

Grupo de Robótica, ULE

Camino Fernández-Llamas, Vicente Matellán-Olivera, Miguel Á. Conde, Francisco J. Rodríguez Sedano, Francisco J. Rodríguez-Lera, Ángel M. Guerrero-Higueras, Gonzalo Esteban-Costales, Alexis Gutiérrez-Fernández, María del Carmen Calvo-Olivera, Claudia Álvarez-Aparicio

Universidad de León

Módulo de Investigación en Cibernética, Campus de Vegazana S/N, 24071, León
{cferill,vmato,mcong,fjrods,fjrodl,am.guerrero,gestc,alexis.gutierrez,mcalo,calvaa}@unileon.es

Resumen: El presente artículo describe las principales líneas de investigación del grupo de Robótica de la Universidad de León y especialmente detalladas aquellas relacionadas con la informática educativa. Se describe 4 áreas principales de investigación: Robótica, Interacción, Ciberseguridad y TICs aplicadas a la educación, donde ésta última será transversal al resto. Entre las líneas vinculadas a la informática educativa destacan algunas como la robótica educativa, el uso de hápticos para el aprendizaje de destrezas manuales, el seguimiento de los alumnos mediante la aplicación de analíticas de aprendizaje y minería de datos, la evaluación del trabajo en equipo, la coevaluación y el aprendizaje colaborativo y basado en retos.

Palabras clave: Robótica, Hápticos, Analíticas de Aprendizaje, Trabajo en Equipo, Evaluación por pares, Pensamiento Computacional.

Abstract: This paper describes the main research lines of the University of León Robotics Research group related with Educational Informatics. The 4 main research areas of the group are commented: Robotics, Interaction, Cybersecurity and ICT applied to Educational Processes, the latter will be transversal to all the others. Between the research lines related to educational informatics it is possible to find: educational robotics, haptics for education, tracking students evidences by using Learning Analytics and Educational Data Mining, Peer Assessment and Challenge based Learning and Collaborative Learning.

Key words: Robotics, Haptics, Learning Analytics, Teamwork, Peer Assessment, Computational Thinking

1. Introducción

El grupo de Robótica de la Universidad de León surge en 2008 cuando sus dos miembros fundadores, Vicente Matellán Olivera y Camino Fernández Llamas, llegan a la Universidad de León provenientes de la Universidad Rey Juan Carlos y la Universidad Carlos III de Madrid, respectivamente. De bagaje investigador en diferentes áreas, en León se definen como grupo con la idea de consolidar varias líneas de investigación en el ámbito de la robótica, de ahí el nombre asociado al mismo.

Con esta idea y en torno a estos dos investigadores el grupo comienza a crecer especialmente con la incorporación de estudiantes de doctorado y becarios y con el soporte de diferentes convenios y contratos

firmados con diversas entidades, con especial relevancia para la “Cátedra Telefónica en Envejecimiento”. Durante esta etapa se cuenta con una sede en los laboratorios F3 y F6 de la Escuela de Ingenierías Industrial, Informática y Aeroespacial del Campus de Vegazana de la Universidad de León. A partir de 2012, el grupo comienza a crecer, con la incorporación de personal posdoctoral y con la asignación en 2014 de una nueva sede en el Módulo de investigación en Cibernética de la ULE con un laboratorio de más de 300 m², 3 despachos y 1 sala de reuniones. Fruto de este crecimiento, parte del grupo fue reconocido como Unidad de Investigación Consolidada (UIC-215) por la Junta de Castilla y León en 2015. Esta situación se ha ido afianzando hasta la definición del equipo multidisciplinar que se tiene en

la actualidad, con 4 profesores de 3 áreas de conocimiento diferentes adscritos a dos departamentos de la Universidad de León, 2 investigadores posdoctorales y 5 estudiantes de doctorado contratados con proyectos de investigación europeos, nacionales y contratos con empresas (Figure 1). Todos ellos tienen perfiles muy diversos y pretenden aportar avances en diferentes ámbitos de conocimiento que van más allá de solamente el contexto robótico.

Más allá de las líneas de investigación que actualmente aborda el grupo y que se describen más adelante existen cuatro grandes áreas en las que se desarrollan sus trabajos: Robótica, Ciberseguridad, Interacción Persona Ordenador y Humano Robot y Aplicación de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) a la educación. Todas estas áreas van a complementarse y especialmente la última es transversal al resto (véase Figura 1).

Dado este contexto el presente artículo se va a estructurar del siguiente modo. En la sección 2 se van a describir cada una de estas áreas de investigación con excepción de la de TICS aplicadas a la Educación a la que se le dedicará una sección específica dado el ámbito de la revista. Por último, en la cuarta sección se comentan alguno de los proyectos de investigación que tiene el grupo y su vinculación con las diferentes áreas, ya que determinarán el sentido en que evoluciona éste.

2. Áreas de investigación del grupo de Robótica

Como se ha comentado las áreas de investigación del grupo son principalmente cuatro descritas en los siguientes apartados.



Figura 1. Algunos miembros del grupo de investigación

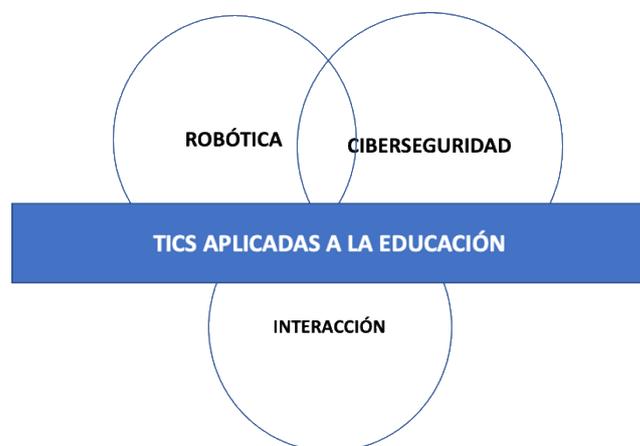


Figura 2. Áreas de investigación del grupo de Robótica

2.1. Robótica

El área de Robótica es de especial relevancia para el grupo de investigación, ya que es a partir de la que se origina el mismo. El estudio de la Robótica abarca muchos tipos de conocimientos y problemas de ahí que sean muchas las posibles líneas en ese sentido. De cara a sintetizar podría decirse que los miembros del grupo trabajan y han trabajado en los siguientes ámbitos:

- **Robótica básica.** Resolución de los principales problemas planteados en el ámbito de la robótica como la navegación, percepción, manipulación e interacción (Khatib, 1986; Siciliano & Khatib, 2016). Dentro de este contexto el grupo ha planteado diversos trabajos, algunos relacionados con las “*roboCUP*” (García, Rodríguez, Fernández, & Matellán, 2009) y el uso de robots que juegan al fútbol (García, Rodríguez, Fernández, & Matellán, 2010; García Sierra, Rodríguez Lera, Fernández Llamas, & Matellán Olivera, 2010; V. Rodríguez, Rodríguez, & Matellán, 2011) u otros relacionados con la navegación y manipulación en casa en lo que se conoce como “*RoboCUP at home*” (Álvarez-Aparicio et al., 2018; Durán et al., 2010; Guerrero-Higuera, Álvarez-Aparicio, et al., 2018; Martín, Matellán, Rodríguez, & Ginés, 2019).
- **Construcción de robots.** Vinculado a los problemas de la robótica básica siempre se encuentra el coste de los robots, de ahí que también el grupo se haya dedicado a la construcción de robots “*low cost*” empleados en diferentes actividades como la asistencia o la interacción (Castro de Lera & Matellán Olivera,

2011; Ortuño-Pérez, Matellán-Olivera, Agüero-Durán, & Robles, 2012; Rodríguez-Lera, Casado, Matellán-Olivera, & Martín-Rico, 2016; Francisco J. Rodríguez-Lera, Casado, Rodríguez, & Olivera, 2014).

