

E K S
N O T I A S
E Q U E S T R O N
S O C I E T Y

<https://doi.org/10.14201/eks2017182>

Junio 2017
vol. 18 n.º2

e-ISSN:
2444-8729



Salamancia
University Press

DIRECCIÓN CIENTÍFICA / EDITOR-IN-CHIEF

Francisco José GARCÍA PEÑALVO, Universidad de Salamanca, Spain

EDITOR HONORÍFICO / HONORARY EDITOR

Joaquín GARCÍA CARRASCO, Universidad de Salamanca, Spain

CONSEJO EDITORIAL / EDITORIAL BOARD

José Ignacio AGUADED GÓMEZ, Universidad de Huelva, Spain

Ricardo COLOMO PALACIOS, Ostfold University College, Norway

Bernardo GARGALLO LÓPEZ, Español, Spain

David GRIFFITHS, Institution for Educational Cybernetics, the University of Bolton, United Kingdom

Begoña GROS SALVAT, Universidad de Barcelona, Spain

Gonzalo JOVER OLMEDA, Universidad Complutense de Madrid, Spain

Nick KEARNEY, Andamio Education, United Kingdom

Fernando MARTÍNEZ ABAD, Universidad de Salamanca, Spain

María Soledad RAMÍREZ MONTOYA, Tecnológico de Monterrey, Mexico

María José RODRÍGUEZ CONDE, Universidad de Salamanca, Spain

Albert SANGRÀ MORER, Universidad Oberta de Catalunya, Spain

Miguel ZAPATA ROS, Universidad de Alcalá y Universidad de Murcia, Spain

SECRETARIO DE REDACCIÓN / PRINCIPAL CONTACT

Fernando MARTÍNEZ ABAD, Instituto Universitario de Ciencias de la Educación, Universidad de Salamanca, Spain

EQUIPO TÉCNICO / TECHNICAL STAFF

Nazareth ÁLVAREZ ROSADO

DISEÑO GRÁFICO Y MAQUETACIÓN / GRAPHIC DESIGN AND LAYOUT

Felicidad GARCÍA SÁNCHEZ

WEB

<http://revistas.usal.es/index.php/revistatesi/index>

DOI

<https://doi.org/10.14201/eks>

e-ISSN

2444-8729

COMITÉ CIENTÍFICO / SCIENTIFIC COMMITTEE

Jordi ADELL SEGURA, Universidad Jaume I, Spain

José Ignacio AGUADED GÓMEZ, Universidad de Huelva, Spain

Gustavo R. ALVES, Polytechnic of Porto - School of Engineering, Portugal

José Miguel ARIAS BLANCO, Universidad de Oviedo, Spain

Héctor Gonzalo BARBOSA LEÓN, Instituto Tecnológico de Colima, Mexico, Mexico

José Antonio CARIDE GÓMEZ, Universidad de Santiago de Compostela, Spain

Javier ALFONSO CENDÓN, Universidad de León, Spain

María Pilar COLÁS, Universidad de Sevilla, Spain

Miguel Ángel CONDE GONZÁLEZ, Universidad de León, Spain

José Antonio CORDÓN GARCÍA, Universidad de Salamanca, Spain

Belén CURTO DIEGO, Universidad de Salamanca, Spain

Juan Manuel ESCUDERO MUÑOZ, Universidad de Murcia, Spain

Carlos FERRÁS SEXTO, Universidad de Santiago de Compostela, Spain

Ángel FIDALGO BLANCO, Universidad Politécnica de Madrid, Spain

Elena GARCÍA BARRIOCANAL, Universidad de Alcalá, Spain

Francisco José GARCÍA PEÑALVO, Universidad de Salamanca, Spain

Ana GARCÍA-VALCÁRCEL MUÑOZ-REPISO, Universidad de Salamanca, Spain

José Adriano GOMES PIRES, Instituto Politécnico de Bragança, Portugal

Raquel GÓMEZ DÍAZ, Universidad de Salamanca, Spain

Ignacio GONZALEZ LÓPEZ, Universidad de Córdoba, Spain

David GRIFFITHS, The University of Bolton, United Kingdom

Begoña GROS SALVAT, Universidad de Barcelona, Spain

José GUTIÉRREZ-PÉREZ, Universidad de Granada, Spain

Ángel HERNÁNDEZ GARCÍA, Universidad Politécnica de Madrid, Spain

María Soledad IBARRA SÁIZ, Universidad de Cádiz, Spain

Juan José IGARTUA PEROSANZ, Universidad de Salamanca, Spain

José Antonio JERÓNIMO MONTES, Universidad Nacional Autónoma de México, Mexico

Gonzalo JOVER OLMEDA, Universidad Complutense de Madrid, Spain

Juan Antonio JUANES MÉNDEZ, Universidad de Salamanca, Spain

Nick KEARNEY, Andamio Education, United Kingdom

Dolores LERÍS LÓPEZ, Universidad de Zaragoza, Spain

Faraón LLORENS LARGO, Universidad de Alicante, Spain

Márcia LOPES REIS, UNESP, Brazil

María Arcelina MARQUES, Porto, Portugal

Fernando MARTÍNEZ ABAD, Universidad de Salamanca, Spain

Miguel MARTÍNEZ MARTÍN, Universidad de Barcelona, Spain

Lady MELÉNDEZ RODRÍGUEZ, Universidad Estatal a Distancia de Costa Rica, Costa Rica

Barbara MERRILL, University of Warwick, United Kingdom

Milos MILOVANIC, University of Belgrade, Serbia and Montenegro

Rafael MOMPÓ, Freelance, Spain

Ería Mariela MORALES MORGADO, Universidad de Salamanca, Spain

Luis NÚÑEZ CUBERO, Universidad de Sevilla, Spain

Susana OLMOS MIGUELÁÑEZ, Universidad de Salamanca, Spain

Isabel ORTEGA SÁNCHEZ, Universidad Nacional de Educación a Distancia, Spain

Juan de PABLOS PONS, Universidad de Sevilla, Spain

Luis PALÉS ARGULLÓS, Universidad de Barcelona, Spain

Salvador PEIRÓ I GREGORI, Universidad de Alicante, Spain

Ferrán PRADOS CARRASCO, University College of London, United Kingdom

María José RODRÍGUEZ CONDE, Universidad de Salamanca, Spain

Gregorio RODRÍGUEZ GÓMEZ, Universidad de Cádiz, Spain

María Soledad RAMÍREZ MONTOYA, Tecnológico de Monterrey, Mexico

Clara ROMERO PÉREZ, Universidad de Sevilla, Spain

Germán RUIPÉREZ, UNED, Spain

Salvador SÁNCHEZ-ALONSO, Universidad de Alcalá, Spain

María Cruz SÁNCHEZ GÓMEZ, Universidad de Salamanca, Spain

Francesc Josep SÁNCHEZ I PERIS, Universidad de Valencia, Spain

Osvaldo SANHUEZA HORMAZÁBAL, Universidad de Concepción, Chile

Fernando Manuel SANTOS RAMOS, Universidad de Aveiro, Portugal

João SARMENTO, University of Minho and Centre for Geographical Studies, University of Lisbon, Portugal

María Luisa SEIN-ECHALUCE LACLETA, Universidad de Zaragoza, Spain

Antonio Miguel SEOANE PARDO, Universidad de Salamanca, Spain

Miguel Ángel SICILIA URBÁN, Universidad de Alcalá, Spain

Peter SLOEP, Open University of The Netherlands, Netherlands

Roberto THERÓN SÁNCHEZ, Universidad de Salamanca, Spain

Jorge VALDIVIA G UZMÁN, Universidad de Concepción, Chile

José Armando VALENTE, Universidade de Campinas, Brazil

Jesús VALVERDE BERROCOSO, Universidad de Extremadura, Spain

Miguel ZAPATA ROS, Universidad de Alcalá y Universidad de Murcia, Spain

Página intencionadamente en blanco

TABLA DE CONTENIDOS / TABLE OF CONTENTS

7 **Editorial del número.** La enseñanza de la informática, la programación y el pensamiento computacional en los estudios preuniversitarios / The teaching of computer science, programming and computational thinking in pre-university studies

Las tecnologías de la información son la infraestructura base para que el mundo, tal cual lo conocíamos hace una hora, funcione; y aquello que transformará el mundo que conoceremos en la próxima hora

19 El diseño instruccional inverso para un recurso educativo abierto en la Formación Profesional española: El caso de Web Apps Project / Backward instructional design for an educational open resource in Spanish Vocational Training: The case of the Web Apps Project

En este artículo se describe el proceso de diseño instruccional empleado para la elaboración de un medio educativo que desarrolla el currículo del módulo Aplicaciones Web correspondiente al Ciclo Formativo de Grado Medio de Sistemas Microinformáticos y Redes, que pertenece a la familia profesional de Informática y Comunicaciones dentro de los estudios de Formación Profesional

33 Hacia la educación del futuro: El pensamiento computacional como mecanismo de aprendizaje generativo / Towards the education of the future: Computational thinking as a generative learning mechanism

La transformación de la educación tradicional en una educación "SMART" (del inglés, "Sensitive, Manageable, Adaptable, Responsive and Timely") implica la modernización integral de todos los procesos educativos

59 VirPLC: una metodología para el desarrollo de capacidades, habilidades y autoestima mediante la estimulación de la lógica con una herramienta sencilla, funcional y dinámica / VirPLC: a Methodology to Developing Capacities, Skills and Self-esteem by the Logical Stimulus with a Simple, Functional and Dynamic Tool

La proliferación de entornos de programación como Logo, Minecraft, Code o Scratch es consecuencia de la efectividad de un lenguaje gráfico para la introducción del alumnado en la programación

71 La ética como puerta a la informática en la educación primaria / Ethics as a gateway to computer science in primary education

En el presente artículo se presenta una propuesta de acercamiento de la ética y la informática a estudiantes de los primeros cursos de primaria

85 Experiencia de gamificación en Secundaria en el Aprendizaje de Sistemas Digitales / Gamification Experience in Secondary Education on Learning of Digital Systems

El uso del juego, utilizado siempre en edades tempranas para motivar el aprendizaje, ha sido frecuentemente estigmatizado en edades más avanzadas al considerarse una pérdida de tiempo.

107 Educando en privacidad en el uso de las redes sociales / Educating in privacy in the use of social networks

Muchos adolescentes utilizan ampliamente las redes sociales para incrementar su sociabilidad sin ser conscientes del valor de la información compartida y de los riesgos potenciales existentes relacionados con su privacidad y seguridad en la red.

127 Todo lo que nunca pensaste que los alumnos sub 18 sabían sobre proyectos / Everything you never thought under 18 students knew about projects

Organizar excursiones o meriendas, montar un equipo del juego on-line de moda, estudiar en grupo y muchas cosas más son actividades habituales en jóvenes (y no tan jóvenes)

147 Python como primer lenguaje de programación textual en la Enseñanza Secundaria / Python as first textual programming language in Secondary Education

Con la reciente introducción de la Programación en el currículo preuniversitario, se abre una oportunidad para incluir conceptos fundamentales de las Ciencias de la Computación

La enseñanza de la informática, la programación y el pensamiento computacional en los estudios preuniversitarios

The Teaching of Computer Science, Programming and Computational Thinking in Pre-University Studies

Editorial de la revista

Faraón Llorens Largo

Universidad de Alicante, Alicante, España. Faraon.Llorens@ua.es

Francisco José García-Peñalvo

Universidad de Salamanca, Salamanca, España. fgarcia@usal.es

Xavier Molero Prieto

Universitat Politècnica de València, Valencia, España. xmolero@upv.es

Eduardo Vendrell Vidal

Universitat Politècnica de València, Valencia, España. even@upv.es

Las tecnologías de la información son la infraestructura base para que el mundo, tal cual lo conocíamos hace una hora, funcione; y aquello que transformará el mundo que conoceremos en la próxima hora. En este contexto social, la educación, como cualquier sector productivo o de servicios, se ve afectada por la tecnología (Toffler, 2001). Pero, ya no solo es hablar de la tecnología como medio para lograr mejores resultados de aprendizaje (Berlanga, García-Peñalvo, & Sloep, 2010; García-Peñalvo, 2011); se trata de poner encima de la mesa la recurrente idea de que se está formando a los profesionales del futuro con las metodologías, las herramientas y las estrategias del pasado.

Ante esta realidad, los sistemas educativos deben preparar a nuestros jóvenes para vivir en el mundo digital, para lo cual deben de dominar un nuevo lenguaje sin el que se convertirían en analfabetos digitales. Por tanto, en la escuela no debemos formar únicamente en alfabetismo lingüístico y numérico, sino también en alfabetización digital (Llorens-Largo, 2015).

Esta formación relacionada con la informática debe entenderse en las dos vertientes de la educación: la informática educativa y la educación en informática (Sierra-Rodríguez & García-Peñalvo, 2015). Hasta ahora el esfuerzo se ha orientado mayoritariamente a convertir a nuestros jóvenes en usuarios de herramientas informáticas. Esto ha pasado de ser necesario a ser insuficiente, porque el uso de aplicaciones *software* es un lenguaje digital que queda obsoleto en un tiempo que no es proporcional, en esfuerzo, al que se invirtió en adquirir las destrezas.

Por ello, el reto está en preparar a nuestros jóvenes para enfrentarse al mundo en el que les tocará vivir, dotándoles de las herramientas cognitivas necesarias para desenvolverse con éxito en el mundo digital, es decir, en lugar de enseñarles solo la sintaxis de un lenguaje cambiante, se les debe instruir

en las reglas que permiten conocer cómo se construye el lenguaje digital. Surge así el pensamiento computacional como paradigma de trabajo y la programación como herramienta para resolver problemas (García-Peñalvo, 2016d; Wing, 2006, 2008; Zapata-Ros, 2015).

Esta preocupación por empezar la educación en informática en edades tempranas, incluso en la guardería (Bers, Flannery, Kazakoff, & Sullivan, 2014), aparece a nivel internacional y se ha canalizado mayoritariamente enseñando a programar a los niños (Balanskat & Engelhardt, 2015).

El problema de todo esto aparece al confundir el objetivo, y a la hora de realizar el cambio necesario en los niveles educativos, este queda plasmado cuando se intenta hacer hueco a la informática en forma de asignatura “cajón de sastre” o asignatura de “enseñar a programar”, para que el resto no cambie, pero a la vez se vea más constreñido por los nuevos contenidos curriculares. Esto lleva a perder el objetivo principal, que no debe ser otro que la alfabetización en ese lenguaje digital, para lo cual, por supuesto, explorar y crear programas de ordenador aporta un componente esencial.

Este debate propio de la educación en informática en niveles no universitarios está en todos los actores sociales relacionados con la informática y son múltiples las iniciativas al respecto. Vamos a comentar algunas de ellas, por la cercanía con el tema de los autores de esta introducción. Seguro que hay más que son igualmente interesantes.

Conscientes de la importancia de las habilidades digitales (*eSkills*) relacionadas con las tecnologías de la información y de la necesidad de incluir la informática en los planes de estudio de los niveles no universitarios, la Conferencia de Directores y Decanos de Ingeniería Informática (CODDII - www.coddii.org) y la Asociación de Enseñantes Universitarios en Informática (AENUI – www.aenui.net) llevan años emprendiendo acciones conjuntas al respecto. Una de las primeras fue la redacción en el año 2014 de la declaración “Por la inclusión de asignaturas específicas de ciencia y tecnología informática en los estudios básicos de la enseñanza secundaria y bachillerato” (CODDII & AENUI, 2014). Y una de las últimas ha sido la conferencia inaugural y su posterior mesa redonda con debate dedicada a la “Educación en informática para todos” en las JENUI 2016 (Jornadas sobre la Enseñanza Universitaria de la Informática - <http://www2.ual.es/jenui2016>) que tuvieron lugar en la Universidad de Almería en julio de 2016.

