativo. En este sentido, la app ofrece al estudiante una serie de ejercicios individuales, centrados en la práctica de vocabulario y gramática, junto a un juego de rol, en el que los estudiantes deben realizar de forma colaborativa una tarea de aprendizaje (Berns, et al., 2016). Lo que diferencia esta app de otras es que obliga a sus usuarios a interactuar y negociar en la lengua meta mediante un chat de texto, implementado dentro de la propia app, para así fortalecer la competencia comunicativa.

En cuanto a las apps *Guess it! Language Trainer* (Palomo-Duarte et al., 2016), *Wer bin ich?* (Ruiz, et al., 2016) y *Terminkalender* (Berns et al., 2017) éstas destacan, aparte de fomentar el desarrollo de la competencia comunicativa de los estudiantes, por ofrecer al docente la posibilidad de adaptar los contenidos de aprendizaje (idioma, actividades, nivel, etc.) a sus necesidades de enseñanza-aprendizaje. Para ello cada app ofrece al docente un portal web, desde el cual puede acceder al contenido de la app y modificarlo. Un sistema diseñado para almacenar datos del proceso de aprendizaje (p.ej. contenido introducido y evaluado o reportado, palabras jugadas y acertadas o niveles y tiempo jugados) permite al docente tanto detectar posibles dificultades por parte de sus estudiantes como evaluar su proceso de aprendizaje. Además, el desarrollo de algoritmos que asistan el proceso de aprendizaje de los alumnos puede beneficiarse de la inteligencia colectiva del resto de la comunidad de estudiantes (Palomo-Duarte et al., 2018).

Por último, se ha desarrollado un sistema de análisis del aprendizaje para *Terminkalender* que permite analizar no sólo el resultado final de la actividad, sino también el proceso para llegar a dicho resultado. De esta forma el docente tiene acceso a estadísticas sobre la cantidad de palabras, intercambio de frases o errores cometidos en la comunicación al realizar la actividad. También se genera información sobre los comportamientos de los usuarios y competencias en lengua meta.

7. Conclusiones y trabajo futuro

La motivación de las líneas de investigación descritas anteriormente está en la escasez de recursos y habilidades informáticas básicas entre los usuarios no expertos. En un sentido amplio, la informática puede verse como una combinación de entendimiento científico y de elaboración creativa (Rosenbloom, 2013). La creatividad, como una de las habilidades más características del aprendizaje humano, ha encontrado un gran apoyo en las tecnologías informáticas. Sin embargo, la creatividad con instrumentos digitales no es siempre fácil de llevar a cabo por parte de usuarios ajenos a la informática, sobre todo si hay una comunidad de personas involucradas en la creación. Gracias al desarrollo de las tecnologías informáticas, el pensamiento computacional está sentando las bases para que las personas desarrollen su creatividad de una manera más coherente con el mundo digital en el que vivimos y con sus posibilidades de co-creación.

La puesta en marcha de las habilidades de computación creativa depende del empleo de procesos y herramientas informáticas, enriquecidas con elementos de ayuda a la creación, como son los lenguajes de dominio en entornos multidisciplinares y unos mecanismos asequibles de ayuda a la resolución de problemas. Este artículo describe las actividades desarrolladas por el grupo SPI-FM en el ámbito de la computación creativa y el desarrollo centrado en el usuario en relación con los aspectos anteriores: la investigación y el desarrollo de procesos y herramientas de creación, especialmente en entornos móviles y colaborativos, enriquecidos con lenguajes y elementos de realidad extendida que ayuden a la creación; el desarrollo de mecanismos de ayuda a la evaluación y la ayuda a la creación de mecanismos asequibles para resolver problemas y describir procesos en entornos gamificados y basados en juegos. Finalmente, se describen las actividades realizadas en conjunto con investigadores de otras áreas de conocimiento, especialmente con propósitos de mejora de la enseñanza y el aprendizaje de idiomas. Entre los trabajos futuros, se plantea un mayor avance en la investigación sobre los sistemas de evaluación con preservación de la privacidad de datos personales.

Agradecimientos

Este artículo es parte del proyecto VISAIGLE, financiado por la ayuda de la Agencia Estatal de Investigación con ref. TIN2017-85797-R.

Referencias

Aho, A. V. (2012). Computation and computational thinking. *The Computer Journal*, 55(7), 832-835.

Álvarez-Ayllón, A., Palomo-Duarte, M. & Dodero, J. M. (2018). Interactive Data Exploration of Distributed Raw Files: A Systematic Mapping Study. *IEEE Access* 7, pp. 10691-10717.

Ardito, C., Desolda, G., Lanzilotti, R., Malizia, A. & Matera, M. (2019). Analysing trade-offs in frameworks for the design of smart environments. *Behaviour & Information Technology* [pendiente de publicación], DOI:10.1080/0144929X.2019.1634760.