- **Robótica Asistencial.** En una sociedad tan envejecida como la actual se hace necesario facilitar el cuidado de las personas mayores. Los robots pueden llevar a cabo esta tarea de formas muy eficientes (Broekens, Heerink, & Rosendal, 2009), de ahí que desde el grupo se ha estado trabajando en esta línea como muestran trabajos como (Rodríguez Lera, Botas Muñoz, García Sierra, Rodríguez, & Matellán Olivera, 2012; Francisco J. Rodríguez-Lera, Orfo, García-Sierra, & Matellán, 2014; Francisco J. Rodríguez-Lera, Rodríguez, Rodríguez, & Matellán, 2014).
- **Comportamiento Autónomo.** La generación de un comportamiento autónomo por parte de los robots es otro problema tradicional del área. Los usuarios perciben a los robots como herramientas repetitivas que no responden a situaciones dinámicas (Arkin & Arkin, 1998). Para tratar de solventar este problema desde el grupo se han llevado a cabo diversas aportaciones (F. J. Rodríguez, Matellán, Conde, & Rico, 2016; Francisco J. Rodríguez-Lera, Matellán-Olivera, Conde-González, & Martín-Rico, 2018).
- **Robots Sociales.** La interacción con los robots es cada vez más común en diferentes contextos, de ahí que la socialización de los robots sea fundamental, en especial para personas discapacitadas (Costa et al., 2018a, 2018b) o con características especiales, en el grupo se está trabajando en este sentido (Lera, Rodríguez, Rodríguez, & Matellán, 2014).

2.2. Interacción

La interacción hombre máquina es una disciplina fundamental en el ámbito de la informática y dentro del grupo no lo es menos, aunque se diferencia entre la interacción persona ordenador y humano robot.

En lo que respecta a la interacción persona ordenador, las principales iniciativas del grupo se dedican en los siguientes ámbitos:

- **Interacción Háptica (Adams & Hannaford, 1999).** Este ámbito que investiga sobre la recreación del sentido del tacto mediante el uso de dispositivos físicos (Adams & Hannaford, 1999),

línea ampliamente explorada por el grupo. Se trabaja en la definición de simuladores que faciliten la adquisición de destrezas manuales (Coca, Estévez, Fernández, & Esteban, 2013; Fernández-Llamas, Gonzalo-Orden, Esteban-Costales, & Matellán-Olivera, 2013). Además se llevan a cabo diferentes iniciativas de carácter educativo que se comentan posteriormente. También se está trabajando en la actualidad en experiencias inmersivas con la inclusión de realidad virtual y realimentación háptica.

- **Accesibilidad.** En las últimas décadas se han puesto en marcha en todos los ámbitos de la sociedad distintas iniciativas políticas y legislativas para conseguir la equiparación de derechos y oportunidades de las personas con discapacidad. Quizá una de las discriminaciones que más afecta a este colectivo es la falta de accesibilidad a los distintos entornos, productos y servicios (Becerra, 2003). Desde este grupo se ha estado trabajando en este ámbito (F. Rodríguez-Sedano, Conde-González, Fernández-Llamas, & Esteban-Costales, 2017; F. J. Rodríguez-Sedano, Conde, Ponsa, Muñoz, & Fernández-Llamas, 2019).

En lo que respecta a la interacción humano robot se puede hablar de las siguientes iniciativas:

- **Teleoperación y dispositivos hápticos.** Uno de los posibles modelos de interacción con los robots es la teleoperación y desde el grupo se ha trabajado en el empleo de hápticos para realizar estas tareas (F. Rodríguez-Sedano, Ponsa, Blanco-Medina, & Muñoz, 2017; F. J. Rodríguez-Sedano et al., 2019; Rodríguez-Sedano, Esteban, Inyesto, Blanco, & Rodríguez-Lera, 2016).
- **Interacción basada en el contexto.** La interacción humano robot normalmente está vinculada al contexto en que tiene lugar y el comportamiento del robot podría verse influido por ello. Varias líneas previamente mencionadas abordan este tema, como la de robots asistenciales y robots sociales.

2.3. Ciberseguridad

El área de ciberseguridad lleva trabajándose en el grupo desde 2016 y, dados los proyectos obtenidos a este respecto, cada vez va teniendo mayor fuerza. Dentro de ella cabe destacar 2 líneas principales de investigación:

- **Ciberseguridad en robots autónomos.** En los últimos tiempos el uso de sistemas con capacidades autónomas en diversos ámbitos de la sociedad está creciendo notablemente (robots de servicios, vehículos autónomos, drones, etc.) Teniendo en cuenta su popularidad y la interacción constante que estos sistemas tienen con las personas, la preocupación por la ciberseguridad de los mismos es una línea de investigación en auge. Nuestro grupo de investigación ha abordado el problema desde diferentes ópticas. Por un lado se han evaluado diferentes soluciones de securizar plataformas ciberfísicas (Balsa-Comerón, Guerrero-Higueras, Rodríguez-Lera, Fernández-Llamas, & Matellán-Olivera, 2017; Francisco J Rodríguez-Lera, Matellán-Olivera, Balsa-Comerón, Guerrero-Higueras, & Fernández-Llamas, 2018). Otra línea contempla la detección de ataques en sistemas de localización en tiempo real (Guerrero-Higueras, DeCastro-García, & Matellán, 2018; Guerrero-Higueras, DeCastro-García, Rodríguez-Lera, & Matellán, 2017).
- **Detección de vulnerabilidades software.** Una línea emergente también en el ámbito de la ciberseguridad es la detección de vulnerabilidades. La línea de detección de vulnerabilidades se centra en analizar posibles patrones de vulnerabilidades en el código fuente para llegar a predecirlos aplicando técnicas de Machine Learning. Algunos trabajos del grupo en este sentido son (Esteban, Raducu, Guerrero-Higueras, & Fernández, 2019; Raducu, Esteban, Rodríguez, & Fernández, 2019).