Por su parte, la comunidad científica de la informática también se ha ocupado de ello de la mano de la SCIE (Sociedad Científica Informática de España – www.scie.es). En 2015 se creó un grupo de trabajo conjunto de SCIE, CODDII y AENUI. Fruto del trabajo de este grupo, se organizó el *workshop* “Educación en Informática sub 18 (EI<18)” (<http://www.congresocedi.es/ei-18>), en el marco del V Congreso Español de Informática (CEDI 2016 - <http://www.congresocedi.es>) celebrado en Salamanca en septiembre de 2016. Al realizarse en la Universidad de Salamanca se incorporó al Comité

Organizador el grupo GRIAL (GRupo de InterAcción y eLearning – <http://grial.usal.es>) (García-Peñalvo, 2016a), de contrastada experiencia en el tema con proyectos internacionales como TACCLE 3 – Coding (<http://www.tacple3.eu>) (García-Peñalvo, 2016b, 2016c). Como continuación de esta labor y para dejar constancia documentada de las buenas prácticas existentes, tanto de las presentadas en el *workshop* como de otras que no se pudieron presentar por limitaciones de tiempo, se planteó la publicación en revistas científicas de monográficos dedicados a la educación en informática en contextos pre universitarios.

Se invitó a los ponentes del *workshop* a redactar un artículo que describiera el trabajo presentado. Pero además para poder detectar buenas prácticas existentes, se lanzó una llamada a la participación. La respuesta fue numerosa y muy buena, dando lugar a dos números especiales en sendas publicaciones. En la revista *Education in the Knowledge Society* se han aceptado ocho de los trabajos; mientras que en la revista *ReVisión* (Revista de Investigación en Docencia Universitaria de la Informática – <http://www.aenui.net/ReVision>), en su volumen 10 número 2 de 2017, se han publicado otros seis trabajos (García-Peñalvo, Llorens Largo, Molero Prieto, & Vendrell Vidal, 2017).

Existen también otras iniciativas de distintas publicaciones que han dedicado (o están en ello) números especiales al tema del pensamiento computacional, como es el caso del número 46, de septiembre de 2015 de la revista RED (Revista de Educación a Distancia - <http://www.um.es/ead/red/red.html>), que está dedicado íntegramente al tema de “Pensamiento Computacional” (Bender, Urrea, & Zapata-Ros, 2015).

Con esto esperamos que el lector se pueda hacer una idea de las distintas iniciativas existentes en España en relación a la educación en informática para todos. Pero pasemos ahora a describir la estructura y contenido de este número. Existe una amplia variedad de temáticas en los trabajos, así como de procedencia de los autores, siendo tanto profesores universitarios como de enseñanzas no universitarias. Pero todos hacen referencia a experiencias aplicadas y aplicables a niveles no universitarios. Queremos dar especialmente las gracias a los profesores no universitarios por el esfuerzo en documentar sus buenas prácticas, ya que la publicación científica no es una práctica habitual en estos colectivos.

En “Hacia la educación del futuro: el pensamiento computacional como mecanismo de aprendizaje generativo”, Eduardo Segredo, Gara Miranda y Coromoto León (2017), de la Universidad de La Laguna, proponen la inclusión del pensamiento computacional como un mecanismo inteligente para el desarrollo de habilidades como la resolución de problemas, el pensamiento crítico, la creatividad, la innovación y la alfabetización digital. Realizan también una revisión de iniciativas, proyectos y herramientas que pueden ayudar al profesorado a incorporar el pensamiento computacional como un mecanismo de aprendizaje en sus entornos inteligentes. Por su parte, Juan Vicente Oltra y Fernando

José Garrigós (2017), de la Universitat Politècnica de València, en el artículo “La ética como puerta a la informática en la educación primaria” presentan una propuesta de acercamiento de la informática a estudiantes de los primeros cursos de primaria, apoyándose en el uso de la ética, con criterios como “Emplear las nuevas tecnologías desarrollando valores sociales y cívicos en entornos seguros”. Gracias a esta puerta de entrada se puede acercar a los alumnos la visión de la informática, y que puede ser transversal a la totalidad de las asignaturas del currículo. Siguiendo con los aspectos sociales de la tecnología, Estefanía Argente, Emilio Vivancos, José Alemany y Ana García-Fornes (2017), también de la Universitat Politècnica de València, en “Educando en privacidad en el uso de las redes sociales” nos cuentan su experiencia en el marco de la Escola d’Estiu 2016 con niños de entre 12 y 15 años. Mediante un conjunto de juegos propuestos, los niños interactúan y aprenden a detectar acciones de riesgo que de llevarse a cabo en una red social pública podrían comprometer su privacidad. En el trabajo “Todo lo que nunca pensaste que los alumnos sub 18 saben sobre proyectos”, Javier Gutiérrez, Isabel Ramos, Juan M. Cordero, Manolo Mejía y María J. Escalona (2017), de la Universidad de Sevilla, exponen cómo en actividades cotidianas aplicamos conocimientos de gestión de proyectos, aunque muchas veces no somos conscientes de ellos. Así, plantean que los jóvenes saben más de gestión de proyectos de lo que ellos mismos creen y ayudarles a sacar este conocimiento a la luz les ayudará a gestionar un proyecto de forma natural cuando lleguen a la universidad.

Un segundo grupo de artículos trata sobre experiencias en la enseñanza secundaria y la formación profesional. José Carlos García (2017), profesor de informática, en “Python como primer lenguaje de programación textual en la Enseñanza Secundaria” presenta una propuesta multidisciplinar para utilizar el lenguaje de programación Python en todos los niveles de Secundaria. Se analiza el origen y evolución de Python, las principales características que lo configuran como un lenguaje adecuado, así como una revisión y clasificación de herramientas disponibles en su ecosistema. En “Experiencia de Gamificación en Secundaria en el Aprendizaje de Sistemas Digitales,” Jesús Carlos Díez, Montse Serra y David Bañeres (2017) nos cuentan su experiencia en el aprendizaje de lógica digital mediante técnicas de gamificación en un instituto de Barcelona en el contexto de la asignatura de Tecnología Industrial. Por su parte, Cristian Jorge García Marcos (2017), del IES El Caminàs de Castellón, en el trabajo “El diseño instruccional abierto para un recurso educativo en abierto en la Formación Profesional española: el caso de Web Apps Project” describe el proceso de diseño del material didáctico Web Apps Project, basado en el currículum del módulo Aplicaciones Web del Ciclo Formativo de Grado Medio de Sistemas Microinformáticos y Redes, perteneciente a la familia profesional de Informática y Comunicaciones. Se trata de un recurso educativo en abierto compuesto por 6 secuencias didácticas que han sido desarrolladas con la herramienta de autor eXeLearning, bajo un enfoque que requiere del estudiante el desarrollo del pensamiento crítico, la resolución de problemas y el aprendizaje significativo. Antoni Ferrer (2017) nos presenta VirPLC: una metodología para el desarrollo de

capacidades, habilidades y autoestima mediante la estimulación de la lógica con una herramienta sencilla, funcional y dinámica. VirPLC se orienta al control de sistemas mediante dos pantallas: una de *software* para programar y una de *hardware* animado para simularlo. VirPLC no pretende convertir al usuario en experto en automatización, sino facilitar un primer contacto entre el alumno y la lógica, mediante el planteo de problemas en sistemas de control prácticos, cercanos y reales.

Esperamos que con estos ocho trabajos el lector tenga una visión panorámica de la necesidad de la educación en informática en los niveles pre-universitarios y conozca algunas experiencias al respecto. Aunque todas ellas son muy concretas, los trabajos que se recogen han realizado una argumentación inicial a favor de la alfabetización digital y el pensamiento computacional. Seguro que existen muchos más casos interesantes, y seguro que serán documentados en distintas iniciativas similares a esta.

Information technologies are the base infrastructure for the world, as we knew it an hour ago, works; and what will transform the world that we will meet in the next hour. In this social context, education, like any productive or service sector, is affected by technology (Toffler, 2001). But, it is no longer just talking about technology as a means to achieve better learning outcomes (Berlanga, et al., 2010; García-Peñalvo, 2011); it is about putting on the table the recurring idea that the professionals of the future are being educated with the methodologies, tools and strategies of the past.

Faced with this reality, educational systems must prepare our young people to live in the digital world, for which they must know a new language without which they will become digital illiterates. Therefore, in school we should not only train in linguistic and numerical literacy, but also in digital literacy (Llorens-Largo, 2015).

This training related to computing must be understood in the two aspects of education: computers in education and education in computer science (Sierra-Rodríguez & García-Peñalvo, 2015). So far, the effort has been oriented mainly to convert our young people into users of computer tools. This has gone from being necessary to being insufficient, because the use of software applications is a digital language that is obsolete in a time that is not proportional, in effort, to the time that was invested in acquiring these skills.

Therefore, the challenge is to prepare our young people to face the world in which they will live, giving them the necessary cognitive tools to succeed in the digital world, that is, instead of teaching them only the syntax of a changing language, they should be instructed in the rules that allow to know how the digital language is constructed. Thus, computational thinking emerges as a paradigm of work, and the programming is established as the tool to solve problems (García-Peñalvo, 2016d; Wing, 2006, 2008; Zapata-Ros, 2015).

This preoccupation about starting computer science education at an early age, including at nursery school (Bers, et al., 2014), appears at the international level and has been channelled mostly through teaching children to code (Balanskat & Engelhardt, 2015).

The problem of all this is when the objective is confused, and at the time of making the necessary change in the educational levels, this is reflected in the attempt to make hollow to the computer science in the curriculum in the form of a “jumble subject” or a subject to “teach to program”, so that the rest does not change, but at the same time, it is more constrained by the new curricular contents. This leads to losing the main objective, which should be no other than literacy in that digital language, for which, of course, exploring and creating computer programs provides an essential component.

This debate about computer science education at non-university levels is in all social actors related to information technology and there are many initiatives in this regard. Let's comment on some of them, because of the proximity to the subject of the authors of this introduction. Sure, there are more that are equally interesting.

Aware of the importance of digital skills (eSkills) related to information technologies and the need to include computer science in curricula of non-university levels, the Conference of Directors and Deans of Computer Engineering (CODDII - www.coddii.org) and the Association of University Teachers in Computer Science (AENUI – www.aenui.net) have been undertaking joint actions in this regard for years. One of the first was the writing in 2014 of the statement “For the inclusion of specific subjects of computer science and technology in the basic studies of secondary and high school” (CODDII & AENUI, 2014). And one of the last has been the inaugural conference and its subsequent roundtable with debate dedicated to “Computer science education for all” at the JENUI 2016 (Conference on University Teaching of Informatics - <http://www2.ual.es/jenui2016>) that was held at the University of Almeria, Spain, in July 2016.

For its part, the scientific computing community has also dealt with this by the SCIE (*Sociedad Científica Informática de España* – www.scie.es).

A joint working group of SCIE, CODDII and AENUI was created in 2015. As a result of the work of this group, the workshop “Education in Informatics under 18 (EI <18)” (<http://www.congresocedi.es/ei-18>) was organized, within the framework of the V Spanish Congress of Informatics (CEDI 2016 - <http://www.congresocedi.es>) held in Salamanca in September 2016. Celebrating the workshop in Salamanca was the perfect excuse to incorporate to the Organizing Committee the GRIAL research group – research GRoup in InterAction and eLearning <http://grial.usal.es> (García-Peñalvo, 2016a) – with a significant experience in this topic including European Projects such as TACCLE 3 – Coding (<http://www.taccle3.eu>) (García-Peñalvo, 2016b, 2016c). As a continuation of this initiative and to

record good practices, both those presented at the workshop and others that could not be presented due to time constraints, the publication of special issues about computer science education in under 18 scope was planned.

The workshop participants were invited to write an article describing the presented experiences. But in order to detect good existing practices, a call for participation was launched. The response was numerous and very good, giving rise to two special issues: one in the *Education in the Knowledge Society* journal, in which eight of the works have been accepted; other in *ReVisión* (Journal of Research in Teaching University of Computer Science - <http://www.aenui.net/ReVision>), where other six papers have been published in its volume 10 issue 2 of 2017 (García-Peñalvo, et al., 2017).

There are also other initiatives of different publications that have dedicated (or are in it) special issues to the subject of computational thinking, as is the case of issue number 46, September 2015 of the RED (*Revista de Educación a Distancia* - <http://www.um.es/ead/red/red.html>), which is dedicated entirely to the theme of “Computational Thinking” (Bender, et al., 2015).

We hope that the reader can get an idea of the different initiatives that exist in Spain in relation to computer science education for all. But let us now describe the structure and content of this issue. There is a wide variety of themes in the papers, as well as the origin of the authors, both university professors and non-university teachers. But all refer to experiences applied and applicable at non-university levels. We would especially like to thank non-university teachers for the effort to document their good practices, since the scientific publication is not a habitual practice in these groups.

In “Towards the education of the future: Computational thinking as a generative learning mechanism”, Eduardo Segredo, Gara Miranda and Coromoto León (2017), of the University of La Laguna, propose the computational thinking inclusion as an intelligent mechanism for the development of skills such as problem solving, critical thinking, creativity, innovation and digital literacy. They also perform a review of initiatives, projects and tools that can help teachers to incorporate computational thinking as a learning mechanism in their intelligent environments. Other paper, by Juan Vicente Oltra and Fernando José Garrigós (2017), from the Universitat Politècnica de València, entitled “Ethics as a gateway to computer science in primary education”, present a proposal to bring informatics closer to students of the first elementary courses, based on the use of ethics, with criteria such as “Employ new technologies developing social and civic values in safe environments”. Thanks to this gateway, students can be approached with the vision of computer science, which can be transversal to the whole curriculum subjects. Following with the social issues of the technologies, Estefanía Argente, Emilio Vivancos, José Alemany and Ana García-Fornes (2017), also from the Universitat Politècnica de València, in their paper “Educating in privacy in the use of social networks” present their experience in the Escola d’Estiu 2016 with children between 12 and 15 years old. Through a set of proposed games,

children interact and learn to detect risky actions that if they take place in a public social network could compromise their privacy. In the paper “Everything you never thought under 18 students knew about projects”, Javier Gutiérrez, Isabel Ramos, Juan M. Cordero, Manolo Mejía and María J. Escalona (2017), from the University of Seville, expose how in day-to-day activities we apply project management knowledge, although many times we are not aware of them. Thus, they argue that young people know more about project management than they themselves believe and help them to bring this knowledge to light will help them manage a project naturally when they reach university.

A second group of papers is devoted to present experiences in the secondary education and in the vocational education. José Carlos García (2017), teacher of informatics, in his paper “Python as first textual programming language in Secondary Education”, presents a multidisciplinary proposal to use Python programming language in all the different levels of secondary education. It analyses the origin and evolution of Python, the main characteristics that configure it as a suitable language, as well as a review and classification of tools available in its ecosystem. In the paper “Gamification experience in Secondary Education on learning of digital systems”, Jesús Carlos Díez, Montse Serra and David Bañeres (2017) present their experience in the learning of digital logic using gamification techniques in a high school in Barcelona in the scope of the subject of Industrial Technology. Cristian Jorge García Marcos (2017), from the IES El Caminàs de Castellón, in his paper “Backward instructional design for an educational open resource in Spanish Vocational Training: The case of the Web Apps Project” describes the process of design of the educational resource Web Apps Project, based on the curriculum of the module *Aplicaciones Web del Ciclo Formativo de Grado Medio de Sistemas Microinformáticos y Redes*, included to the branch of Informatics and Communications. It is open educational resource composed by 6 didactic paths developed with eXeLearning, under an approach that requires the student to develop critical thinking, problem solving and meaningful learning. Antoni Ferrer (2017) presents VirPLC: a methodology to developing capacities, skills and self-esteem by the logical stimulus with a simple, functional and dynamic tool. VirPLC is oriented to the control of systems by means of two screens: one of software to program and one of animated hardware to simulate it. VirPLC does not pretend to turn the user into an expert in automation, but to facilitate a first contact between the student and the logic, by posing problems in practical, near and real control systems.