Balderas, A., Palomo Duarte, M., Dodero Beardo, J. M., & Ruiz Rube, I. (2012). Qualitative assessment of wiki-based learning processes. *Proc. of the 9th multidisciplinary symposium on the design and evaluation of digital content for education. SPDECE 2012* (pp. 161-172).

Balderas, A., Dodero, J. M., Palomo-Duarte, M., & Ruiz-Rube, I. (2015). A domain specific language for online learning competence assessments. *Int. Journal of Engineering Education*, 31(3), 851-862.

Balderas, A., Berns, A., Palomo-Duarte, M., Dodero, J. M., & Ruiz-Rube, I. (2017). Retrieving Objective Indicators from Student Logs in Virtual Worlds. *Journal of Information Technology Research*, 10(3), 69-83.

Balderas, A., De-La-Fuente-Valentin, L., Ortega-Gomez, M., Dodero, J. M., & Burgos, D. (2018a). Learning management systems activity records for students' assessment of generic skills. *IEEE Access*, 6, 15958-15968.

Balderas, A., Palomo Duarte, M., Dodero, J. M., Ibarra Sáiz, M. S. & Rodríguez Gómez, G. (2018b). Scalable authentic assessment of collaborative work assignments in wikis. *Int. Journal of Educational Technology in Higher Education*, 15, Art. 40.

Balderas, A., Caballero-Hernández, J. A., Dodero, J. M., Palomo-Duarte, M. & Ruiz-Rube, I. (2019a). Model-Driven Skills Assessment in Knowledge Management Systems. *Journal of Web Engineering* 18 (4), 353-380

Balderas, A., Capiluppi, A., Palomo-Duarte, M., Malizia, A., & Dodero, J. M. (2019, August). Reducing procrastination while improving performance: a wiki-

powered experiment with students. *Proc. of the 15th International Symposium on Open Collaboration. OpenSym 2019* (p. 10). ACM.

Barricelli, B. R., Cassano, F., Fogli, D., & Piccinno, A. (2019). End-user development, end-user programming and end-user software engineering: A systematic mapping study. *Journal of Systems and Software*, 149, 101-137.

Berns, A., Palomo-Duarte, M. Dodero, J.M. & Valero-Franco, C. (2013). Using a 3D online game to assess students' foreign language acquisition and communicative competence. En *Scaling up Learning for Sustained Impact. EC-TEL 2013* (pp.19-31), Berlin, Heidelberg: Springer Verlag.

Berns, A., & Palomo-Duarte, M. (2015). Supporting foreign language learning through a gamified app. En R. Hernández & P. Rankin, (Eds.), *Higher Education and Second Language Learning: Promoting Self-directed Learning in new Technological and Educational Contexts* (181-204). Bern: Peter Lang

Berns, A., Isla-Montes, J.L., Palomo-Duarte, M., & Dodero, J. M. (2016). Motivation, students' needs and learning outcomes: A hybrid game-based app for enhanced language learning. *SpringerPlus*, 5(1305):1-23.

Berns, A., Palomo-Duarte, M., Isla-Montes, J.L., Dodero, J.M. & Delatorre, J.P. (2017). Agenda colaborativa para el aprendizaje de idiomas: del papel al dispositivo móvil. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia* 20 (2): 119-139.

Berns, A., Mota, J. M., Ruiz-Rube, I., & Dodero, J. M. (2018). Exploring the potential of a 360° video application for foreign language learning. *Proc. of the 6th Int. Conf. on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality*, ACM (pp. 776-780).

Caballero-Hernández, J. A., Palomo-Duarte, M. & Dodero, J.M. (2017). Skill assessment in learning experiences based on serious games: A Systematic Mapping Study. *Computers & Education* 113: 42-60.

Caballero-Hernández, J. A., Palomo-Duarte, M., Dodero, J. M. & Person Montero, T. (2019). Evaluación de competencias en Serious games mediante analítica de aprendizaje con Process Mining. En *V Congreso Internacional Sobre Aprendizaje, Innovación y Competitividad*, Madrid, aceptado.

Rodríguez-Corral, J. M., Ruiz-Rube, I., Civit Balcells, A., Mota-Macías, J. M., Morgado-Estévez, A., & Dodero, J. M. (2019). A Study on the Suitability of Visual Languages for Non-Expert Robot Programmers. *IEEE Access* 7, pp. 17535-17550.