3. Las TIC Aplicadas a la Educación

Como se comentó anteriormente la aplicación de las TIC a la Educación es un área transversal a todas las anteriores. Cualquiera de las líneas de investigación anteriores se puede aplicar en los entornos educativos en busca de mejorar el aprendizaje del alumno, o al menos su rendimiento académico.

A continuación se van a resumir los principales avances del grupo de robótica en este ámbito.

3.1. Robótica Educativa

La idea de esta línea es mejorar desde la robótica el aprendizaje del alumno. Para ello los robots pueden tomar dos roles: 1) el de incentivador de los alumnos en una determinada materia; 2) el de elemento mediador o de soporte para la impartición de esa materia. En cualquier caso puede ser un elemento

diferencial en el proceso educativo y cada vez es introducido desde edades más tempranas (Benitti, 2012). En el contexto de la robótica educativa desde el grupo se ha participado en las siguientes líneas:

- **Uso de robots como elemento incentivador.** En este caso se emplean robots y animales como incentivo en clases que no tenían que ver con la robótica, específicamente clases de Arquitectura de Computadores en el Grado en Ingeniería Informática de la Universidad de León (Juan Felipe García Sierra, Lera, Fernández, & Olivera, 2013; J. F. G. Sierra, Lera, Llamas, & Olivera, 2015).
- **Robots y personas con discapacidad.** En muchas ocasiones los robots facilitan la interacción y el aprendizaje de personas con discapacidades de diferentes tipos, pudiendo convertirse en un elemento integrador. En este sentido desde el grupo se ha trabajado en varias iniciativas con niños autistas, donde lo que se persigue es medir la utilidad del robot QT, un robot social asistencial, en sus interacciones con niños autistas, mediante la evaluación de la atención de los niños, la imitación y el comportamiento repetitivo (Costa et al., 2018a, 2018b).



Figura 3. – Robot Baxter enseñando niños conceptos de programación

- **Robot como mediador en el aprendizaje.** Lo que se pretende es emplear el robot como una herramienta que, dada la fascinación tecnológica de los alumnos por este tipo de sistemas, permita mejorar su atención, su motivación y finalmente su aprendizaje. En este sentido desde el grupo de

investigación se han llevado a cabo experiencias en las que se trataba de explicar conceptos de programación a niños de 7 a 18 años (Figura 3) mediante un robot, y se comparaban los resultados con la clase tradicional (Fernández-Llamas, Conde, Rodríguez-Lera, Rodríguez-Sedano, & García, 2018; Fernández-Llamas, Conde, Rodríguez-Sedano, Rodríguez-Lera, & Matellán-Olivera, 2017).

3.2. Aprendizaje mediante el uso de dispositivos hápticos

Los dispositivos hápticos son grandes desconocidos en muchos ámbitos y sin embargo fundamentales para el aprendizaje de habilidades motoras, al ser capaces de reproducir el sentido del tacto (Adams & Hannaford, 1999; Hamza-Lup & Stanescu, 2010). Se pueden emplear desde para enseñar un ejercicio de rehabilitación, a para explicar los pasos fundamentales en una operación de cataratas. Desde el grupo esta línea se ha aplicado en diferentes ámbitos. En este sentido las líneas desarrolladas serían:

- **Simulación háptica para el aprendizaje.** Se centra en el desarrollo de simuladores hápticos para facilitar la adquisición de aptitudes en cirugía (destrezas y toma de decisiones). En este sentido son diversos los trabajos llevados a cabo. Desde los iniciales que plantean los fundamentos de los simuladores (Esteban, Fernández, Conde, & García-Peñalvo, 2014; Esteban, Fernández, Conde, & Lera, 2014; Esteban, Fernández, Conde, & Matellán, 2013; Esteban, Fernández, Matellán, & Gonzalo, 2011; Fernández-Llamas et al., 2013), los que tratan de formalizar e implementar el concepto de simulador para el aprendizaje de competencias gestuales (Esteban, Fernández, Conde, & Matellán, 2015; Camino Fernández, Esteban, Lera, Sedano, & Díez, 2016), a otros más orientados hacia los resultados (C. Fernández, Esteban, Rodríguez-Sedano, & Gonzalo, 2017; Fernández-Llamas, Esteban-Costales, Conde, & García, 2016).
- **Juegos serios mediante el uso de hápticos.** Adquisición de destrezas manuales mediante el empleo de los hápticos en juegos. Especialmente relevante en la recuperación de destrezas motoras en el ámbito de la salud. En particular, se desarrolló un simulador basado en el juego del Tangram (Esteban, Fernández, Casimiro, Pedro, & Vega, 2012; Vega, Rodríguez, Esteban, & Fernández, 2013).

- **Transferencia del conocimiento experto.** A pesar de que ya existen diferentes metodologías para capturar la información háptica de un experto empleando interfaces hápticas (Liu, Cramer, & Reinkensmeyer, 2006); la transmisión de este conocimiento a otra persona no es trivial, pues el proceso de aprendizaje implica adquirir unas habilidades psicomotoras y cognitivas que cada individuo percibe de manera distinta. En nuestro grupo de investigación, se ha llevado a cabo un estudio para evaluar esta transmisión del conocimiento experto en un caso de estudio que se enmarca dentro de la interacción humano-robot, y que utiliza un dispositivo háptico como dispositivo principal de dicha interacción (F. J. Rodríguez-Sedano et al., 2019).

3.2. Seguimiento y apoyo de los estudiantes

Un aspecto fundamental para garantizar el éxito en el aprendizaje de los alumnos es ser capaz de proporcionarles el *feedback* adecuado en cada momento y tomar decisiones que favorezcan el proceso educativo (Miguel Ángel Conde & Hernández-García, 2015). Cuando los estudiantes llevan a cabo una actividad en el LMS o en otra herramienta es posible almacenar información sobre ella para un análisis posterior. Dicha información se suele almacenar como “datos en crudo” que van a ser difíciles de gestionar de cara a la toma de decisiones por parte de la institución. De cara a explorar esta información y extraer algún conocimiento de ella se aplican disciplinas como la Minería de datos Educativa (Romero & Ventura, 2010), la Analítica Académica (P. Goldstein, 2005; P. J. Goldstein & Katz, 2005) o las Analíticas de Aprendizaje. Todas ellas ofrecen diferentes (aunque en muchos casos convergentes) perspectivas, metodologías, técnicas y herramientas, con el objetivo de facilitar ese paso de dato a conocimiento (Ferguson, 2012).