We hope that with these eight papers, the reader will have a panoramic view of the need of computer science education at pre-university levels and know some experiences in this regard. Although all of them are very concrete, the works that are collected have made an initial argument in favour of digital literacy and computational thinking. Surely, there are many more interesting cases, and sure to be documented in different initiatives similar to this one.

Referencias/References

Argente, E., Vivancos, E., Alemany, J., & García-Fornes, A. (2017). Educando en privacidad en el uso de las redes sociales. *Education in the Knowledge Society, 18*(2).

Balanskat, A., & Engelhardt, K. (2015). *Computing our future. Computer programming and coding Priorities, school curricula and initiatives across Europe*. Retrieved from Brussels, Belgium: http://fcl.eun.org/documents/10180/14689/Computing+our+future_final.pdf/746e36b1-e1a6-4bf1-8105-ea27c0d2bbe0

Bender, W., Urrea, C., & Zapata-Ros, M. (2015). Introducción al número monográfico sobre Pensamiento Computacional. *RED (Revista de Educación a Distancia), 14*(46).

Berlanga, A. J., García-Peñalvo, F. J., & Sloep, P. B. (2010). Towards eLearning 2.0 University. *Interactive Learning Environments, 18*(3), 199-201. doi: <https://doi.org/10.1080/10494820.2010.500498>

Bers, M. U., Flannery, L., Kazakoff, E. R., & Sullivan, A. (2014). Computational thinking and tinkering: Exploration of an early childhood robotics curriculum. *Computers and Education, 72*, 145-157. doi: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.10.020>

CODDII, & AENUI. (2014). Por la inclusión de asignaturas específicas de ciencia y tecnología informática en los estudios básicos de la enseñanza secundaria y bachillerato. *ReVisión, 7*(2), 5-7.

Díez, J. C., Serra, M., & Bañeres, D. (2017). Experiencia de Gamificación en Secundaria en el Aprendizaje de Sistemas Digitales. *Education in the Knowledge Society, 18*(2).

Ferrer, A. (2017). VirPLC: una metodología para el desarrollo de capacidades, habilidades y autoestima mediante la estimulación de la lógica con una herramienta sencilla, funcional y dinámica. *Education in the Knowledge Society, 18*(2).

García, J. C. (2017). Python como primer lenguaje de programación textual en la Enseñanza Secundaria. *Education in the Knowledge Society, 18*(2).

García Marcos, C. J. (2017). El diseño instruccional abierto para un recurso educativo en abierto en la Formación Profesional española: el caso de Web Apps Project. *Education in the Knowledge Society, 18*(2).

García-Peñalvo, F. J. (2011). La Universidad de la próxima década: La Universidad Digital. In C. Suárez-Guerrero & F. J. García-Peñalvo (Eds.), *Universidad y Desarrollo Social de la Web* (pp. 181-197). Washington DC, USA: Editandum.

García-Peñalvo, F. J. (2016a). Presentation of the GRIAL research group and its main research lines and projects on March 2016. Retrieved from <http://hdl.handle.net/10366/127737>

García-Peñalvo, F. J. (2016b). Presentation of the TACCLE3 Coding European Project. Retrieved from <http://repositorio.grial.eu/handle/grial/654>

García-Peñalvo, F. J. (2016c). Proyecto TACCLE3 – Coding. In F. J. García-Peñalvo & J. A. Mendes (Eds.), *XVIII Simposio Internacional de Informática Educativa, SIIE 2016* (pp. 187-189). Salamanca, España: Ediciones Universidad de Salamanca.

García-Peñalvo, F. J. (2016d). What Computational Thinking Is. *Journal of Information Technology Research, 9*(3), v-viii.

García-Peñalvo, F. J., Llorens Largo, F., Molero Prieto, X., & Vendrell Vidal, E. (2017). Educación en Informática sub 18 (EI<18). *ReVisión, 10*(2), 13-18.

Gutiérrez, J., Ramos, I., Cordero, J. M., Mejía, M., & Escalona, M. J. (2017). Todo lo que nunca pensaste que los alumnos sub 18 saben sobre proyectos. *Education in the Knowledge Society, 18*(2).

Llorens-Largo, F. (2015). Dicen por ahí. . . que la nueva alfabetización pasa por la programación. *ReVisión, 8*(2), 11-14.

Oltra, J. V., & Garrigos, F. J. (2017). La ética como puerta a la informática en la educación primaria. *Education in the Knowledge Society, 18*(2).

Segredo, E., Miranda, G., & León, C. (2017). Hacia la educación del futuro: el pensamiento computacional como mecanismo de aprendizaje generativo. *Education in the Knowledge Society, 18*(2).

Sierra-Rodríguez, J. L., & García-Peñalvo, F. J. (2015). Informática Educativa y Educación en Informática. *Education in the Knowledge Society (EKS), 16*(4), 25-31. doi: <http://dx.doi.org/10.14201/eks20151642531>

Toffler, A. (2001). Conmociones, oleadas y poder en la Era Digital. In A. Leer (Ed.), *La visión de los líderes en la era digital* (pp. 22-30). México: Prentice Hall.

Wing, J. M. (2006). Computational Thinking. *Communications of the ACM, 49*(3), 33-35. doi: <http://dx.doi.org/10.1145/1118178.1118215>

Wing, J. M. (2008). Computational thinking and thinking about computing. *Philosophical Transactions of the Royal Society a-Mathematical Physical and Engineering Sciences, 366*(1881), 3717-3725. doi: <http://dx.doi.org/10.1098/rsta.2008.0118>

Zapata-Ros, M. (2015). Pensamiento computacional: Una nueva alfabetización digital. *RED, Revista de Educación a distancia*, 46.

Página intencionadamente en blanco

El diseño instruccional inverso para un recurso educativo abierto en la Formación Profesional española: El caso de Web Apps Project

Backward Instructional Design for an Educational Open Resource in Spanish Vocational Training: The Case of the Web Apps Project

Cristian Jorge García Marcos, Julio Cabero Almenara

Universidad de Sevilla, España. origarmar9@alum.us.es, cabero@us.es

Resumen

En este artículo se describe el proceso de diseño instruccional empleado para la elaboración de un medio educativo que desarrolla el currículo del módulo Aplicaciones Web correspondiente al Ciclo Formativo de Grado Medio de Sistemas Microinformáticos y Redes, que pertenece a la familia profesional de Informática y Comunicaciones dentro de los estudios de Formación Profesional. El modelo seguido para la creación del medio educativo es el diseño instruccional hacia atrás, en el que se comienza por los resultados de aprendizaje y se finaliza por los contenidos, de manera inversa al procedimiento utilizado en otros diseños instruccionales. El medio educativo se ha diseñado sustentado en el principio pedagógico del constructivismo y se ha recurrido a la creación de proyectos para que el estudiante se implique activamente en la elaboración de su conocimiento. El resultado es un recurso educativo abierto compuesto por seis secuencias didácticas, donde se persigue que el estudiante alcance habilidades de pensamiento de orden superior. Además de la apertura en el acceso, el uso, la adaptación y la redistribución del material, el presente artículo ofrece una visión detallada del proceso que se ha seguido en cada fase del diseño instruccional. De esta manera, el recurso educativo evoluciona de ser abierto en su contenido, a serlo además en su diseño, para que también este último sea accesible, reutilizable, adaptado y redistribuido por otros. El recurso educativo en abierto completo puede consultarse en el siguiente enlace: <http://www.cristiangarcia.org/WebAppsProject/index.html>

Palabras Clave

Educación; tecnología educativa; recursos educativos abiertos; formación profesional

Abstract

The article is concerned with the instructional design process used to elaborate an educational media developing the Web Applications module curriculum of Microcomputer Systems and Networks Intermediate Level Training Cycle, which belongs to the professional family of Computing and Communications within the studies of Vocational Education and Training. A backward model is followed as instructional design to create the educational media, starting with the learning outcomes and ending with the contents, in a reverse way to the procedure used in other instructional designs. The educational media has been designed based on constructivism as pedagogical principle and it has been used to create projects for the student to be actively involved in the development of their knowledge. The result is an open educational resource composed of six didactic sequences, where the student is expected to achieve higher order thinking skills. In addition to openness in access, use, adaptation and redistribution of material, the article provides a detailed view of the process that has been followed in each phase of instructional design. In this way, the educational resource evolves from being not only open in its content, but also in its design, so that the latter becomes accessible, reusable, adapted and redistributed by others. The full open educational resource can be found at the following link: <http://www.cristiangarcia.org/WebAppsProject/index.html>

Keywords

Education; educational technology; open educational resources; vocational training

Recepción: 25-04-2017

Revisión: 10-05-2017

Aceptación: 25-05-2017

Publicación: 30-06-2017

1. Introducción

1.1. El recurso educativo abierto

El término Recursos Educativo Abierto (en adelante, REA) designa a los “materiales de enseñanza, aprendizaje e investigación en cualquier soporte, digital o de otro tipo, que sean de dominio público o que hayan sido publicados con una licencia abierta que permita el acceso gratuito a esos materiales, así como su uso, adaptación y redistribución por otros sin ninguna restricción o con restricciones limitadas”, tal y como se definió en la Declaración de París sobre los REA promulgada por la UNESCO (2012). Bajo las premisas que aparecen incluidas en el concepto de REA, se ha creado Web Apps Project (WAP), un contenido de aprendizaje con el que se desarrolla el currículo completo del módulo Aplicaciones Web para el Ciclo Formativo de Grado Medio de Sistemas Microinformáticos y Redes, perteneciente a la familia profesional de Informática y Comunicaciones, dentro de los estudios de Formación Profesional Inicial. Tal como indica Smith (citado por Plotkin, 2010) “al proporcionar el acceso para todos y contribuir a unos comunes globales, los REA sustentan la promesa de igualdad de oportunidades para el aprendizaje alrededor del mundo”. Al crear WAP, contribuimos en la medida de nuestras posibilidades al movimiento educativo abierto (Atkins, Brown & Hammond, 2007; Ramírez Montoya & García-Peñalvo, 2015).

1.2. El diseño instruccional inverso

Cuando se inicia el proceso de creación de un contenido de aprendizaje, es necesario seleccionar previamente de qué manera se va a llevar a cabo su diseño, es decir, elegir un modelo de diseño instruccional (Branch & Kopcha, 2014) que nos suministre el marco necesario para que el estudiante pueda alcanzar los resultados de aprendizaje de manera satisfactoria.

Existen numerosos modelos de diseño instruccional, y entre los más actuales se encuentra el diseño hacia atrás o inverso (del inglés, *backward design*) propuesto por Wiggins & McTighe (2011). El diseño inverso establece un marco para la planificación del currículo donde se enfatiza en el desarrollo de niveles más profundos en el aprendizaje del estudiante, a partir de una enseñanza que tiene al docente como guía del proceso. Para conseguir su finalidad, el modelo propone una preparación hacia atrás del currículo, con tres fases: resultados esperados, evidencias y planificación de contenidos.

A partir de la fórmula del modelo formada por tres fases, en la Figura 1 se muestran las modificaciones realizadas en su nomenclatura original, para que el modelo quede adaptado al contexto de la Formación Profesional. WAP se ha diseñado con la planificación propuesta en el diseño inverso, con

las tres fases que, una vez tienen su nombre adaptado a las enseñanzas de FP, pasan a denominarse: resultados de aprendizaje, criterios de evaluación y contenidos.

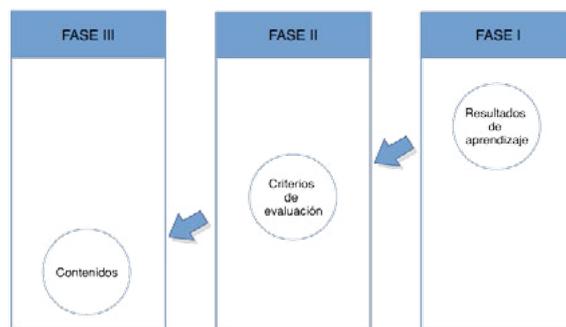


Figura 1. Adaptación de las 3 fases del modelo de diseño inverso a las enseñanzas de FP

A continuación exploraremos cada fase del modelo teórico con respecto a su desarrollo práctico en WAP, a la vez que propondremos una serie de heurísticas (a modo de recomendaciones) que sirvan de ayuda para aplicarlas en diseños de REA de contextos similares al expuesto en el presente artículo. Pero previamente debemos realizar una breve exposición de algunos términos que pueden ser desconocidos para un lector no avezado en tratar aspectos relacionados con las enseñanzas de la Formación Profesional Inicial y que le permitan una mejor y más fácil comprensión durante la lectura del presente artículo.

2. Terminología básica de la Formación Profesional Inicial

Dentro del sistema educativo español se desarrollan las enseñanzas de Formación Profesional Inicial, con una terminología específica y diferenciada (Figura 2) de otros niveles de enseñanzas no universitarias, como puedan ser la Educación Secundaria Obligatoria o el Bachillerato.

La organización de la Formación Profesional Inicial se estructura en los denominados ciclos formativos, que pueden ser de tres tipos: de Formación Profesional Básica, de Grado Medio y de Grado Superior. Al finalizar satisfactoriamente sus estudios de FP, el estudiante obtiene el título correspondiente al ciclo formativo que ha realizado. Un ciclo formativo, independientemente del tipo que sea, está compuesto por materias que integran los contenidos teórico-prácticos y que se denominan módulos profesionales. Para cada módulo profesional, se establecen uno o varios resultados de aprendizaje determinados, como expresión de lo que una persona sabe, comprende y es capaz de hacer al culminar un proceso de aprendizaje especificado.

El diseño de un título toma como referencia el denominado perfil profesional, con una competencia general que indica de manera resumida cuáles son las funciones principales que se deben ejercer. Esta competencia general se desarrolla en tres tipos de competencias: profesionales, personales y sociales. Por tanto, como se puede apreciar en esta breve síntesis conceptual, la Formación

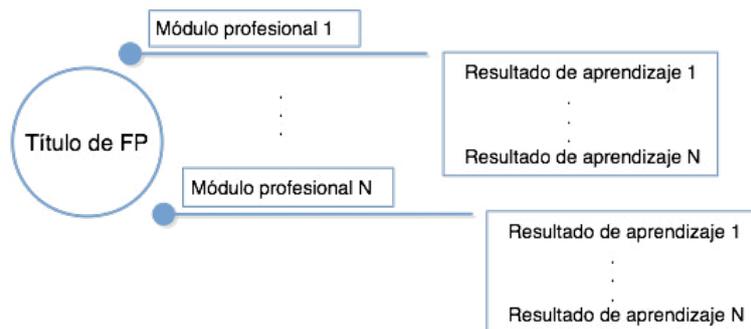


Figura 2. Conceptos clave relacionados con un título de Formación Profesional Inicial

Profesional Inicial es un nivel de enseñanza basado en competencias. Es decir, que el currículo viene expresado en términos de logros de unas competencias específicas que son necesarias para capacitar al estudiante en el desempeño de una actividad profesional.

Una vez explicados algunos de los conceptos clave en el ámbito de la Formación Profesional Inicial, veamos a continuación cómo se llevó a cabo el diseño de WAP.

3. Estudio del caso WAP

WAP es un contenido de aprendizaje que se ubica dentro de los estudios de Informática y Comunicaciones de la Formación Profesional Inicial. En concreto, desarrolla el currículo del módulo de Aplicaciones Web para el título de Técnico en Sistemas Microinformáticos y Redes, que viene regulado por la Ley Orgánica de Educación (LOE, 2006).

3.1. Fase I. Resultados de aprendizaje

La primera fase del diseño inverso es la identificación de los resultados de aprendizaje. La Agencia de Evaluación de la Calidad y Acreditación (ANECA, 2013) define los resultados de aprendizaje como la expresión de aquello “que se espera que un estudiante conozca, comprenda y/o sea capaz de hacer al final de su recorrido formativo”.