Delatorre, P., Berns, A., Palomo-Duarte, M., Gervás, P. &

- Madueño, F. (2015). Diseño de un juego serio basado en el suspense. En *II Congreso de la Sociedad Española para las Ciencias del Videojuego (CoSECiVi 2015)*, Barcelona, vol-1394 (pp. 102-111).
- Denning, P. & Tedre, M. (2019). *Computational Thinking*, MIT Press.
- Dodero, J. M., González-Conejero, E. J., Gutiérrez-Herrera, G., Peinado, S., Tocino, J. T. & Ruiz-Rube, I. (2017a). Trade-off between interoperability and data collection performance when designing an architecture for learning analytics. *Future Generation Computer Systems* 68(3): 31-37.
- Dodero, J. M., Rodríguez-García M. & Motta, E. (2017b). Privacy-Preserving Data Publishing in Linked Data Mashup Architectures. 5th Workshop on Society, Privacy and the Semantic Web - Policy and Technology, *International Semantic Web Conference*, Vienna.
- Gursoy, M. E., Inan, A., Nergiz, M. E. & Saygin, Y. (2018). Privacy-Preserving Learning Analytics: Challenges and Techniques. *IEEE Transactions on Learning Technologies* 10(1): 68-81.
- Lieberman, H., Paternò, F., Klann M. & Wulf, V. (2006). End-User Development: An Emerging Paradigm. En H. Lieberman, F. Paternò & V. Wulf (eds.), *End User Development*. Dordrecht: Springer (pp. 1-8).
- Mota, J. M., Ruiz-Rube, I., Dodero, J. M., & Figueiredo, M. (2016). Visual Environment for Designing Interactive Learning Scenarios with Augmented Reality. *12th Int. Conf. on Mobile Learning*. Vilamoura, Portugal. IADIS (pp. 67-74)
- Mota, J. M., Ruiz-Rube, I., Dodero, J. M., & Arnedillo-Sánchez, I. (2018a). Augmented reality mobile app development for all. *Computers & Electrical Engineering*, 65: 250-260.
- Mota, J. M., Ruiz-Rube, I., Dodero, J. M., Person, T. & Arnedillo-Sánchez, I. (2018b). Learning Analytics in Mobile Applications Based on Multimodal Interaction. En: *Software Data Engineering for Network eLearning Environments*. Vol. 11 (pp. 67-92)
- Palomo-Duarte, M., Dodero, J. M. & García-Domínguez, A. (2014). Betting system for formative code review in educational competitions. *Expert Systems with Applications*, 41(5): 2222-2230.
- Palomo-Duarte, M., Berns, A., Cejas, A., Dodero, J.M., Caballero, J. A. & Ruiz-Rube, I. (2016). Assessing Foreign Language Learning Through Mobile Game-Based Learning Environments. *Int. Journal of Human Capital and Information Technology Professionals* 7(2): 53-67.
- Palomo-Duarte, M., Berns, A., Cejas, A., Dodero, J. M., Caballero-Hernández, J. A., & Ruiz-Rube, I. (2018). A Community-Driven Mobile System to Support Foreign Language Learning. In V. Ahuja, & S. Rathore (Eds.), *Multidisciplinary Perspectives on Human Capital and Information Technology Professionals*, IGI Global (pp. 95-115).
- Palomo-Duarte, M., Berns, A., Yañez Escolano, A., Dodero, J.M. (2019). Clustering analysis of game-based learning: Worth it for all students? *Journal of Gaming & Virtual Worlds*, 11(1), pp. 45-66.
- Peinado, S., Ortiz, G. & Dodero, J. M. A metamodel and taxonomy to facilitate context-aware service adaptation. *Computers & Electrical Engineering* 44(5): 262-279.
- Person, T., Mota, J. M., Listán, M. D. C., Ruiz-Rube, I., Dodero, J. M., Barreno, F. R., ... & Pérez, J. M. V. (2018). Authoring of educational mobile apps for the mathematics-learning analysis. *Proc. of the 6th Int. Conf. on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality* (pp. 299-305). ACM.
- Rodríguez, H. (2006). Technology as an artistic medium. *IEEE Int. Conf. on Systems, Man and Cybernetics*. Taipei, Taiwan (pp. 3635-3639).
- Rosenbloom, P. S. (2013). *On Computing. The Fourth Great Scientific Domain*. Cambridge, MA, USA: The MIT Press.
- Ruiz-Rube, I., Mota, J. M., Person, T., Berns, A., & Dodero, J. M. (2016). Autoría & analítica de aplicaciones móviles educativas multimodales. En *XVIII Simposio Internacional de Informática Educativa*, (pp. 1-6).
- Thorne, S. L., Black, R. W. & Sykes, J. M. (2009). Second Language Use, Socialization, and Learning in Internet Interest Communities and Online Gaming. *The Modern Language* 93(1): 802-821.
- Traverso-Ribón, I., Balderas-Alberico, A., Dodero, J. M., Ruiz-Rube, I., & Palomo-Duarte, M. (2016). Open data framework for sustainable assessment of project-based learning experiences. *Program*, 50(4): 380-398.
- Yang, H., & Zhang, L. (2016). Promoting Creative Computing: origin, scope, research and applications. *Digital Communications and Networks*, 2(2): 84-91.