Desde el grupo de investigación se han fomentado especialmente dos líneas:

- **Analíticas de aprendizaje.** En esta línea Miguel Ángel Conde, uno de los miembros del grupo, ha representado al mismo mediante la organización desde 2013 de un *track* a este respecto en la conferencia TEEM 2019 (Miguel Á. Conde & Hernández-García, 2013, 2017; Miguel Á. Conde, Hernández-García, & Oliveira, 2015; Hernández-García & Conde, 2014; Hernández-García & Conde, 2016, 2018), la organización del LASI

2018 (Miguel Á. Conde et al., 2018), la participación en otras ediciones de esta conferencia (Miguel Ángel Conde, García-Peñalvo, Fidalgo-Blanco, & Sein-Echaluce, 2017; Vázquez-Ingelmo, García-Peñalvo, Therón, & Conde, 2019), la edición de varios especiales de revista y la participación como representante del grupo y de la Universidad de León en la Red Española de Learning Analytics SNOLA (M. Caeiro-Rodríguez et al., 2018; Manuel Caeiro-Rodríguez et al., 2016). En cuanto a las líneas seguidas se especializa en la definición de herramientas que analizan los logs de Moodle para la toma de decisiones (Agudo-Peregrina, Iglesias-Pradas, Conde-González, & Hernández-García, 2014; Miguel Ángel Conde & Hernández-García, 2015) y en la aplicación de la analítica de aprendizaje para la evaluación del trabajo en equipo (M. A. Conde, Colomo-Palacios, García-Peñalvo, & Larrucea, 2018; Miguel Á. Conde, Hernández-García, García-Peñalvo, Fidalgo-Blanco, & Sein-Echaluce, 2016).

- **Minería de datos educativos.** Esta línea se basa principalmente en el uso de técnicas estadísticas sobre las evidencias de aprendizaje de los estudiantes. En ese sentido desde el grupo se han llevado a cabo trabajos centrados en los logs de Moodle (Agudo-Peregrina et al., 2014) y en otra línea que persigue la aplicación de modelos predictivos basados en técnicas de *Machine Learning* sobre los datos de los estudiantes obtenidos de un sistema de control de versiones en la enseñanza de asignaturas del Grado y Máster en Ingeniería Informática (Guerrero-Higueras, DeCastro-García, Matellán, & Conde, 2018; Guerrero-Higueras, DeCastro-García, Rodríguez-Lera, Matellán, & Conde, 2019).

3.3. Evaluación del trabajo en equipo

Muy vinculado al ámbito de las analíticas de aprendizaje, aunque especialmente ligado a la docencia de las asignaturas de los diferentes miembros del grupo, se encuentra la evaluación individual del trabajo en equipo. Que se lleva a cabo mediante la aplicación e la metodología CTMTC (*Comprehensive Training Model of the Teamwork Competence*) (Lerís, Fidalgo, & Sein-Echaluce, 2014), que se emplea con éxito en diferentes experiencias en la Universidad Politécnica de Madrid y la Universidad de Zaragoza y se adapta en las asignaturas de varios miembros del

grupo universidad de León (M. A. Conde et al., 2018; Miguel Á. Conde, Hernández-García, et al., 2016; Miguel Á. Conde, Rodríguez-Sedano, et al., 2016; Fidalgo, Leris, Sein-Echaluce, & García-Peñalvo, 2013; Fidalgo-Blanco, Sein-Echaluce, García-Peñalvo, & Conde, 2015; Sein-Echaluce, Fidalgo-Blanco, & García-Peñalvo, 2016; Sein-Echaluce, Fidalgo-Blanco, García-Peñalvo, & Conde, 2015).

Esta metodología se basa en el seguimiento de las evidencias que dejan los miembros del equipo al realizar el trabajo en las distintas fases de su desarrollo. Los resultados de la aplicación de dicha metodología para ser evaluados requieren mucho tiempo y requieren de herramientas que apliquen analíticas de aprendizaje (Fidalgo-Blanco et al., 2015), de ahí la vinculación con la línea anterior.

También en esta línea, se ha trabajado en la implantación de otras metodologías de trabajo colaborativo, ya que hoy en día la sociedad requiere profesionales mejor preparados que puedan trabajar con otros para tener éxito en su trabajo. En este sentido, se han desarrollado muchas iniciativas para promover el trabajo en equipo para desarrollar proyectos y abordar desafíos (Francisco J. Rodríguez-Sedano, Conde, & Fernández-Llamas, 2018; Sánchez-González, Ferrero-Castro, Conde-González, & Alfonso-Cendón, 2016).

3.3. Coevaluación

Durante la impartición de las asignaturas de los miembros del grupo se ha detectado que (Conde-González, 2019): 1) Los estudiantes tienen falta de conocimientos en programación y por tanto tienen problemas para resolver los trabajos; 2) No todos los estudiantes alcanzan los mismos tipos de soluciones; 3) Los estudiantes en muchas ocasiones no entienden cómo se evalúan sus trabajos ni el resultado final de tales evaluaciones; y 4) Cuando la evaluación implica defender una solución en muchas ocasiones se bloquean obteniendo peores notas o incluso suspendiendo.

Ante esta situación se aplica la evaluación por pares en varias asignaturas empleando los workshops de Moodle (Miguel Á Conde, Matellán-Olivera, & Sánchez-González, 2015; Miguel Á. Conde, Sánchez-González, Matellán-Olivera, & Rodríguez-Lera, 2017).

3.4. Aprendizaje basado en retos mediante el uso de componentes robóticos

A través del proyecto Erasmus+ Strategic Partnership: RoboSTEAM, que se describe en la siguiente sección se ha comenzado a trabajar en el aprendizaje basado en retos.

En el contexto actual, en que los individuos nos movemos en una Sociedad Digital, se hace cada vez más necesario adquirir competencias que permitan a los futuros profesionales desarrollar un conocimiento tecnológico de cara a fomentar su empleabilidad (García-Peñalvo & Mendes, 2018; Manovich, 2013). Esto se traduce en la necesidad de desarrollar el pensamiento computacional en una edad temprana, algo que se hace mediante la integración de STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts and Maths) en los planes docentes. Esta labor no es sencilla y necesita de metodologías flexibles como el aprendizaje basado en retos, que además en el caso de este proyecto se van a llevar a cabo mediante el uso de componentes robóticos y dispositivos físicos. En sentido está trabajando en la actualidad el grupo de robótica (M. Á. Conde et al., 2018; Gonçalves et al., 2019).

4. Proyectos de investigación

En esta sección se pretende recopilar los proyectos en los que se ha visto involucrado el grupo que tienen relación con la informática educativa y también los proyectos que tiene vivos en la actualidad y que van a condicionar el sentido en que se continúe investigando en un futuro próximo.