Una vez finalizada esta fase, deben quedar establecidos los resultados de aprendizaje del REA. La Figura 3 muestra la concreción de los resultados de aprendizaje de WAP.

Esta fase podemos encontrarla especificada en su totalidad por el Real Decreto (RD) correspondiente al título del ciclo formativo que vaya a desarrollar el REA, y que se publica por el Ministerio de Educación, Cultura y Deporte (en adelante, MECD). Para el caso de WAP, en el Boletín Oficial del Estado (Real Decreto 1691, 2007) se establece el título de Técnico en Sistemas Microinformáticos y Redes.



Figura 3. Resultados de aprendizaje correspondientes al REA WAP

3.2. Fase II. Criterios de evaluación

En la segunda fase del diseño inverso deben establecerse los criterios de evaluación. Tal como indican Cabrera & Rodríguez (s.f.), los criterios de evaluación son “el conjunto de previsiones para cada resultado de aprendizaje; indican el grado de concreción aceptable del mismo y permiten comprobar su nivel de adquisición”. Por tanto, un resultado de aprendizaje vendrá indicado con un nivel de granularidad más detallado a través de una serie de criterios de evaluación. A modo de ejemplo, en la Figura 4 se presenta el conjunto de criterios de evaluación establecidos para el resultado de aprendizaje número 1 (RA1) de WAP. Los criterios de evaluación d) e i) son idénticos, por lo que este último ha sido omitido.

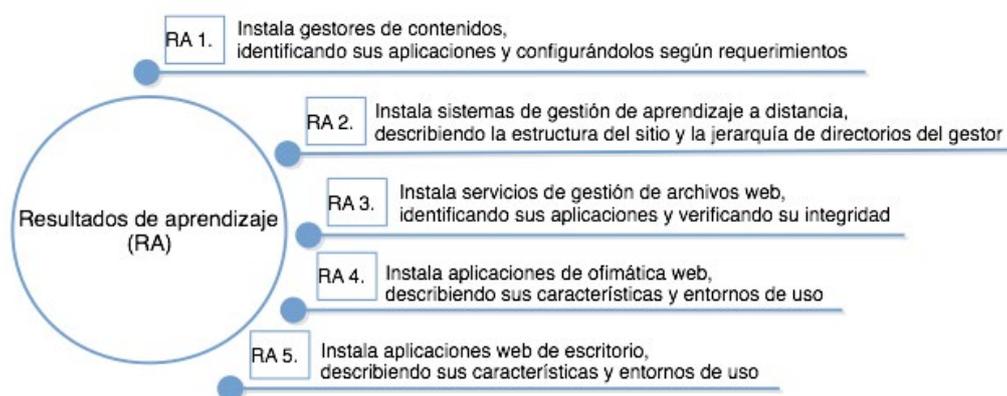


Figura 4. Criterios de evaluación correspondientes al RA1 del REA WAP

De manera análoga a lo que ocurría en la primera fase de identificación de los resultados de aprendizaje, esta fase también podemos encontrarla desarrollada en su totalidad por el Real Decreto (RD) que corresponde al título publicado por el MECD.

3.3. Fase III. Contenidos

La tercera y última fase del diseño inverso es aquella en la que se desarrollan los contenidos del material. Para las enseñanzas de Formación Profesional Inicial, los contenidos básicos que el estudiante debe aprender vienen reflejados en el título que establece el MECED. La Figura 5 muestra los contenidos básicos indicados por el MECED que están relacionados con el RA1 del módulo Aplicaciones Web.

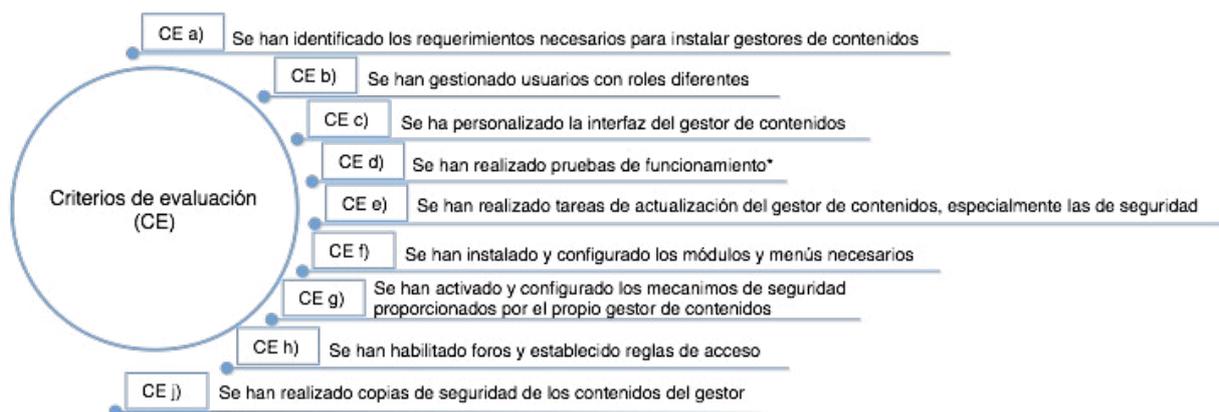


Figura 5. Contenidos básicos correspondientes al RA1 del REA WAP

Estos contenidos básicos pueden ser ampliados por el currículo publicado en los correspondientes boletines legislativos de cada una de las Comunidades Autónomas, tal como podemos apreciar en la Figura 6, donde se presenta el desarrollo ampliado que aparece publicado en la legislación de la Comunidad Valenciana (Orden, 2009) para los contenidos básicos relacionados con el RA1 del módulo de Aplicaciones Web que aparecen en el MECED.

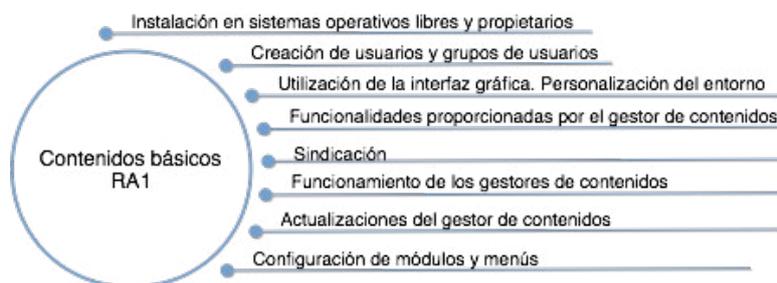


Figura 6. Contenidos del RA1 del REA WAP desarrollados según la legislación de la Comunidad Valenciana

Además de identificar tanto los contenidos básicos definidos por el MECED como los desarrollados por la comunidad autónoma correspondiente, durante esta fase también es útil la revisión de materiales curriculares editados en papel o la búsqueda de material publicado en Internet.

4. Capas de abstracción pedagógicas

El modelo del diseño inverso nos provee de un esquema genérico definido a grandes rasgos, con un bajo grado de concreción. Por esta razón, una vez se han especificado las tres fases propuestas por el diseño inverso, se debe iniciar el proceso del diseño y desarrollo del contenido de aprendizaje del REA con una granulación a un mayor nivel de detalle. Para ello, el diseñador instruccional puede apoyarse en alguno de los modelos pedagógicos existentes. En este aspecto, nosotros hemos seguido el modelo descendente de 4 capas (Figura 7) propuesto por Allert, Dhraief & Nejdli (2002). La última capa, que es la más básica y menos abstracta, es donde se ha concentrado el esfuerzo de trabajo para la creación de WAP.

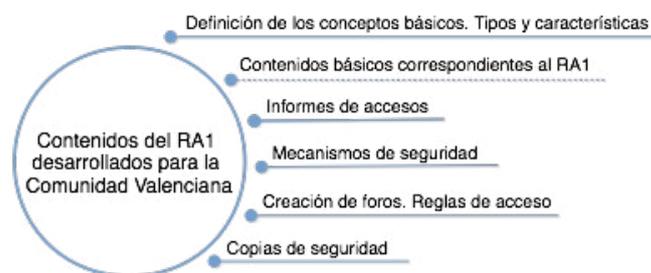


Figura 7. Modelo descendente con 4 capas de abstracción pedagógicas

Para entender este modelo de 4 capas, iremos descendiendo desde la capa con un mayor nivel de abstracción (Capa IV), donde definiremos el paradigma pedagógico en el que se asienta el REA, hasta la capa con menor nivel de abstracción (Capa I), donde mostraremos cómo se ha modelado el contenido de aprendizaje de WAP.

4.1. Capa IV - Epistemología, paradigma

En esta parte evitaremos extendernos en la descripción de las corrientes epistemológicas, de las que podemos obtener una explicación detallada en Schunk (2012). Consideramos que las diferentes corrientes epistemológicas no son mutuamente excluyentes, y que un diseño instruccional puede contemplar el uso tanto de actividades de tipo constructivista, como de otros tipos, por ejemplo, conductistas o cognitivistas. Por tanto, aunque para el caso de WAP la mayoría de actividades se han desarrollado bajo el paradigma del constructivismo, también podemos encontrar algunas actividades que se ubican dentro de los modelos del cognitivismo o del conductismo.

4.2. Capa III - Principios pedagógicos subyacentes

Cada paradigma pedagógico que se emplea en el REA tiene asociado un principio pedagógico subyacente. Desde la perspectiva constructivista (Bruner, 1996; Piaget, 2013) en la que se asientan

la mayor parte de actividades en WAP, el conocimiento es un proceso mental del ser humano, que se desarrolla internamente a medida que el individuo recibe información e interacciona con su entorno. Esta “idea-fuerza del constructivismo conduce a poner el acento en la aportación constructiva que realiza el alumno al propio proceso de aprendizaje; es decir, conduce a concebir el aprendizaje escolar como un proceso de construcción del conocimiento a partir de los conocimientos y de las experiencias previas, y la enseñanza como una ayuda a este proceso de construcción” (Coll, 1996).

4.3. Capa II - Modelos intruccionales, teorías de aprendizaje

Si aceptamos la concepción del aprendizaje según el paradigma constructivista, y por tanto admitimos que el estudiante elabora conocimiento de manera tanto individual como social –según la interpretación que este da a sus propias experiencias–, la enseñanza por parte del docente debería adaptarse a esa concepción y basarse en experiencias que promuevan la creación de conocimiento. Bajo esta misma idea, Jonassen (2000) propone un modelo instruccional denominado *Entornos de Aprendizaje Constructivista* (en adelante, EAC) donde se implica a los estudiantes en la elaboración de significado (elaboración de conocimiento). En la Figura 8 se muestran los componentes fundamentales del modelo EAC. Con este modelo se parte de “un problema, una pregunta o un proyecto como centro del entorno, con varios sistemas de interpretación y de apoyo intelectual a su alrededor” (Jonassen, 2000).

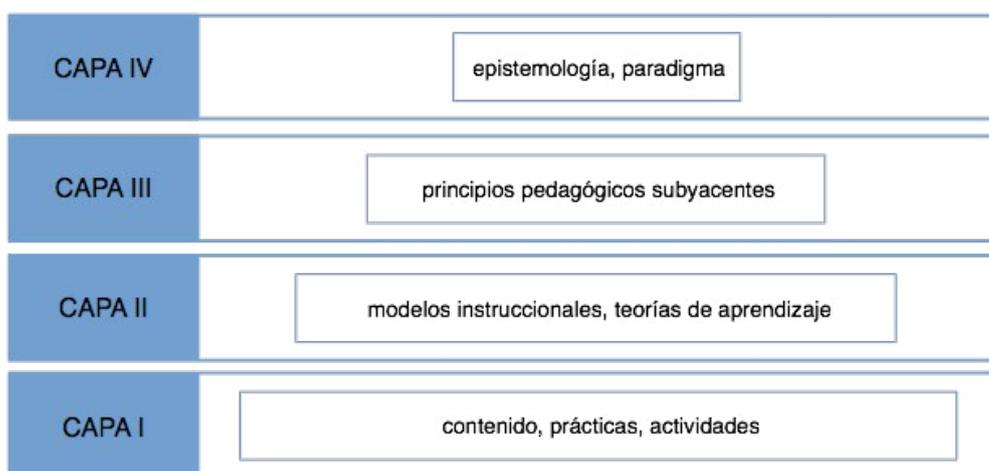


Figura 8. Modelo para el diseño de Entornos de Aprendizaje Constructivista

Para la creación de WAP se definieron 6 secuencias didácticas (Figura 9) en las que se incluía un proyecto a desarrollar en cada una de ellas. Los proyectos se extienden durante un intervalo de tiempo de media a larga duración: cuatro proyectos tienen una duración de dos semanas y media, y dos proyectos se prolongan hasta las cinco semanas. La secuencia didáctica de calentamiento de WAP (La telaraña mundial) transcurre durante las dos primeras semanas de curso y sirve para que los estudiantes se habitúen al nuevo sistema de trabajo por proyectos en el aula.

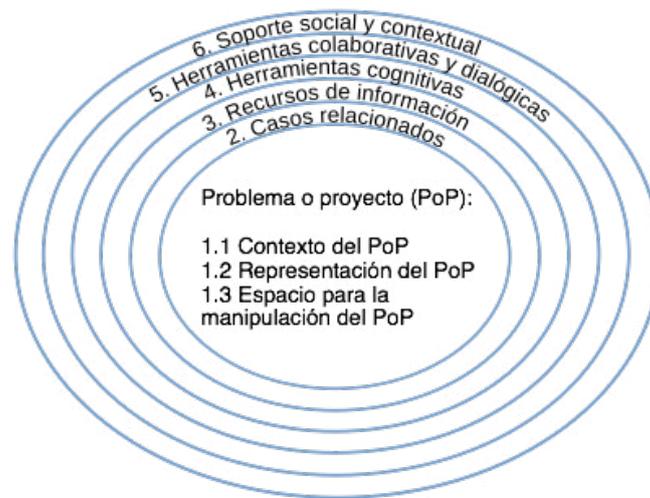


Figura 9. Secuencias didácticas y proyectos de WAP

Con el uso del modelo basado en proyectos se fomenta que los estudiantes alcancen los niveles más altos de las habilidades de pensamiento definidas en la taxonomía de Bloom (citado en Churches, 2008); de tal modo que se desplacen desde habilidades de pensamiento de orden inferior (del inglés LOTS - *Lower Order Thinking Skills*) hacia habilidades de pensamiento de orden superior (del inglés HOTS - *Higher Order Thinking Skills*).

Si revisamos tanto los resultados de aprendizaje como los criterios de evaluación que se establecen en el nivel de estudios de los ciclos formativos de grado medio –aunque aquí tratemos específicamente los de la familia de informática y comunicaciones, es extensible a ciclos de otras familias profesionales (García & Cabero, 2016)–, podremos observar que las habilidades de pensamiento en las que se concentran los verbos que aparecen en ellos se refieren al nivel de *Aplicación* o a niveles inferiores. Sin embargo, esto no es incompatible con el hecho de que puedan crearse proyectos que posibiliten al alumnado el alcanzar habilidades de pensamiento de niveles superiores, hasta llegar al nivel más alto de *Creación*. Con proyectos contextualizados y bien definidos a través de una secuencia de tareas y actividades (Larmer & Mergendoller, 2011), un estudiante puede adquirir habilidades de pensamiento de orden superior, a partir de habilidades de pensamiento de orden inferior.

4.4. Capa I - Contenido, prácticas, actividades

Es en esta última capa de abstracción, la de mayor nivel de concreción, en la que se diseña el contenido, las prácticas y las actividades que formarán parte del REA.