En lo que respecta a proyectos del ámbito de la informática educativa puede diferenciarse aquellos llevados a cabo con entidades externas:

- **VALS (Virtual Alliances for Learning Society).** Proyecto financiado por la Unión Europea dentro del Lifelong Learning Programme y el subprograma Erasmus – Knowledge Alliances. Octubre 2013 – Septiembre 2015. 540054-LLP-L-2013-1-ES-ERASMUS-EKA.
- **Banking Platform to Provide Basic Knowledge on Key Issues About EU Financial System (EU-BANK).** 2017- EAC/A03/2016 Erasmus + Jean Monnet con referencia 587661-EPP-1-2017-1-ES-EPPJMO-PROJECT. Septiembre de 2017 - Agosto de 2019.
- **RoboSTEAM-Integrating STEAM and Computational Thinking development by using**

robotics and physical devices. European project co-funded by Erasmus + KA2 – Cooperation and Innovation for Good Practices. Strategic Partnerships for school education con referencia 2018-1-ES01-KA201-050939. Octubre de 2018- Octubre de 2020.

- **New data privacy regulation in the European Union - Impact on EU citizens and organizations (EU-GDPR).** 2019- EAC-A03-2018 Erasmus + Jean Monnet con referencia 611826-EPP-1-2019-1-ES-EPPJMO-PROJECT. Septiembre de 2019-Marzo 2021.

También se han llevado a cabo proyectos de innovación docente con miembros del grupo involucrados como los siguientes:

- Aplicación de herramientas de analítica del aprendizaje como soporte al seguimiento del alumno y a la toma de decisiones. Universidad de León. Junio de 2015 – Junio de 2016.
- Transmisión del conocimiento experto mediante el uso de dispositivos hápticos. Universidad de León. Junio 2016-Julio 2017.
- Implantación y puesta en marcha de un laboratorio de proyectos colaborativos interdisciplinarios en el contexto universitario de las ingenierías. Junio 2017-Julio 2018.
- Modelos de predicción de éxito académico en proyectos de desarrollo software mediante la monitorización de la actividad en sistemas de control de versiones. Diciembre 2018 - Diciembre de 2019.

Como se ve estos proyectos se corresponden con las diferentes líneas de investigación en informática educativa del grupo de investigación, y van a determinar la dirección en que se lleve a cabo esta en un futuro.

Referencias

- Adams, R. J., & Hannaford, B. (1999). Stable haptic interaction with virtual environments. *IEEE Transactions on robotics and Automation*, 15(3), 465-474.
- Agudo-Peregrina, Á. F., Iglesias-Pradas, S., Conde-González, M. Á., & Hernández-García, Á. (2014). Can we predict success from log data in VLEs? Classification of interactions for

- learning analytics and their relation with performance in VLE-supported F2F and online learning. *Computers in Human Behavior*, 31(0), 542-550. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.chb.2013.05.031>
- Álvarez-Aparicio, C., Guerrero-Higueras, Á. M., Calvo-Olivera, M. C., Rodríguez-Lera, F. J., Martín, F., & Matellán, V. (2018). Benchmark dataset for evaluation of range-based people tracker classifiers in mobile robots. *Frontiers in neurorobotics*, 11, 72.
- Arkin, R. C., & Arkin, R. C. (1998). *Behavior-based robotics*: MIT press.
- Balsa-Comerón, J., Guerrero-Higueras, Á. M., Rodríguez-Lera, F. J., Fernández-Llamas, C., & Matellán-Olivera, V. (2017). *Cybersecurity in autonomous systems: hardening ROS using encrypted communications and semantic rules*. Paper presented at the Iberian Robotics Conference.
- Becerra, M. (2003). *Sociedad de la información: proyecto, convergencia y divergencia* (Vol. 21): Grupo Editorial Norma.
- Benitti, F. B. V. (2012). Exploring the educational potential of robotics in schools: A systematic review. *Computers & Education*, 58(3), 978-988. doi:<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.10.006>
- Broekens, J., Heerink, M., & Rosendal, H. (2009). Assistive social robots in elderly care: a review. *Gerontechnology*, 8(2), 94-103.
- Caeiro-Rodríguez, M., Conde, M. Á., Álvarez, A., Larrañaga, M., Martínez-Monés, A., Muñoz-Merino, P. J., . . . Guenaga, M. (2018, 17-20 April 2018). *Learning analytics trends and challenges in engineering education: SNOLA special session*. Paper presented at the 2018 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON).
- Caeiro-Rodríguez, M., Conde, M. Á., Guenaga, M., Hernández-García, Á., Larrañaga, M., Martínez-Monés, A., . . . Rodríguez-Conde, M.-J. (2016). *SNOLA: Spanish network of learning analytics*. Paper presented at the Proceedings of the Fourth International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality.
- Castro de Lera, M., & Matellán Olivera, V. (2011). *Alternatives for programming a low-cost UAV in robotics*. Paper presented at the Research, Development and Education on Unmanned Aerial Systems (RED-UAS'11), Sevilla.
- Coca, A., Estévez, H., Fernández, C., & Esteban, G. (2013). *Building 3d models for reconstructing a virtual cataract surgery haptic simulation*. Paper presented at the Proceedings of the First International Conference on Technological Ecosystem for Enhancing Multiculturality, Salamanca, Spain.
- Conde, M. A., Colomo-Palacios, R., García-Peñalvo, F. J., & Larrucea, X. (2018). Teamwork assessment in the educational web of data: A learning analytics approach towards ISO 10018. *Telematics and Informatics*, 35(3), 551-563. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.tele.2017.02.001>
- Conde, M. Á., Fernández, C., Alves, J., Alves, M. J., Celis, S., Gonçalves, J., . . . García-Peñalvo, F. J. (2018). *RoboSTEAM - Definition of a Challenge Based Learning Approach for integrating STEAM and develop Computational Thinking*. Paper presented at the Seventh International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (TEEM 2019) León, Spain.
- Conde, M. Á., García-Peñalvo, F. J., Fidalgo-Blanco, Á., & Sein-Echaluce, M. L. (2017). *Study of the flexibility of a Learning Analytics tool to evaluate teamwork competence acquisition in different contexts*. Paper presented at the Learning Analytics Summer Institute, Madrid.
- Conde, M. Á., & Hernández-García, Á. (2013). *A promised land for educational decision-*

Camino Fernández-Llamas, Vicente Matellán-Olivera, Miguel Á. Conde, Francisco J. Rodríguez Sedano, Francisco J. Rodríguez-Lera, Angel M. Guerrero-Higueras, Gonzalo Esteban-Costales, Alexis Gutiérrez-Fernández, María del Carmen Calvo-Olivera, Claudia Álvarez-Aparicio

- making?: present and future of learning analytics*. Paper presented at the Proceedings of the First International Conference on Technological Ecosystem for Enhancing Multiculturality, Salamanca, Spain.
- Conde, M. Á., & Hernández-García, Á. (2015). Learning analytics for educational decision making. *Computers in Human Behavior*, 47, 1-3.
doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.chb.2014.12.034>
- Conde, M. Á., & Hernández-García, Á. (2017). *Learning analytics: Expanding the frontier*. Paper presented at the Proceedings of the 5th International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality, Cádiz, Spain.
- Conde, M. Á., Hernández-García, Á., García-Peñalvo, F. J., Fidalgo-Blanco, Á., & Sein-Echaluce, M. (2016). Evaluation of the CTMTC Methodology for Assessment of Teamwork Competence Development and Acquisition in Higher Education. In P. Zaphiris & A. Ioannou (Eds.), *Learning and Collaboration Technologies: Third International Conference, LCT 2016, Held as Part of HCI International 2016, Toronto, ON, Canada, July 17-22, 2016, Proceedings* (pp. 201-212). Cham: Springer International Publishing.
- Conde, M. Á., Hernández-García, Á., & Oliveira, A. (2015). *Endless horizons?: addressing current concerns about learning analytics*. Paper presented at the Proceedings of the 3rd International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality, Porto, Portugal.
- Conde, M. Á., Matellán-Olivera, V., & Sánchez-González, L. (2015). *Evaluación de la aplicación de técnicas de evaluación por pares en enseñanzas técnicas*. Paper presented at the III Congreso Internacional sobre Aprendizaje, Innovación y Competitividad (CINAIC 2015), Madrid.
- Conde, M. Á., Rodríguez-Sedano, F. J., Sánchez-González, L., Fernández-Llamas, C., Rodríguez-Lera, F. J., & Matellán-Olivera, V. (2016). *Evaluation of teamwork competence acquisition by using CTMTC methodology and learning analytics techniques*. Paper presented at the Proceedings of the Fourth International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality, Salamanca, Spain.
- Conde, M. Á., Sánchez-González, L., Matellán-Olivera, V., & Rodríguez-Lera, F. J. (2017). Application of Peer Review Techniques in Engineering Education. *International Journal of Engineering Education*, 33(2(B)), 918-926.
- Conde-González, M. (2019). *Proyecto Docente e Investigador. Titular de Universidad. Perfil Docente: Sistemas Operativos y Sistemas Automatizados de Reservas. Perfil Investigador: Arquitecturas Orientadas a Servicios en Entornos Personalizados de Aprendizaje. Área de Arquitectura y Tecnología de Computadores*. Retrieved from
- Costa, A. P., Charpiot, L., Lera, F. R., Ziafati, P., Nazarihorram, A., van der Torre, L., & Steffgen, G. (2018a). *A comparison between a person and a robot in the attention, imitation, and repetitive and stereotypical behaviors of children with Autism Spectrum Disorder*. Paper presented at the Proceedings workshop on Social human-robot interaction of human-care service robots at HRI2018.
- Costa, A. P., Charpiot, L., Lera, F. R., Ziafati, P., Nazarihorram, A., Van Der Torre, L., & Steffgen, G. (2018b). *More Attention and Less Repetitive and Stereotyped Behaviors using a Robot with Children with Autism*. Paper presented at the 2018 27th IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication (RO-MAN).
- Durán, J., Abril, E. J., Rodríguez, F. J., García, J. F., Matellán, V., Villacorta, J. J., . . . Calvo, M. (2010). *VIGICOP: Autonomous surveillance robots with sodar detection and autonomous navigation*. Paper presented at the 44th Annual 2010 IEEE International Carnahan Conference on Security Technology.
- Esteban, G., Fernández, C., Casimiro, A., Pedro, J. d., & Vega, A. (2012). *Haptic Simulation*.

- Serious Games for Rehabilitation*. Paper presented at the XIII Workshop of Physical Agents (WAF), Santiago de Compostela.
- Esteban, G., Fernández, C., Conde, M. Á., & García-Peñalvo, F. J. (2014). *Playing with SHULE: surgical haptic learning environment*. Paper presented at the Proceedings of the Second International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality, Salamanca, Spain.
- Esteban, G., Fernández, C., Conde, M. A., & Lera, F. J. R. (2014, 12-14 Nov. 2014). *Implementation of a haptic simulation environment for surgical learning systems*. Paper presented at the 2014 International Symposium on Computers in Education (SIIE).
- Esteban, G., Fernández, C., Conde, M. A., & Matellán, V. (2013). *Design of a haptic simulator framework for modelling surgical learning systems*. Paper presented at the Proceedings of the First International Conference on Technological Ecosystem for Enhancing Multiculturality, Salamanca, Spain.
- Esteban, G., Fernández, C., Conde, M. Á., & Matellán, V. (2015). *Surgical Learning Systems through Haptic Simulators? A Domain Expertise Approach*. *International Journal Engineering Education*, 31(3), 726-735.
- Esteban, G., Fernandez, C., Matellan, V., & Gonzalo, J. M. (2011). *Computer surgery 3D simulations for a new teaching-learning model*. Paper presented at the 2011 IEEE 1st International Conference on Serious Games and Applications for Health (SeGAH).
- Esteban, G., Raducu, R., Guerrero-Higueras, Á. M., & Fernández, C. (2019). *¿Cómo representar un Buffer Overflow? Una revisión literaria sobre sus características*. Paper presented at the V Jornadas Nacionales de Investigación en Ciberseguridad (JNIC 2019), Cáceres, Spain.
- Ferguson, R. (2012). *The State Of Learning Analytics in 2012: A Review and Future Challenges*. Retrieved from UK: <https://mcong.page.link/vtkK>
- Fernández, C., Esteban, G., Lera, F. J. R., Sedano, F. J. R., & Díez, D. (2016). *Design Patterns Combination for Agile Development of Teaching/Learning Haptic Simulators*. *The International Journal of Engineering Education*, 32(2), 1036-1052.
- Fernández, C., Esteban, G., Rodríguez-Sedano, F. J., & Gonzalo, J. M. (2017). *Simulación háptica: Una alternativa al modelo del aprendizaje*. Paper presented at the IV Congreso de Docencia Veterinaria (VetDoc 2017), León.
- Fernández-Llamas, C., Conde, M. A., Rodríguez-Lera, F. J., Rodríguez-Sedano, F. J., & García, F. (2018). *May I teach you? Students' behavior when lectured by robotic vs. human teachers*. *Computers in Human Behavior*, 80, 460-469. doi:<https://doi.org/10.1016/j.chb.2017.09.028>
- Fernández-Llamas, C., Conde, M. Á., Rodríguez-Sedano, F. J., Rodríguez-Lera, F. J., & Matellán-Olivera, V. (2017). *Analysing the Computational Competences Acquired by K-12 Students When Lectured by Robotic and Human Teachers*. *International Journal of Social Robotics*. doi:10.1007/s12369-017-0440-9
- Fernández-Llamas, C., Esteban-Costales, G., Conde, M. Á., & García, F. (2016). *Improving Motivation in a Haptic Teaching/Learning Framework*. *International Journal of Engineering Education*, 32(1), 1-10.
- Fernández-Llamas, C., Gonzálo-Orden, J. M., Esteban-Costales, G., & Matellán-Olivera, V. (2013). *HAPTIC EXPERT SIMULATORS FOR SURGERY*. *British Journal of Surgery*, 100, 11-12.
- Fidalgo, A., Leris, D., Sein-Echaluze, M. L., & García-Peñalvo, F. J. (2013). *Indicadores para el seguimiento de evaluación de la competencia de trabajo en equipo a través del método CTMT*. Paper presented at the Congreso Internacional sobre Aprendizaje Innovación y Competitividad - CINAIC 2013, Madrid, Spain.
- Fidalgo-Blanco, Á., Sein-Echaluze, M. L., García-Peñalvo, F. J., & Conde, M. Á. (2015). Using