Las 6 secuencias didácticas de WAP tienen una organización muy similar. El contenido se estructura en dos niveles: el primer nivel corresponde a lo que hemos denominado *tarea principal* y el segundo nivel corresponde a las *actividades*. Utilizar la misma estructura jerárquica permite que el estudiante

siga un modelo conocido durante todo su proceso de aprendizaje. Siguiendo un orden cronológico, cada secuencia didáctica se compone de las siguientes actividades (Figura 10):

- Actividad de captación. En primer lugar se capta la atención del estudiante mediante el uso de actividades de diversa tipología (por ejemplo: emparejar términos), que adelantan los contenidos conceptuales. Para ello, en WAP habitualmente se han creado esta tipología de actividades con las herramientas que se proporcionan en la web LearningApps.
- Actividad de contenido. Tras la actividad de captación, se incluye uno o varios vídeos donde se explican los conceptos principales, que permiten que el estudiante se familiarice con el vocabulario del tema a tratar. Para ello, utilizamos algún repositorio de vídeos, como por ejemplo YouTube.
- Actividad de refuerzo. Cuando el estudiante debe abordar temáticas con conceptos que requieren mayor tiempo para su asimilación, se vuelven a incluir de nuevo actividades creadas con LearningApps, que ayudan a reforzar el recuerdo de los conceptos mostrados en el vídeo.

Estos tres tipos de actividades: captación, contenido y refuerzo, se enmarcan dentro del dominio cognitivo del conocimiento, según sugiere la taxonomía de habilidades de pensamiento de Bloom.

- Actividad de mapa mental. Cada estudiante crea un mapa mental con los conceptos clave y sus interrelaciones sobre el contenido del vídeo visualizado. Para ello, utiliza las herramientas [bubble.us³](#) e [IHMC CMap Cloud⁴](#), aunque el estudiante tiene la posibilidad de recurrir a cualquier otra que permita la creación de mapas mentales.
- Actividad de discusión. Una vez elaborados los mapas mentales, los estudiantes los publican en [Google Classroom](#) y cada uno de ellos hace una exposición al resto de la clase.

Las actividades de mapa mental y de discusión se enmarcan en el dominio cognitivo de la comprensión, dentro de la taxonomía de Bloom.

Una vez el estudiante ha realizado este conjunto de actividades que se enmarcan en las LOTS, se continua con tres tipos de actividades que se ejecutan cíclicamente hasta finalizar la secuencia didáctica:

- Actividad de procedimiento. Se incluye uno o varios vídeos donde se explica cuál es el procedimiento para realizar una tarea práctica. Los vídeos están alojados en diferentes repositorios.
- Actividad de producción. Una vez ha visionado los vídeos de la actividad de procedimiento, el estudiante estará en disposición de aplicar ese procedimiento, como parte de la creación de su proyecto.

- Actividad de manual de usuario. La escritura de un manual de usuario permite que el estudiante tenga una referencia para utilizarla en ocasiones futuras. Además, la descripción detallada de todos y cada uno de los procesos que el estudiante realiza le sirve como refuerzo de su propio aprendizaje.

El grupo de actividades de procedimiento, producción y manual de usuario permiten que el estudiante adquiera las HOTS de la taxonomía de Bloom. En concreto, estas actividades se sitúan en los dominios cognitivos de aplicación, análisis, evaluación y creación de esta taxonomía.

ACTIVIDAD	HERRAMIENTA UTILIZADA	DOMINIO COGNITIVO
Captación	LearningApps	Conocimiento
Contenido	YouTube / Vimeo	
Refuerzo	LearningApps	
Mapa mental	bubbl.us / IHMC CMap Cloud	Comprensión
Discusión	Google Classroom	
Procedimiento	YouTube / Vimeo	Aplicación Análisis Evaluación Creación
Producción	Aplicación web objeto de estudio	
Manual de usuario	Google Docs	

Figura 10. Estructura de una secuencia didáctica de WAP

Para la evaluación del progreso del estudiante, WAP proporciona listas de control y rúbricas. Estas dos herramientas permiten tres tipos de evaluación:

1. Autoevaluación. Es recomendable que el grupo de estudiantes reciba tanto la lista de control como la rúbrica antes del comienzo de la secuencia didáctica, para que puedan evaluar su grado de progreso y nivel de calidad del trabajo realizado durante todo el desarrollo de esta.
2. Evaluación por pares. Los proyectos de un grupo son evaluados por otros grupos, a partir de las listas de control y las rúbricas suministradas.
3. Evaluación por parte del docente. El docente tiene ambos instrumentos para realizar la evaluación de los proyectos creados por los grupos de estudiantes.

Al finalizar una secuencia didáctica, el estudiante o el grupo de estudiantes están en disposición de exponer el proyecto realizado, ya sea en el aula del grupo, en algún otro espacio del centro educativo, o fuera de este. Debido a su naturaleza digital, el proyecto es un objeto accesible y replicable desde cualquier lugar y en cualquier momento.

De manera transversal a cada secuencia didáctica, el estudiante trabaja con herramientas digitales que incentivan la colaboración, la comunicación y la creatividad. Aunque puede variar –y a modo de guía para aquellos docentes y estudiantes que deseen conocer qué herramientas pueden emplearse para este tipo de tareas– WAP propone el uso de GSuite for Education¹ (Classroom, Mail, Docs, Drive, Groups, ...), como herramienta de comunicación y colaboración que ha demostrado su utilidad para este fin (Delgado Benito & Casado Muñoz, 2012), y SymbalooEDU², como herramienta de creación de un entorno personal de aprendizaje que proporciona apoyo al estudiante para que este fije sus propias metas de aprendizaje, gestione su aprendizaje, formalice los contenidos y procesos y se comunique con los demás en su proceso de aprendizaje, tal y como nos indica Cabero (2013).

5. Conclusiones

En este artículo hemos explorado el diseño de WAP, como parte del proceso de creación de un recurso educativo en abierto. Con esta propuesta en el desarrollo de diseño, se ofrece la visión detallada de cada fase en el proceso de un diseño instruccional para enseñanzas de FP. De esta manera, el recurso educativo evoluciona de ser abierto en su contenido, a serlo también en su diseño, para que este último pueda utilizarse y ser adaptado por otros.

Como resultado final, se ha obtenido un contenido de aprendizaje formado por 6 secuencias didácticas, en el que se desarrolla el currículo del módulo de Aplicaciones Web, perteneciente al título de Técnico de Sistemas Microinformáticos y Redes de los estudios de Formación Profesional Inicial. Cada secuencia didáctica se apoya en un proyecto, que hemos visto cómo –planificándolo, definiéndolo y contextualizándolo de manera adecuada– se puede diseñar actividades y tareas para permitir que el estudiante alcance habilidades de pensamiento de niveles superiores (HOTS según la terminología de Bloom), superando la barrera de habilidades de pensamiento del nivel de *Aplicación* que son las que concentran el currículo de los estudios de los ciclos formativos de grado medio, como es el que WAP desarrolla.

Algunas de las acciones a emprender en un futuro pueden encaminarse en la línea de crear un mayor número de desarrollos de diseños instruccionales en abierto, como los expuestos en el artículo que hemos presentado, para que se extiendan a otros módulos de enseñanzas de FP.

1 Sitio web oficial de GSuite for Education: <https://edu.google.com/products/productivity-tools/>

2 Sitio web oficial de SymbalooEDU: <http://symbalooedu.es/>

6. Referencias

Allert, H., Dhraief, H., & Nejdil, W. (2002). How are learning objects used in learning processes? Instructional roles of learning objects in LOM. En P. Barker & S. Rebelsky (Eds.), *Proceedings of EdMedia: World Conference on Educational Media & Technology* (pp. 40-41).

ANECA. (2013). *Guía de apoyo para la redacción, puesta en práctica y evaluación de los resultados del aprendizaje*. Recuperado de http://www.aneca.es/content/download/12765/158329/file/learningoutcomes_v02.pdf

Atkins, D. E., Brown, J. S., & Hammond, A. L. (2007). *A review of the open educational resources (OER) movement: Achievements, challenges, and new opportunities*. Recuperado de <http://www.hewlett.org/uploads/files/ReviewoftheOERMovement.pdf>

Branch, R. M., & Kopcha, T. J. (2014). Instructional design models. En J. Spector (Ed.), *Handbook of research on educational communications and technology* (pp. 77-87). New York, USA: Springer. doi: http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4614-3185-5_7

Bruner, J. (1996). *The Culture of Education*. Cambridge, USA: Harvard University Press.

Cabero, J. (2013). Los entornos personales de aprendizaje. *EDMETIC*, 2(1), 3-6.

Cabrera, J. F., & Rodríguez, A. J. (Sin fecha). *El diseño de la programación didáctica en las enseñanzas de formación profesional*. Recuperado de http://www3.gobiernodecanarias.org/medusa/campus/doc/htmls/metodologias/pdfs/El_Disenyo_Programaci%C3%B3n_Didactica_en_fp.pdf

Coll, C. (1996). Constructivismo y educación escolar: ni hablamos siempre de los mismo ni lo hacemos siempre desde la misma perspectiva epistemológica. *Anuario de psicología/The UB Journal of psychology*, 69, 153-178.

Churches, A. (2008). *Bloom's Taxonomy Blooms Digitally*. Recuperado de <http://teachnology.pbworks.com/f/Bloom%5C's+Taxonomy+Blooms+Digitally.pdf>

Delgado Benito, V., & Casado Muñoz, R. (2012). *Google Docs: Una experiencia de trabajo colaborativo en la universidad*. *Enseñanza & Teaching*, 30(1), 159-180.

García, C. J., & Cabero, J. (2016). Evolución y estado actual del e-learning en la Formación Profesional española. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 19(2), 167-191. doi: <http://dx.doi.org/10.5944/ried.19.2.15800>

Jonassen, D. (2000). El diseño de entornos constructivistas de aprendizaje. En C. Reigeluth (Ed.), *Diseño de la instrucción. Teorías y modelos* (p. 225-249). Madrid: Aula XXI Santillana.

Larmer, J., & Mergendoller, J. R. (2011). *The main course, not dessert*. Recuperado de http://www.bie.org/object/document/main_course_not_dessert

Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación. Boletín Oficial del Estado, núm. 106, de 4 de mayo de 2006. Recuperado de <https://www.boe.es/buscar/pdf/2006/BOE-A-2006-7899-consolidado.pdf>

Orden de 29 de julio 2009, por el que se establece para la Comunitat Valenciana el currículo del ciclo formativo de Grado Medio correspondiente al título de Técnico en Sistemas Microinformáticos y Redes. Orden núm. 6094, de 3 de septiembre de 2009. Recuperado de http://www.ceice.gva.es/documents/161863064/162743971/2009_9808.pdf/3bd7724d-a070-43ee-aa24-d58b2c47c5fe

Piaget, J. (2013). *The construction of reality in the child* (Vol. 82). London: Routledge.

Plotkin, H. (2010). *Free to learn: an open educational resources policy development guidebook for community college governance officials*. Recuperado de <https://wiki.creativecommons.org/images/6/67/FreetoLearnGuide.pdf>

Ramírez Montoya, M. S., & García-Peñalvo, F. J. (2015). Movimiento Educativo Abierto. *Virtualis*, 6(12), 1-13.

Real Decreto 1691, de 14 de diciembre, por el que se establece el título de Técnico en Sistemas Microinformáticos y Redes y se fijan sus enseñanzas mínimas BOE 15 § 3445 (2008).

Schunk, D. (2012). *Learning Theories: An Educational Perspective* (6th ed.). Greensboro: Pearson.

UNESCO. (2012). Declaración de París de 2012 sobre los REA. Recuperado de http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/HQ/CI/CI/pdf/Events/Spanish_Paris_OER_Declaration.pdf

Wiggins, G., & McTighe, J. (2011). *The understanding by design guide to creating high-quality units*. Alexandria: ASCD.

Hacia la educación del futuro: El pensamiento computacional como mecanismo de aprendizaje generativo

Towards the Education of the Future: Computational Thinking as a Generative Learning Mechanism

Eduardo Segredo, Gara Miranda, Coromoto León

Dpto. de Ingeniería Informática y de Sistemas, Universidad de La Laguna, Spain. {esegredo, gmiranda, cleon}@ull.edu.es

Resumen

La transformación de la educación tradicional en una educación "SMART" (del inglés, "Sensitive, Manageable, Adaptable, Responsive and Timely") implica la modernización integral de todos los procesos educativos. Para dicha transformación, la incorporación de nuevas pedagogías se vuelve imprescindible a nivel metodológico, mientras que el uso de entornos interactivos e inteligentes de aprendizaje supone un hito fundamental a nivel tecnológico. En cualquier caso, el objetivo último de esta transformación es formar y transformar a los estudiantes del futuro para que desarrollen habilidades del siglo XXI y puedan convertirse así en ciudadanos de nuestro mundo en continuo cambio. La tecnología y las computadoras son un aspecto esencial para esta modernización, no solo en términos de soporte tecnológico, sino también en términos de ofrecer nuevas metodologías para el desarrollo de nuevas pedagogías y habilidades. En este contexto, el pensamiento computacional aparece como un mecanismo prometedor para fomentar estas nuevas competencias básicas, ya que ofrece herramientas que se ajustan a los intereses del alumnado y les da la posibilidad de comprender mejor los fundamentos de nuestra sociedad y de los entornos basados en las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC). En este trabajo, planteamos la necesidad de realizar un esfuerzo para fomentar el desarrollo del pensamiento computacional como una oportunidad para transformar las pedagogías tradicionales en metodologías adaptadas al futuro. Además, presentamos una visión general sobre el pensamiento computacional y analizamos el estado actual de la educación "SMART", haciendo hincapié en la falta de metodologías que permitan apoyar esta transición. Por último, proporcionamos —a aquellos educadores interesados en conseguir un cambio real— información sobre iniciativas dedicadas a la difusión o promoción del pensamiento computacional; herramientas o materiales de apoyo para el desarrollo del pensamiento computacional entre los estudiantes; así como una síntesis de las experiencias y los resultados existentes en relación a la aplicación del pensamiento computacional en entornos educativos.

Palabras clave

Pensamiento computacional; Educación "SMART"; Resolución de problemas; Programación informática; Aprendizaje generativo

Abstract

The transformation of traditional education into a *Sensitive, Manageable, Adaptable, Responsive and Timely* (SMART) education involves the comprehensive modernisation of all educational processes. For such a transformation, smart pedagogies are needed as a methodological issue while smart learning environments represent the technological issue, both having as an ultimate goal to cultivate smart learners. Smart learners need to develop 21st century skills so that they can become into smart citizens of our changing world. Technology and computers are an essential aspect for this modernisation, not only in terms of technological support for smart environments but also in terms of offering new methodologies for smart pedagogy and the development of smart skills. In this context, computational thinking appears as a promising mechanism to encourage core skills since it offers tools that fit learners' interests and gives them the possibility to better understand the foundations of our ICT-based society and environments. In this work, we raise to make an effort to encourage the development of computational thinking as an opportunity to transform traditional pedagogies to smarter methodologies. We provide a general background about computational thinking and analyse the current state-of-the-art of smart education, emphasizing that there is a lack of smart methodologies which can support the training of 21st century smart skills. Finally, we provide —to those educators interested in pursuing the philosophy of smart education— information about initiatives devoted to the dissemination or promotion of computational thinking; existing tools or materials which support educators for the development of computational thinking among the students; and previous experiences and results about the application of computational thinking in educational environments.

Keywords

Computational thinking; SMART education; Problem solving; Computer programming; Generative learning

Recepción: 25-04-2017

Revisión: 10-05-2017

Aceptación: 25-05-2017

Publicación: 30-06-2017

1. Introduction

Moving towards the education of the future involves a comprehensive modernization of all educational processes. Such a modernization implies the introduction of smart technologies, systems and devices with the aim of creating new opportunities for academic and training organizations in terms of higher standards and innovative approaches. Most of this modernization is the result of the rapid development of Computer Science fields. However, Computer Science drives innovation throughout the world economy, but it remains marginalized throughout the current education systems. It is necessary to disseminate the real benefits of learning Computer Science in children and young students, focusing primarily on skills and competences developed since it will improve the future access to the labor market, regardless of the profession or sector involved. Nowadays, in our digital economy, it is not enough to be a technological consumer or user, so it is essential to train students –at pre-university and university levels– to be active citizens and creators in a technology-driven society. Citizens of the future must have full confidence in the tools and technologies involved in a smart environment.