Camino Fernández-Llamas, Vicente Matellán-Olivera, Miguel Á. Conde, Francisco J. Rodríguez Sedano, Francisco J. Rodríguez-Lera, Angel M. Guerrero-Higueras, Gonzalo Esteban-Costales, Alexis Gutiérrez-Fernández, María del Carmen Calvo-Olivera, Claudia Álvarez-Aparicio

- Learning Analytics to improve teamwork assessment. *Computers in Human Behavior*, 47(0), 149-156. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.chb.2014.11.050>
- García, J. F., Rodríguez, F. J., Fernández, C., & Matellán, V. (2009). *Designing a minimal reactive goalie for the RoboCup SPL*. Paper presented at the X Workshop en Agentes Físicos (WAF'2009). Cáceres (España).
- García, J. F., Rodríguez, F. J., Fernández, C., & Matellán, V. (2010). Design an evaluation of RoboCup humanoid goalie. *Journal of Physical Agents*, 4(2), 19-26.
- García Sierra, J. F., Rodríguez Lera, F. J., Fernández Llamas, C., & Matellán Olivera, V. (2010). Saliency map based attention control for the RoboCup SPL.
- García-Peñalvo, F. J., & Mendes, A. J. (2018). Exploring the computational thinking effects in pre-university education. *Computers in Human Behavior*, 80, 407-411. doi:<https://doi.org/10.1016/j.chb.2017.12.005>
- Goldstein, P. (2005). Academic Analytics: The Uses of Management Information and Technology in Higher Education. *EDUCASE*, 8.
- Goldstein, P. J., & Katz, R. N. (2005). *Academic analytics: The uses of management information and technology in higher education* (Vol. 8): Educause.
- Gonçalves, J., Lima, J., Suganuma, L., Rafael, C., Felipe, V., Brito, T., & Conde, M. (2019). *Educational Robotics Summer Camp at IPB: A Challenge based learning case study*. Paper presented at the Seventh International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (TEEM'19), León.
- Guerrero-Higueras, Á. M., Álvarez-Aparicio, C., Calvo-Olivera, M. C., Rodríguez-Lera, F. J., Fernández-Llamas, C., Martín-Rico, F., & Matellán, V. (2018). Tracking People in a Mobile Robot From 2D LIDAR Scans Using Full Convolutional Neural Networks for Security in Cluttered Environments. *Frontiers in neurorobotics*, 12.
- Guerrero-Higueras, Á. M., DeCastro-García, N., & Matellán, V. (2018). Detection of Cyber-attacks to indoor real time localization systems for autonomous robots. *Robotics and Autonomous Systems*, 99, 75-83. doi:<https://doi.org/10.1016/j.robot.2017.10.006>
- Guerrero-Higueras, Á. M., DeCastro-García, N., Matellán, V., & Conde, M. Á. (2018). *Predictive models of academic success: a case study with version control systems*. Paper presented at the Proceedings of the Sixth International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality.
- Guerrero-Higueras, Á. M., DeCastro-García, N., Rodríguez-Lera, F. J., & Matellán, V. (2017). Empirical analysis of cyber-attacks to an indoor real time localization system for autonomous robots. *Computers & Security*, 70, 422-435. doi:<https://doi.org/10.1016/j.cose.2017.06.013>
- Guerrero-Higueras, Á. M., DeCastro-García, N., Rodríguez-Lera, F. J., Matellán, V., & Conde, M. Á. (2019). Predicting academic success through students' interaction with Version Control Systems. *Open Computer Science*, 9(1), 243-251.
- Hamza-Lup, F. G., & Stanescu, I. A. (2010). The haptic paradigm in education: Challenges and case studies. *The Internet and Higher Education*, 13(1), 78-81. doi:<https://doi.org/10.1016/j.iheduc.2009.12.004>
- Hernández-García, Á., & Conde, M. A. (2014). *Dealing with complexity: educational data and tools for learning analytics*. Paper presented at the Proceedings of the Second International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality, Salamanca, Spain.

- Hernández-García, Á., & Conde, M. Á. (2016). *Learning analytics: needs and opportunities*. Paper presented at the Proceedings of the Fourth International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality, Salamanca, Spain.
- Hernández-García, Á., & Conde, M. Á. (2018). *Learning analytics: The good, the bad (and the ugly)*. Paper presented at the Proceedings of the Sixth International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality, Salamanca, Spain.
- Khatib, O. (1986). Real-time obstacle avoidance for manipulators and mobile robots. In *Autonomous robot vehicles* (pp. 396-404): Springer.
- Lera, F. J., Rodríguez, V., Rodríguez, C., & Matellán, V. (2014). Augmented reality in robotic assistance for the elderly. In *International Technology Robotics Applications* (pp. 3-11): Springer.
- Lerís, D., Fidalgo, Á., & Sein-Echaluce, M. L. (2014). A comprehensive training model of the teamwork competence. *International Journal of Learning and Intellectual Capital*, 11(1), 1-19.
- Liu, J., Cramer, S., & Reinkensmeyer, D. (2006). Learning to perform a new movement with robotic assistance: comparison of haptic guidance and visual demonstration. *Journal of neuroengineering and rehabilitation*, 3(1), 20.
- Manovich, L. (2013). *Software takes command* (Vol. 5): A&C Black.
- Martín, F., Matellán, V., Rodríguez, F. J., & Ginés, J. (2019). Octree-based localization using RGB-D data for indoor robots. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 77, 177-185.
- Miguel Á. Conde, Fernández-Llamas, C., Rodríguez-Sedano, F. J., Guerrero-Higueras, Á. M., Hernández-García, Á., & García-Peñalvo, F. J. (2018). *Learning Analytics Summer Institute Spain 2018: Preface by the editors*. Paper presented at the Learning Analytics Summer Institute Spain 2018 (LASI Spain 2018), León, Spain.
- Ortuño-Pérez, M. A., Matellán-Olivera, V., Agüero-Durán, C. E., & Robles, G. (2012). Low-Cost Identifiers for Ubiquitous Computing. *Wireless Personal Communications*, 63(1), 101-127. doi:10.1007/s11277-010-0110-9
- Raducu, R., Esteban, G., Rodríguez, F. J., & Fernández, C. (2019). *SVCP4C: A tool to collect vulnerable source code from open-source repositories linked to SonarCloud*. Paper presented at the V Jornadas Nacionales de Investigación en Ciberseguridad (JNIC 2019), Cáceres, Spain.
- Rodríguez, F. J., Matellán, V., Conde, M. Á., & Rico, F. M. (2016, 4-6 May 2016). *A Motivational Architecture to Create more Human-Acceptable Assistive Robots for Robotics Competitions*. Paper presented at the 2016 International Conference on Autonomous Robot Systems and Competitions (ICARSC).
- Rodríguez Lera, F. J., Botas Muñoz, Á., García Sierra, J. F., Rodríguez, C., & Matellán Olivera, V. (2012). Robotics and augmented reality for elderly assistance.
- Rodríguez, V., Rodríguez, F. J., & Matellán, V. (2011). *Localization issues in the design of a humanoid goalkeeper for the RoboCup SPL using BICA*. Paper presented at the 2011 11th International Conference on Intelligent Systems Design and Applications.
- Rodriguez-Lera, F. J., Casado, F., Matellán-Olivera, V., & Martín-Rico, F. (2016). *Analysis and Evaluation of a Low-Cost Robotic Arm for@ Home Competitions*. Paper presented at the Robot 2015: Second Iberian Robotics Conference.
- Rodríguez-Lera, F. J., Casado, F., Rodriguez, C., & Olivera, V. M. (2014). *Building lowcost mobile manipulation platform for rockin@ home competition*. Paper presented at the XV Workshop of physical agents: book of proceedings, WAF.