In order to perform such a transformation, many initiatives have been launched to promote Computer Science and programming among the population, especially among children and young people. Learning how to program a computer has many benefits for those who practice it, but the highlight is that it helps people to think about solving problems. That is the reason why a new approach to education is being developed currently –at all education levels– for including “*computational thinking*” as an essential element of the curricula. In this paper, the foundations and basic concepts about computational thinking will be presented. Some of the most successful and global initiatives for the dissemination of Computer Science and computational thinking will be also introduced since they could serve as a starting point for those interested on the development of these skills among students. Finally, special attention will be paid to the existing tools which have been specifically designed for teaching students the basics about programming. A thorough study of existing tools and experiences focused on enabling the development of computational thinking will be held and made available to professionals in the educational environments. The achievement of an appropriate education for the present times, not only requires smart devices and smart systems but also students with an appropriate training and specific skills which make them possible to manage in a smart environment.

2. Smart education

Given that computational thinking helps to promote problem solving abilities, critical thinking, and creativity, both educators and business leaders, are increasingly recognizing that it is a new basic

skill necessary for economic opportunity and social mobility. In the coming years, we should build on that progress, by offering every student the opportunity to properly develop this skill. In this sense, educational environments play a key role. From educational institutions, we should make an effort to encourage the development of computational thinking as an opportunity to transform traditional pedagogies into smarter methodologies. This way, we will be able to transform traditional education into “*SMART education*”. This term is a concept that has been gaining popularity and recognition in recent years, especially in higher education environments. In this sense, it seems natural that the related term “*smart University*” has also emerged as a key concept in the field. Since it is a relatively recent and novel research field, there are different views about it and its main concepts. Tikhomirov’s vision (Tikhomirov & Dneprovskaya, 2015) is that “Smart University is a concept that involves a comprehensive modernization of all educational processes. ... The smart education is able to provide a new university, where a set of ICT and faculty leads to an entirely new quality of the processes and outcomes of the educational, research, commercial and other university activities”. According to (Coccoli, Guercio, Maresca, & Stanganelli, 2014), smart education can be considered as the education in a smart environment supported by smart technologies, making use of smart tools and smart devices.

In order to achieve these distinctive features, technology is a fundamental and necessary element, but it is not sufficient. Technology should be a fundamental tool, but not the ultimate goal when smart education is being pursued. So, at this moment, if we want to transform the traditional education into a smart education, the implementation and use of technology itself will not be enough. In this regard, a smart educational system should offer rich, interactive, and ever-changing learning environments by exploiting the suite of technologies and services available through the Internet, by empowering individuals’ abilities and attitudes, and by encouraging them to interact and collaborate in a framework in which people are co-responsible for raising and appraising the inclination of everyone (Coccoli, et al., 2014). Such smart educational systems act in the context of smart cities, which offer smart services and applications to their citizens to enhance their quality of life. Therefore, smart education should be focused on the use of the available technologies to improve the performance of the educational institutions and to enhance the quality of their graduates.

2.1. Skills for smart citizens

When thinking about the quality and training of future graduates, it is essential to identify the set of skills to develop among learners, and try to detect suitable mechanisms to strengthen such skills. The 21st century demands skills and competence from people in order to function and live effectively at work and leisure time (Zhu, Yu, & Riezebos, 2016). As a key research in the education field, several studies (Greenstein, 2012; Trilling & Fadel, 2012) and initiatives have emerged in order to define,

classify, and promote 21st century skills. In (Trilling & Fadel, 2012), three different dimensions were identified in order to classify 21st century skills: learning and innovation skills (critical thinking and problem solving, communications and collaboration, creativity and innovation); digital literacy skills (information literacy, media literacy, *Information and Communication Technologies* (ICT) literacy); and career and life skills (flexibility and adaptability, initiative and self-direction, social and cross-cultural interaction, productivity and accountability, leadership, and responsibility). In (Zhu, et al., 2016), the authors proposed four levels of abilities in smart education that students should master to meet the needs of the modern society. These abilities are basic knowledge and core skills (reading, writing, arts, *Science, Technology, Engineering, and Mathematics* (STEM), etc.); comprehensive abilities (critical thinking and real-world problem solving); personalized expertise (master information and technology literacy, creativity, and innovation); and collective intelligence (communicate clearly and effectively, collaborate effectively and respectfully in diverse teams). The *Partnership for 21st Century Learning* (p21.org) has proposed a model based on four main components: core subjects (writing, reading, mathematics, art, etc.); learning and innovation skills (creativity, innovation, critical thinking and problem solving, and communication and collaboration); information media and technology skills (needed to manage the abundance of information and also contribute to the build of IT: information literacy, media literacy, and ICT literacy). The *North Central Regional Educational Laboratory* and the *Metiri Group* (North Central Regional Educational Laboratory and Metiri Group, 2003) suggest that 21st century skills are built on basic literacies of language and numeracy. These literacies are essential to later develop what are considered the four basic academic achievements: digital-age literacy, inventive thinking, effective communication, and high productivity. Regarding productivity skills, it involves prioritizing and planning, using real-world tools, and the ability to produce relevant high quality products.

Technology is so present in all areas of our lives, that most experts consider fundamental the inclusion of digital and ICT literacy as a basic ability for all learners and 21st century citizens. Given the importance of digital skills, the *Organization for Economic Co-operation and Development* has organized 21st century skills into different categories to potentially distinguish between those that are more strongly related to ICT from those that are not (Organisation for Economic Co-Operation and Development, 2009): ICT functional skills (that includes skills relevant to mastering the use of different ICT applications), ICT skills for learning (which include skills that combine both cognitive abilities or higher-order thinking skills with functional skills for the use and management of ICT applications), and 21st century skills which bring all those skills considered necessary in the knowledge society but where the use of ICT is not a necessary condition.

2.2. Smart pedagogies and generative learning

The newly required skills will force the educational institutions to transform and adapt in order to cope with learners' needs. It is mandatory to somehow reach integration between the education systems and the industries and organizations which are requesting multidisciplinary workers with complementary competencies and skills. As a result, in a smart environment, the curricula and the courses should also be transformed from traditional to smart, thus promoting a vision that is not limited to the simple acquisition of knowledge, but aims to create culturally qualified personnel by anticipating users' demands (Coccoli, et al., 2014). Moreover, in the context of smart education it makes no sense to train and deal with traditional learners. Smart education must be directed to *smart learners*: learners of the 21st century who are used to the new technologies and the changing world. So, if smart education involves the training of new abilities in a new type of learners by using new technologies and in the context of new curricula, it should be necessary to apply new teaching methodologies. If educators keep applying traditional training techniques, we hardly will get to different or smarter results. For this reason, in the context of smart education, it is completely necessary to implement smart pedagogies. The study of new and smart pedagogies however, is still an open research field which needs to be deeper analyzed.

Previous works have identified the importance of smart methodologies in the context of smart education. For example, in (Zhu & He, 2012) the authors stated that "the essence of smart education is to create intelligent environments by using smart technologies, so that smart pedagogies can be facilitated as to provide personalized learning services and empower learners, and thus talents of wisdom who have better value orientation, higher thinking quality, and stronger conduct ability could be fostered". In the basis of such a definition, in (Zhu, et al., 2016), three essential elements were identified in smart education: smart environments, smart pedagogy, and smart learners. This way, smart pedagogies are needed as a methodological issue, while smart learning environments represent the technological issue, both having as an ultimate goal to cultivate smart learners as results. In this sense, smart pedagogies and smart environments support the development of smart learners.

Smart pedagogies deal with learning processes that should be tailored according to the students' learning needs, including requirements, background, interests, and preferences, among others (Sampson & Karagiannidis, 2002). Interest-driven personalized learning emphasizes the interests of students and can foster intrinsic motivations, thus promoting the personalized expertise for students (Gradel, Edson, Gradel, & Edson, 2011). Smart pedagogies must also deal with new technologies and smart environments so many studies are devoted to online and cooperative learning (*Transforming American education: Learning powered by technology*, 2010). In (Zhu, et al., 2016), a set of instructional

strategies were proposed in order to accomplish new pedagogies of smart education:

- Class-based differentiated instruction: differentiated instruction is a process to approach teaching and learning for students with different abilities in the same class.
- Group-based collaborative learning: two or more people learn something together.
- Individual-based personalized learning: adjusting approach (differentiation) and connecting to the learners' interests and experiences to meet the students' needs and provide supporting to foster learning ability among individual students.
- Mass-based generative learning: generative learning involves the creation and refinement of personal mental constructions about the environments (Ritchie & Volkl, 2000).

The basic premise of *generative learning* theories is that learning occurs when learners apply appropriate cognitive processes to incoming information (Fiorella & Mayer, 2014): selecting (attending to relevant material), organizing (mentally organizing incoming material into a coherent cognitive structure) and integrating (connecting cognitive structures with each other and with relevant material activated from long-term memory). In (Fiorella & Mayer, 2014) the authors identify eight learning strategies that promote such understanding: learning by summarizing, learning by mapping, learning by drawing, learning by imagining, learning by self-testing, learning by self-explaining, learning by teaching, and learning by enacting. From our point of view, *learning by programming* should be also considered as a promising learning strategy since it is able to encompass several of the above features while representing a source of motivation and interest for learners.

Some of the aforementioned strategies can be supported by the usage of *mindtools*. Mindtools (Jonassen, 2014) are computer systems that engage students in meaningfully and constructively thinking and learning via stimulating or guiding them to interpret, analyze, synthesize, and organize knowledge during the learning process (Chu, Hwang, & Tsai, 2010). In (Jonassen, Carr, & Yueh, 1998), it is emphasized the importance of mindtools by addressing that "technologies should not support learning by attempting to instruct the learners, but rather should be used as knowledge construction tools that students learn with, not from". In this way, learners function as designers, and the computers function as mindtools for interpreting and organizing their personal knowledge (Jonassen, et al., 1998). Computer applications, such as database systems, spreadsheets, expert systems, semantic nets, video conferencing systems, multimedia and hypermedia authoring tools, programming tools, and simulation programs, among others, are potential mindtools if they are used properly (Jonassen, 2000). To help students to comprehend and organize knowledge, solve problems, and make inferences based on what they have learned, it is important to provide them the right mindtools to deal with different learning tasks or solve different types of problems at the right time and in the right context

(Chu, et al., 2010). Therefore, mindtools also play an important role in helping students to learn in smart ways (Hwang, 2014). Consequently, rather than using the power of computer technologies to disseminate information, they should be used in all subject domains as tools for engaging learners in reflective, critical thinking about the ideas they are studying (Kirschner & Wopereis, 2003).

We are interested in mindtools because they are related to helping users to think for themselves, make connections among concepts, and create new knowledge. With the usage of mindtools we can train a way of thinking about and using ICT, other technologies, learning environments, or intentional and incidental learning activities/opportunities (constructivist in nature), so that users of those tools can represent, manipulate, and reflect on what they know instead of reproducing what others tell them (Kirschner & Wopereis, 2003). Some authors however, have detected what it is called the “*technological paradox*” (Salomon, 2016): the consistent tendency of the educational system to preserve itself and its practices by the assimilation of new technologies into existing instructional practices. Technology becomes “domesticated”, which really means, that it is allowed to do precisely that which fits into the prevailing educational philosophy of cultural transmission.

Considering the opportunities that technologies offer in the field of education, we are interested in applying them not only to “*modernize*” the old methodologies, but also to implement new pedagogical strategies that better suit within a smart education. We propose the introduction of computational thinking as a tool for generative learning and a strategy to develop some of the most demanded skills for nowadays students. Computational thinking can be developed without an explicit usage of computers. However, we are interested on the development of computational thinking through computer programming foundations, since it better matches with the students’ interests and motivations.

3. Computational thinking

Computational thinking could be described as the thought processes involved in problem formulation and solutions representation, so that these solutions can be implemented by a processing information agent (either a human, a computer or combinations of both). This term became famous thanks to Wing (2006), who introduced computational thinking as a procedure that allows problem solving, designing systems, and understanding human behavior by the use of fundamental concepts of computing. The concept is relatively recent, so there is still no consensus on its definition, thus having multiple variants (Barr & Stephenson, 2011; K. Brennan & Resnick, 2012; Grover & Pea, 2013). For instance, the *International Society for Technology in Education (ISTE)*, as well as the *Computer Science Teachers Association (CSTA)*, defines computational thinking as a process for problem solving which includes at least the following dimensions:

-
- Formulate problems to allow the use of computers to solve them.
 - Organize and analyze data logically.
 - Represent data through abstractions, models and simulations.
 - Automate solutions through algorithmic thinking, i.e. through a series of orderly steps that achieve those solutions.
 - Identify, analyze and implement possible solutions in order to find the most efficient and effective combination of steps and resources.
 - Generalize the process of problem solving to wide range of problems.

Since the first appearance of the term in 2006 (Wing, 2006), computational thinking has attracted attention in the context of primary and secondary education, and not only in English-speaking countries, but also in others, such as Spain (García-Peñalvo, 2016a; 2016b; Llorens-Largo, 2015). *The National Research Council (NRC)* of the United States recommends mathematics and computational thinking as one of the eight main practices in the STEM fields (*A Framework for K-12 Science Education*, 2012). In USA, *Computer Science for All* is the President's bold new initiative "to empower all American students, from kindergarten through high school, to learn computer science and be equipped with the computational thinking skills they need to be creators, and not just consumers, in the digital economy, and to be active citizens in our technology-driven world". Many other initiatives have emerged worldwide for the dissemination of computational thinking among young people and among the population in general. This promotion is usually done from the approach of computer programming. In words of Steve Jobs: "Everybody in this country should learn how to program a computer... because it teaches you how to think".

In this sense, some of the definitions of computational thinking believe that students make use of computational thinking even when they do not use any kind of software tool. Conversely, programming itself implies that students make use of computational thinking through the construction of artefacts (Kafai & Burke, 2013; Resnick, et al., 2009). Considering computer programming as a methodology for computational thinking, in (Brennan & Resnick, 2012), three dimensions were proposed: computational concepts, computational practices, and computational perspectives. Table 1 shows a description and some examples for each of those three dimensions. They allow us to understand how students address programming learning. The knowledge of the programming language involves the syntactic, semantic, and schematic knowledge (computational concepts), as well as the strategic knowledge (computing practices).

Dimension	Description	Examples
Concepts	Concepts used by programmers	Variables, statements, etc.
Practices	Problem solving practices that arise during programming tasks	Be incremental and iterative
		Testing and debugging Reusability
		Abstraction Modularity
Perspectives	Students' knowledge about themselves, their relationships with equals, and the technological world that surrounds them	Express and question ideas about technology

Table 1. Dimensions for computational thinking

3.1. Computer programming and problem solving

Computer programming, algorithmic programming, or simply programming, is the process of designing, coding, debugging, and maintaining the source code of computer programs. The source code is written in a programming language in order to create programs that exhibit a desired behavior. Programs are usually created to address the solution of a given problem. Programmers analyze problems and define the algorithms which facilitate their solution through the usage of computers. An algorithm is a method that consists of a sequence of precise instructions for solving a given problem (Futschek, 2006). *Algorithmic thinking* is a concept strictly related to computational thinking. It is considered one of the key concepts which allow people to be fluent in the use of information technology. The NRC describes algorithmic thinking as a set of concepts that includes functional decomposition, repetition (iteration and/or recursion), organization of basic data (structures, registers, matrix, list, etc.), generalization and parameterization, algorithms vs. programs, top-down design, and refinement, among others. According to (Futschek, 2006), algorithmic thinking includes the following capabilities or competencies: 1) analyze given problems, 2) specify or represent a problem accurately, 3) find the basic and appropriate operations (instructions) to solve a given problem, 4) build an algorithm to solve the problem following the given sequence of actions, 5) think about all possible cases (special or not) of a given problem, and 6) improve the efficiency of an algorithm.

Algorithmic thinking can be understood as the pre-programming step, i.e., the analysis phase prior to the implementation of the computer program. Globally thinking about the process: there is a problem to be solved, so the programmers deeply study and analyze the problem in order to design an algorithm for its resolution, and finally, they write the source code which implements the designed algorithm. As a result, a computer program –which is able to solve the given problem– is obtained. In the field

of computer programming or software development there are a number of tools which can assist during this process of analysis, design, and implementation: software for data modelling, planning, project management, debugging, testing, etc. The usage of such a technology is not only valuable for computer programmers but also for learners who are interested on training time management, project management, team management, and decision making, among other abilities.

"Mindtools: Essential Skills for an Excellent Career" ('Mind Tools', 2016) is a web platform for training the practical, straightforward skills necessary to excel in a professional career. These skills can help learners to become exceptionally effective, thus making possible to become a great manager or leader. These skills can be trained and, if done in a proper manner, can make the very most of the opportunities open to students. According to ('Mind Tools', 2016), the most essential skills for an excellent career are leadership skills, team management, strategy tools, problem solving, decision making, project management, time management, stress management, communication skills, creativity tools, learning skills, and career skills. Many of those skills are trained when developing computer programs. Problem solving can be seen as the main task or objective, while some other issues appear necessary during the problem-solving process. In fact, problems are at the center of what many people do at work every day. Whether you are solving a problem for a client (internal or external), supporting those who are solving problems, or discovering new problems to solve, the problems you face can be large or small, simple or complex, as well as easy or difficult.

A fundamental part of every manager's role is finding ways to solve them. Therefore, being a confident problem solver is really important for a person's success. Much of that confidence comes from having a good process to use when approaching a problem (Jonassen, 2010). There are four basic steps in solving a problem ('Mind Tools', 2016): 1) defining the problem, 2) generating alternatives, 3) evaluating and selecting alternatives, and 4) implementing solutions. For the first step, it is necessary to develop communication abilities and critical thinking. Creativity is essential for the second step. Decision making is required for the third step. Finally, some abilities for the management of time, projects or teams are involved in the fourth and last steps. These general steps for problem solving can be extended to software development environments. In fact, it can be seen as a particular case of problem solving, since in this case, the unique particularity is that the implementation of solution is made through the usage of computers. Therefore, those involved in computer programming inherently develop these skills for problem solving. As we previously mentioned, computational thinking could be described as the thought processes involved in formulating problems and representing their solutions, so that these solutions can be executed by an information processing agent. Bearing the above in mind, what has been called computational thinking is implicitly developed by those engaged in programming or the development of IT applications: the language of computers and the foundations of computers are used to talk about the universe and its processes.

What we propose in the current work is that computational thinking may be used as a more general learning methodology, not uniquely devoted to those interested in a professional career in the field of Computing, but also for every learner interested on training useful and promising skills. We propose a problem-based smart learning environment including information processing activities, scaffolding and reflection to develop both, computing practices and computational perspectives (see Table 1). For educators who are not experts on computer programming issues, the first approach to computational thinking is to find projects, initiatives, courses, materials, and tools that can help them during the process.

4. Initiatives and projects

Learning how to program a computer has many benefits for those who practice it, but the highlight is that it helps people to think about solving problems. That is the reason why a new approach to education is being developed currently –at all education levels– for including computational thinking as an essential element of the curricula. Moreover, many initiatives have been launched to promote programming among the population, especially among children and young people. For instance, we should note *TACCLE 3 – Coding* (García-Peñalvo, 2016a), a European Union Erasmus+ KA2 Programme project aimed to support primary school staff that teaches computing to 4-14 years old children. Another important initiative is *The Hour of Code* ('Code.org', 2016) is a global initiative consisting of one-hour introduction to computer science. It was designed to demystify code and show that everyone can learn the basics. The goal is not to teach everybody to become an expert computer scientist in one hour. Only one hour is enough to learn that computer science is fun and creative, that it is accessible at all ages, for all students, regardless of their background. Similar initiatives are: *Made With Code*, *Code Club*, *CoderDojo*, *Code Week*, *All you need is {C<3DE}*, and *Bebras Contest*, among others.

Computer Science for All ('Computer Science For All', 2016) is a project promoted by the White House which intends to empower a generation of American students with the computer science skills they need to thrive in a digital economy. *Google CS First* ('Google CS First', 2016) is a project which is intended to inspire kids to create with technology through free computer science clubs. Google is also promoting computational thinking by the creation and dissemination of materials and courses for educators ('Google for Education', 2016). In addition to these projects and dissemination initiatives, some tools have emerged –most of them based on visual programming languages– to allow teaching programming to non-experts users.

In computing, a *visual programming language* is any programming language that lets users create programs by manipulating program elements graphically rather than by specifying them textually. They allow users to program through visual expressions, spatial arrangements of text and graphic symbols,

used either as elements of syntax (Ralston, Reilly, & Hemmendinger, 2000). Traditional programming languages such as Java or C++ have representations that closely resemble the computer's way of thinking (Smith, Cypher, & Tesler, 2000). On the other hand, visual programming languages use representations that are closer to human language. These visual programming languages are usually less powerful than traditional languages as they are domain-specific. It is better to use visual programming languages rather than traditional programming languages to facilitate the three dimensions of computational thinking because unnecessary syntax is reduced and the commands are closer to spoken languages. Users usually need only to drag and drop command blocks (Lye & Koh, 2014). With these features, those programming tools help students to reduce the cognitive load and "allow students to focus on the logic and structures involved in programming rather than worrying about the mechanics of writing programs" (Kelleher & Pausch, 2005).

5. Tools for computational thinking

5.1. Logo

Logo (Papert, 1980) is a dialect of Lisp with much of the punctuation removed to make the syntax accessible to newbies. It was intended to allow users to explore a wide variety of topics from mathematics and science to language and music. The most well-known part of Logo is the Logo *turtle*. It began as a robotic turtle that could draw on the ground and was later replaced by a simulated actor in a two-dimensional graphical world that can move, turn, and leave trails. The turtle's directions are object-centric; if a user tells the turtle to "*forward 10*" (FD 10), it will move in its own forward direction rather than a direction defined by the screen. Logo is an interpreted language with descriptive error messages. Since Logo was the first proposal in such a field, many studies have been conducted in order to somehow measure the effects that learning programming —and thus developing computational thinking— have on the development of other cognitive abilities (Clements, 1987; Clements & Gullo, 1984; Miller, Kelly, & Kelly, 1988; Nastasi, Clements, & Battista, 1990; Statz, 1973).

5.2. Scratch

Scratch (Maloney, Resnick, Rusk, Silverman, & Eastmond, 2010; Resnick, et al., 2009) —developed at the *Massachusetts Institute of Technology (MIT) Media Lab*— offers a visually appealing environment allowing students to learn programming without initially having to write syntactically correct code. Scratch is based on programming 2D graphical objects called sprites, set against a background called the stage. Users write scripts with graphical blocks that represent various programming constructs to

animate the sprites, make them interact amongst themselves, and change their appearances. Scratch allows students to import images and sounds, apart from creating their own media, to make media-rich projects, which can be shared by the community of users in order to create novel ones. Scratch has an easy-to-use application interface organized into panels, which are presented based on color-coded commands classified by their functionality. It uses blocks which fit into each other like toy building bricks, only when their combination is meaningful and right.

Scratch is one of the most extended tools for the introduction of programming to non-experts users (Maloney, Peppler, Kafai, Resnick, & Rusk, 2008). It is also a consolidated tool for the development of computational thinking skills (Q. Brown, et al., 2008; Ferrer-Mico, Prats-Fernández, & Redo-Sanchez, 2012; Gülbahar & Kalelioğlu, 2014).

5.3. Snap!

Snap! (Harvey, et al., 2014; 'Snap! (Build Your Own Blocks) 4.0', 2016) is a free online block-based educational programming language that allows students to create interactive stories, animations, and games, among other creations, while they also learn about mathematical and computational ideas. Snap! was inspired by Scratch, but also targets both novice and more advanced students by including and expanding Scratch's features. Snap! 4.0 is entirely browser-based with no software that needs to be installed locally.

The most important features that differentiate Snap! from Scratch include: first class functions or procedures (their mathematical foundations are called also "*Lambda calculus*"), first class lists (including lists of lists), first class sprites (in other words, prototype-oriented instance-based classless programming), and mix sprites codification of Snap! programs to Python, JavaScript, and C, among other mainstream languages.

5.4. Alice

Alice ('Alice', 2016; Conway, Pausch, Gossweiler, & Burnette, 1994; Cooper, Dann, & Pausch, 2000; Kelleher & Pausch, 2007; UVa User Interface Group, 1995) is an innovative development environment that allows three-dimensional animations to be created. At the same time, Alice is an educational tool aimed to introduce object-oriented programming concepts. Thanks to its usage, students can learn programming basic notions through the creation of animated stories and simple videogames. For doing that, different three-dimensional objects (people, animals, and vehicles, among others) are located in a virtual world, and students design a program in order to animate all those objects. There exists a variant of Alice, referred to as *Looking Glass* ('Looking Glass', 2016), which was developed by the Washington University in St. Louis. It provides some novelties with respect to Alice, such as a

set of high-definition animations, a library of three-dimensional characters and landscapes, and the possibility of creating new complex projects by reusing previously published ones, among others.

Several are the works that can be found in the related literature regarding the usage of Alice for educational purposes, and more particularly, regarding computational thinking (Tabet, Gedawy, Alshikhabobakr, & Razak, 2016).

5.5. App Inventor

App Inventor (Abelson & Friedman, 2010; 'MIT App Inventor', 2016; Xie, Shabir, & Abelson, 2015) is a visual programming tool based on blocks which allows completely functional applications for Android devices to be built. Students can program their first application in only a few hours, and build much more complex applications in a shorter period of time in comparison to the usage of traditional text-based programming languages. As it was stated by its authors, App Inventor "seeks to democratize software development by empowering all people, especially young people, to transition from being consumers of technology to becoming creators of it" ('MIT App Inventor', 2016).

With respect to the usage of App Inventor as an educational tool for promoting computational thinking, there also exist a significant number of papers published in the related literature (Maiorana, Giordano, & Morelli, 2015; Roscoe, Fearn, & Posey, 2014).

5.6. Greenfoot

Greenfoot ('Greenfoot', 2016; Henriksen & Kölling, 2004; Kölling, 2008a, 2010) is aimed to teach object-oriented programming with Java. Students create worlds where they locate different actors in order to generate different graphic-based applications, such as games, simulations, and stories, among others. There exist communities for both learners and educators. The former is called The Gallery and provides a platform to publish and discuss different projects. With respect to the latter, it is referred to as the *Greenroom* (N. Brown, Stevens, & Kölling, 2010), and it allows discussing teaching strategies, exchanging experiences and sharing resources. In Greenfoot standard textual Java code is used for coding. Greenfoot enables an easy transition into other development environments, such as *BlueJ* ('BlueJ', 2016; Kölling, 2008b), as well as into more professional programming tools.

With respect to the related literature, it is worth mentioning that the number of papers published regarding Greenfoot as a tool for promoting computational thinking is, as far as we know, almost non-existent in comparison to other tools, like Alice or App Inventor (Rick, Ludwig, Meyer, Rehder, & Schirmer, 2010). However, several papers comparing Greenfoot, Alice, and Scratch, in terms of their features, goals, and audiences have been published (Fincher & Utting, 2010; Utting, Cooper, Kölling, Maloney, & Resnick, 2010).

5.7. Pencil Code

Pencil Code (Bau & Bau, 2014; Bau, Bau, Dawson, & Pickens, 2015; 'Pencil Code', 2016) allows drawing art, playing music, and creating games by means of a collaborative programming site. In addition it can also be used to experiment with mathematical functions, geometry, graphing, webpages, simulations, and algorithms. Although Pencil Code mainly focuses on the language *CoffeeScript* ('CoffeeScript', 2016), it can also be used for learning JavaScript, HTML, and CSS. It is worth mentioning the wide range of useful reference materials and examples that are provided at the Pencil Code website. Educators have a large number of printable classroom materials at their disposal, as well as the Pencil Code teacher's manual.

Taking into account that Pencil Code is one of the most recently proposed tools, literature regarding the usage of this tool for promoting computational thinking is almost non-existent (Weintrop, 2015).

5.8. AgentSheets and AgentCubes

AgentSheets ('AgentSheets', 2016; Alex Repenning, 1993) is a tool that allows students to create agent-based computational science applications, simulations, and games, and share them online. At the same time, it may be used to teach computer science concepts and logic, as well as to promote computational and algorithmic thinking. In a similar way, *AgentCubes* ('AgentCubes', 2016; Ioannidou, Repenning, & Webb, 2009; A. Repenning & Ioannidou, 2006) provides the mechanisms required for creating three-dimensional shapes. Those shapes can be then programmed, turned into games, and published online. We should note that, in opposition to the approaches introduced in previous sections, which are free, complete versions of AgentSheets and AgentCubes must be purchased, although there is available a trial version of AgentSheets, as well as a free lite version of AgentCubes. Finally, a completely online version of AgentCubes, termed as AgentCubes online ('AgentCubes online', 2016), can also be found.

In the cases of AgentSheets and AgentCubes, there exist a noticeable number of publications in regard to their usage to develop computational thinking, and more generally, for educational purposes. For a complete list of publications, the reader is referred to ('AgentSheets', 2016).

5.9. AgentSheets and AgentCubes

The aforementioned tools are ideal for introducing computational thinking —and programming main foundations— to young people and adults and, of course, at different education stages. However, when dealing with younger students (especially children under 10), it is necessary to have other tools that

are better suited to their needs. In such a case, there are some available apps, games, and educative tools as: *Kodable, Cargobot, ScratchJr, LightbotJr, Robot Turtles, Hopscotch, Lightbot, Kodu, Gamestar Mechanic, GameMaker, My Robot Friend, SpaceChem, CodeCombat, Minecraft.edu*, etc. At the same time, other tools involve the usage of hardware, thus becoming much more attractive for students: *Raspberry Pi, Hummingbird Robotics Kit, Lego® Mindstorms, Dash and Dot, and Sphero and Ollie*, among others. In most cases they are based on programming robots.

6. Discussion

A comprehensive research has been conducted in order to detect existing initiatives, projects and tools which can support the development of computational thinking. However, when first approach is done to a field, it is important to have a general and global view about alternatives and its features. Table 2 shows a comparison of some of the most important tools we have analyzed in the previous section. The following dimensions have been selected:

Free software: indicates whether the tool has been released under some free software license or, on the contrary, if a license has to be purchased.

- Online tool: shows if the tool can be accessed and used through a navigator or if it has to be installed on a computer.
- Online repository available: is there any online repository where users can upload their projects in order to share them with the community?
- Project reusability/remixing: can users download projects from an online repository and use them as the starting point for their new creations?
- Learning difficulty: this dimension is related to the learning difficulty of the tool. Three different levels have been established (low, medium, and high).
- Block-based/Text-based/Both: indicates if the tool allows users to program through blocks, text, or if both options are available.
- Target programming language: this dimension shows if the tool is aimed at teaching a specific programming language.

It can be observed that the number of free software tools is much higher than the number of tools which have to be purchased. The above shows the tendency to make tools that promote computational thinking abilities available to the largest possible amount of people. After all, computational thinking should be viewed as a general approach for problem solving, and it should not be only applied by

computer scientists or developers. Another advantage of free software tools is they may be altered by the community with the aim of improving them and making them more powerful. At the same time, Table 2 also shows how the tendency is to provide online tools with online repositories where users can share their creations, as well as download them to start new projects.

With respect to the learning difficulty, and generally speaking, block-based tools are easier to learn and use than text-based ones, with the exception of Logo. Although Logo is a text-based tool, it provides a set of very intuitive commands which makes its learning and usage very straightforward. It is worth mentioning the case of Blockly, which is a library to create visual programming languages. Therefore, its learning difficulty is much higher than the remaining tools, since it is aimed at developers rather than learners who want to develop their computational thinking abilities. Finally, we should note that Pencil Code is the only tool that provides both block-based and text-based programming modes. Moreover, only a few tools are aimed at teaching specific programming languages: Logo and Pencil Code.