Camino Fernández-Llamas, Vicente Matellán-Olivera, Miguel Á. Conde, Francisco J. Rodríguez Sedano, Francisco J. Rodríguez-Lera, Angel M. Guerrero-Higueras, Gonzalo Esteban-Costales, Alexis Gutiérrez-Fernández, María del Carmen Calvo-Olivera, Claudia Álvarez-Aparicio

- Rodríguez-Lera, F. J., Matellán-Olivera, V., Balsa-Comerón, J., Guerrero-Higueras, Á. M., & Fernández-Llamas, C. (2018). Message encryption in robot operating system: Collateral effects of hardening mobile robots. *Frontiers in ICT*, 5, 2.
- Rodríguez-Lera, F. J., Matellán-Olivera, V., Conde-González, M. Á., & Martín-Rico, F. (2018). HiMoP: A three-component architecture to create more human-acceptable social-assistive robots. *Cognitive Processing*. doi:10.1007/s10339-017-0850-5
- Rodríguez-Lera, F. J., Orfo, J., García-Sierra, J. F., & Matellán, V. (2014). Path Planning in Service Robotics Considering Interaction Based on Augmented Reality. In M. A. Armada, A. Sanfeliu, & M. Ferre (Eds.), *ROBOT2013: First Iberian Robotics Conference: Advances in Robotics, Vol. 1* (pp. 421-432). Cham: Springer International Publishing.
- Rodríguez-Lera, F. J., Rodríguez, V., Rodríguez, C., & Matellán, V. (2014). Augmented reality in robotic assistance for the elderly. In *International Technology Robotics Applications* (pp. 3-11): Springer.
- Rodríguez-Sedano, F., Conde-González, M. A., Fernández-Llamas, C., & Esteban-Costales, G. (2017). *The Use of a New Visual Language as a Supporting Resource for People with Intellectual Disabilities*, Cham.
- Rodríguez-Sedano, F., Ponsa, P., Blanco-Medina, P., & Muñoz, L. M. (2017). *Interface Design of Haptic Feedback on Teleoperated System*. Paper presented at the Iberian Robotics conference.
- Rodríguez-Sedano, F. J., Conde, M. Á., & Fernández-Llamas, C. (2018, 2018/). *Measuring Teamwork Competence Development in a Multidisciplinary Project Based Learning Environment*. Paper presented at the Learning and Collaboration Technologies. Design, Development and Technological Innovation, Cham.
- Rodríguez-Sedano, F. J., Conde, M. A., Ponsa, P., Muñoz, L. M., & Fernández-Llamas, C. (2019). Design and evaluation of a graphical user interface for facilitating expert knowledge transfer: a teleoperation case study. *Universal Access in the Information Society*, 18(3), 431-442. doi:10.1007/s10209-019-00670-1
- Rodríguez-Sedano, F. J., Esteban, G., Inyesto, L., Blanco, P., & Rodríguez-Lera, F. J. (2016). *Strategies for Haptic-Robotic Teleoperation in Board Games: Playing checkers with Baxter*. Paper presented at the WAF - Workshop en Agentes Físicos, Málaga.
- Romero, C., & Ventura, S. (2010). Educational data mining: a review of the state of the art. *Systems, Man, and Cybernetics, Part C: Applications and Reviews, IEEE Transactions on*, 40(6), 601-618.
- Sánchez-González, L., Ferrero-Castro, R., Conde-González, M. Á., & Alfonso-Cendón, J. (2016). *A learning experiment based in collaborative project implementation for the development of entrepreneurship*. Paper presented at the 2016 International Symposium on Computers in Education (SIIE).
- Sein-Echaluze, M. L., Fidalgo-Blanco, Á., & García-Peñalvo, F. J. (2016). Students' Knowledge Sharing to improve Learning in Engineering Academic Courses. *International Journal of Engineering Education (IJEE)*, 32(2B), 1024-1035.
- Séin-Echaluze, M. L., Fidalgo-Blanco, Á., García-Peñalvo, F. J., & Conde, M. Á. (2015). A Knowledge Management System to Classify Social Educational Resources Within a Subject Using Teamwork Techniques. In P. Zaphiris & A. Ioannou (Eds.), *Learning and Collaboration Technologies: Second International Conference, LCT 2015, Held as Part of HCI International 2015, Los Angeles, CA, USA, August 2-7, 2015, Proceedings* (pp. 510-519). Cham: Springer International Publishing.
- Siciliano, B., & Khatib, O. (2016). *Springer handbook*

- of robotics*: Springer.
- Sierra, J. F. G., Lera, F. J. R., Fernández, C., & Olivera, V. M. (2013). Uso de Robots y Animales como Herramientas Motivadoras en la Enseñanza de Materias TIC. *VAEP-RITA*, 1(4), 203-209.
- Sierra, J. F. G., Lera, F. J. R., Llamas, C. F., & Olivera, V. M. (2015). Using Robots and Animals as Motivational Tools in ICT Courses. *IEEE Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje*, 10(1), 19-25. doi:10.1109/RITA.2015.2391391
- Vázquez-Ingelmo, A., García-Peñalvo, F. J., Therón, R., & Conde, M. Á. (2019). *Extending a dashboard meta-model to account for users' characteristics and goals for enhancing personalization*. Paper presented at the Learning Analytics Summer Institute 2019, Vigo, Spain.
- Vega, A., Rodríguez, R., Esteban, G., & Fernández, C. (2013). *A Visual Tool for Generating Haptic Tangram Exercises*. Paper presented at the 2013 XIV Workshop of Physical Agents (WAF).