	Free	Online tool	Online repository available	Project reusability / remixing	Learning difficulty	Block-based / Text-based / Both	Target programming language
Logo (Turtle Academy)	✓	✓	✓	×	Low	Text-based	Lisp (dialect)
Scratch	✓	✓	✓	✓	Low	Block-based	N/A
Snap!	✓	✓	×	×	Low	Block-based	N/A
Alice	✓	×	×	×	Medium	Block-based	N/A
Looking Glass	✓	×	✓	✓	Medium	Block-based	N/A
App Inventor	✓	✓	✓	✓	Low	Block-based	N/A
Greenfoot	✓	✓	✓	✓	High	Text-based	Java
Pencil Code	✓	✓	✓	✓	Low	Both	CoffeeScript, JavaScript, HTML, CSS
AgentSheets	×	✓	✓	×	Medium	Block-based	N/A
AgentCubes	×	✓	✓	×	Medium	Block-based	N/A
AgentCubes Online	✓	✓	✓	✓	Medium	Block-based	N/A

Table 2. Comparison of tools that promote the development of computational thinking abilities depending on different features

7. Conclusions and future steps

Many initiatives have arisen to encourage the presence of computational thinking in primary and secondary classes (Lye & Koh, 2014). However, not so many countries have made a clear position about introducing computational thinking in the curricula. From our point of view, computational thinking could also bring many benefits to pedagogical methodologies. The achievement of smart education not only requires smart devices and smart systems but also students with an appropriate training and specific skills which make them possible to manage in a smart environment. For this reason, we have performed a deep analysis about computational thinking and its possibilities for developing a “smart” and higher-quality education for the citizens of the future.

The research carried out, as well as the obtained findings and outcomes enable us to extract the following conclusions:

- For developing more powerful and helpful learning environments, it is not enough to incorporate new technologies, but it is also mandatory to introduce new learning criteria and methodologies.
- “*Being smart*” should not be confused with “*being digital*”, i.e., the ICT infrastructures are the means, not the end, so it is not enough to train learners on the usage of isolate computer programs. In our digital economy, it is not enough to be a technological consumer or user, it is necessary to be active citizens and creators.
- Computational thinking provides a new opportunity for training 21st century skills and for developing new learning strategies.
- This work provides a thorough review of existing projects, initiatives, tools, and experiences whose objective is focused on the development of computational thinking abilities. The idea was to provide a comprehensive and detailed vision for those interested in introducing computational thinking into their education environments.

As shown in the current work, there are many resources and tools which can help us to promote computational thinking among learners. However, it would be also interesting to measure how the training on computational thinking impacts on the students’ development. It is important to measure not only the development of computational thinking, but also the impact this can have on overall skill capacities for solving problems in any field. It is not trivial at all to get a measure of the development of computational thinking, but much less trivial is to establish a relationship among the effects that this development may have on other cognitive abilities of the individual. Consequently, it would be worth designing and carrying out qualitative and quantitative analyses about how the development

of computational thinking influences the improvement of general skills and the ability to understand, model, and solve problems.

8. References

A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas. (2012). Washington, D.C.: National Academies Press. Retrieved from <http://nap.edu/catalog/13165>

Abelson, H. & Friedman, M. (2010). App Inventor--A view into learning about computers through building mobile applications. In *Proceedings of the 2010 SIGCSE Symposium*.

AgentCubes. (2016). Retrieved 25 September 2016, from <http://www.agentcubes.com/>

AgentSheets. (2016). Retrieved 25 September 2016, from <http://www.agentsheets.com/index.html>

Alice. (2016). Retrieved 23 September 2016, from <http://www.alice.org/index.php>

Barr, V., & Stephenson, C. (2011). Bringing Computational Thinking to K-12: What is Involved and What is the Role of the Computer Science Education Community? *ACM Inroads*, 2(1), 48-54. doi: <http://dx.doi.org/10.1145/1929887.1929905>

Bau, D., & Bau, D. A. (2014). A Preview of Pencil Code: A Tool for Developing Mastery of Programming. In *Proceedings of the 2nd Workshop on Programming for Mobile & Touch* (pp. 21-24). New York, NY, USA: ACM. doi: <http://dx.doi.org/10.1145/2688471.2688481>

Bau, D., Bau, D. A., Dawson, M., & Pickens, C. S. (2015). Pencil Code: Block Code for a Text World. In *Proceedings of the 14th International Conference on Interaction Design and Children* (pp. 445-448). New York, NY, USA: ACM. doi: <http://dx.doi.org/10.1145/2771839.2771875>

BlueJ. (2016). Retrieved 25 September 2016, from <http://bluej.org/>

Brennan, K., & Resnick, M. (2012). *New frameworks for studying and assessing the development of computational thinking*. Presented at the Annual American Educational Research Association Meeting, Vancouver, Canada. Retrieved from http://web.media.mit.edu/~kbrennan/files/Brennan_Resnick_AERA2012_CT.pdf

Brown, N., Stevens, P., & Kölling, M. (2010). Greenroom: A Teacher Community for Collaborative Resource Development. In *Proceedings of the Fifteenth Annual Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education* (pp. 305-305). New York, NY, USA: ACM. doi: <http://dx.doi.org/10.1145/1822090.1822181>

Brown, Q., Mongan, W., Kusic, D., Garbarine, E., Fromm, E., & Fontecchio, A. (2008). *Computer Aided Instruction as a Vehicle for Problem Solving: Scratch Boards in the Middle Years Classroom*. Presented at the 2008 Annual Conference & Exposition. Retrieved from <https://peer.asee.org/computer-aided-instruction-as-a-vehicle-for-problem-solving-scratch-boards-in-the-middle-years-classroom>

Chu, H.-C., Hwang, G.-J., & Tsai, C.-C. (2010). A knowledge engineering approach to developing mindtools for context-aware ubiquitous learning. *Computers & Education*, *54*(1), 289-297. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.compedu.2009.08.023>

Clements, D. H. (1987). Longitudinal Study of the Effects of Logo Programming on Cognitive Abilities and Achievement. *Journal of Educational Computing Research*, *3*(1), 73-94. doi: <http://dx.doi.org/10.2190/RCNV-2HYF-60CM-K7K7>

Clements, D. H., & Gullo, D. F. (1984). Effects of computer programming on young children's cognition. *Journal of Educational Psychology*, *76*(6), 1051-1058. doi: <http://dx.doi.org/10.1037/0022-0663.76.6.1051>

Coccoli, M., Guercio, A., Maresca, P., & Stanganelli, L. (2014). Smarter universities: A vision for the fast changing digital era. *Journal of Visual Languages & Computing*, *25*(6), 1003-1011. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jvlc.2014.09.007>

Code.org. (2016). Retrieved 26 September 2016, from <https://code.org/>

CoffeeScript. (2016). Retrieved 25 September 2016, from <http://coffeescript.org/>

Computer Science For All. (2016, January 30). Retrieved 29 September 2016, from <https://www.whitehouse.gov/blog/2016/01/30/computer-science-all>

Conway, M., Pausch, R., Gossweiler, R., & Burnette, T. (1994). Alice: A Rapid Prototyping System for Building Virtual Environments. In *Proceedings of Conference Companion on Human Factors in Computing Systems* (pp. 295-296). New York, NY, USA: ACM. doi: <http://dx.doi.org/10.1145/259963.260503>

Cooper, S., Dann, W., & Pausch, R. (2000). Alice: A 3-D Tool for Introductory Programming Concepts. *Journal of Computing in Small Colleges*, *15*(5), 107-116.

Ferrer-Mico, T., Prats-Fernàndez, M. À., & Redo-Sanchez, A. (2012). Impact of Scratch Programming on Students' Understanding of Their Own Learning Process. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, *46*, 1219-1223. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.05.278>

Fincher, S., & Utting, I. (2010). Machines for Thinking. *Trans. Comput. Educ.*, *10*(4), 13:1-13:7. doi: <http://dx.doi.org/10.1145/1868358.1868360>

Fiorella, L., & Mayer, R. E. (2014). *Learning as a Generative Activity: Eight Learning Strategies that Promote Understanding*. Cambridge University Press. Retrieved from <http://www.cambridge.org/es/academic/subjects/psychology/educational-psychology/learning-generative-activity-eight-learning-strategies-promote-understanding?format=AR&isbn=9781316258576#contentsTabAnchor>

Futschek, G. (2006). Algorithmic Thinking: The Key for Understanding Computer Science. In R. T. Mittermeir (Ed.), *Informatics Education - The Bridge between Using and Understanding Computers* (pp. 159-168). Berlin Heidelberg: Springer. doi: http://dx.doi.org/10.1007/11915355_15

García-Peñalvo, F. J. (2016a). A brief introduction to TACCLE 3 - coding European project. In 2016 International Symposium on Computers in Education (SIIE) (pp. 1-4). doi: <http://dx.doi.org/10.1109/SIIE.2016.7751876>

García-Peñalvo, F. J. (2016b). What Computational Thinking Is. *Journal of Information Technology Research, 9*(3), v-viii.

Google CS First. (2016). Retrieved 29 September 2016, from <https://www.cs-first.com/>

Google for Education. (2016). Retrieved 29 September 2016, from www.google.com/edu/resources/programs/exploring-computational-thinking/

Gradel, K., Edson, A. J., Gradel, K., & Edson, A. J. (2011). Cooperative Learning: Smart Pedagogy and Tools for Online and Hybrid Courses. *Journal of Educational Technology Systems, 39*(2), 193-212. doi: <http://dx.doi.org/10.2190/ET.39.2.i>

Greenfoot. (2016). Retrieved 25 September 2016, from <http://www.greenfoot.org/door>

Greenstein, L. M. (2012). *Assessing 21st Century Skills: A Guide to Evaluating Mastery and Authentic Learning* (1st edition). Thousand Oaks: Corwin.

Grover, S., & Pea, R. (2013). Computational Thinking in K-12 A Review of the State of the Field. *Educational Researcher, 42*(1), 38-43. doi: <http://dx.doi.org/10.3102/0013189X12463051>

Gülbahar, Y., & Kalelioğlu, F. (2014). The Effects of Teaching Programming via Scratch on Problem Solving Skills: A Discussion from Learners' Perspective. *Informatics in Education, 13*(1), 33-50.

Harvey, B., Garcia, D. D., Barnes, T., Titterton, N., Miller, O., Armendariz, D., ... Paley, J. (2014). Snap! (Build Your Own Blocks). In *Proceedings of the 45th ACM Technical Symposium on Computer Science Education* (pp. 749-749). New York, NY, USA: ACM. doi: <http://dx.doi.org/10.1145/2538862.2539022>

Henriksen, P., & Kölling, M. (2004). Greenfoot: Combining Object Visualisation with Interaction. In *Companion to the 19th Annual ACM SIGPLAN Conference on Object-oriented Programming*

Systems, Languages, and Applications (pp. 73-82). New York, NY, USA: ACM. doi: <http://dx.doi.org/10.1145/1028664.1028701>

Hwang, G.-J. (2014). Definition, framework and research issues of smart learning environments - a context-aware ubiquitous learning perspective. *Smart Learning Environments*, 1, Article 4. doi: <https://doi.org/10.1186/s40561-014-0004-5>

Ioannidou, A., Repenning, A., & Webb, D. C. (2009). AgentCubes: Incremental 3D end-user development. *Journal of Visual Languages & Computing*, 20(4), 236-251. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jvlc.2009.04.001>

Jonassen, D. H. (2000). *Computers as Mindtools for Schools, Engaging Critical Thinking*. Upper Saddle River, New Jersey: Prentice-Hall.

Jonassen, D. H. (2010). *Learning to Solve Problems: A Handbook for Designing Problem-Solving Learning Environments*. New York, USA: Taylor & Francis.

Jonassen, D. H. (2014). Mindtools (Productivity and Learning). In R. Gunstone (Ed.), *Encyclopedia of Science Education* (pp. 1-7). Netherlands: Springer. doi: https://doi.org/10.1007/978-94-007-6165-0_57-1

Jonassen, D. H., Carr, C., & Yueh, H.-P. (1998). Computers as Mindtools for Engaging Learners in Critical Thinking. *TechTrends*, 43(2), 24-32. doi: <https://doi.org/10.1007/BF02818172>

Kafai, Y. B., & Burke, Q. (2013). Computer Programming Goes Back to School. *Phi Delta Kappan*, 95(1), 61-65. doi: <https://doi.org/10.1177/003172171309500111>

Kelleher, C., & Pausch, R. (2005). Lowering the Barriers to Programming: A Taxonomy of Programming Environments and Languages for Novice Programmers. *ACM Comput. Surv.*, 37(2), 83-137. doi: <https://doi.org/10.1145/1089733.1089734>

Kelleher, C., & Pausch, R. (2007). Using Storytelling to Motivate Programming. *Commun. ACM*, 50(7), 58-64. doi: <https://doi.org/10.1145/1272516.1272540>

Kirschner, P., & Wopereis, I. G. J. H. (2003). Mindtools for teacher communities: A European perspective. *Technology, Pedagogy and Education*, 12(1), 105-124. doi: <https://doi.org/10.1080/14759390300200148>

Kölling, M. (2008a). Greenfoot: A Highly Graphical Ide for Learning Object-oriented Programming. In *Proceedings of the 13th Annual Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education* (pp. 327-327). New York, NY, USA: ACM. doi: <https://doi.org/10.1145/1384271.1384370>

Kölling, M. (2008b). Using BlueJ to Introduce Programming. In J. Bannedsen, M. E. Caspersen, & M. Kölling (Eds.), *Reflections on the Teaching of Programming* (pp. 98-115). Berlin Heidelberg: Springer. doi:

https://doi.org/10.1007/978-3-540-77934-6_9

Kölling, M. (2010). The Greenfoot Programming Environment. *Trans. Comput. Educ.*, *10*(4), 14:1-14:21. doi: <https://doi.org/10.1145/1868358.1868361>

Llorens-Largo, F. (2015). Dicen por ahí. . . que la nueva alfabetización pasa por la programación. *ReVisión*, *8*(2), 11-14.

Looking Glass. (2016). Retrieved 23 September 2016, from <https://lookingglass.wustl.edu/>

Lye, S. Y., & Koh, J. H. L. (2014). Review on teaching and learning of computational thinking through programming: What is next for K-12? *Computers in Human Behavior*, *41*, 51-61. doi: <https://doi.org/10.1016/j.chb.2014.09.012>

Maiorana, F., Giordano, D., & Morelli, R. (2015). Quizly: A live coding assessment platform for App Inventor. In *2015 IEEE Blocks and Beyond Workshop* (pp. 25-30). doi: <https://doi.org/10.1109/BLOCKS.2015.7368995>

Maloney, J. H., Peppler, K., Kafai, Y., Resnick, M., & Rusk, N. (2008). Programming by Choice: Urban Youth Learning Programming with Scratch. In *Proceedings of the 39th SIGCSE Technical Symposium on Computer Science Education* (pp. 367-371). New York, NY, USA: ACM. doi: <http://dx.doi.org/10.1145/1352135.1352260>

Maloney, J., Resnick, M., Rusk, N., Silverman, B., & Eastmond, E. (2010). The Scratch Programming Language and Environment. *Trans. Comput. Educ.*, *10*(4), 16:1-16:15. doi: <https://doi.org/10.1145/1868358.1868363>

Miller, R. B., Kelly, G. N., & Kelly, J. T. (1988). Effects of Logo computer programming experience on problem solving and spatial relations ability. *Contemporary Educational Psychology*, *13*(4), 348-357. doi: [https://doi.org/10.1016/0361-476X\(88\)90034-3](https://doi.org/10.1016/0361-476X(88)90034-3)

Mind Tools: Essential Skills for an Excellent Career. (2016). Retrieved 29 September 2016, from <http://www.mindtools.com/>

MIT App Inventor. (2016). Retrieved 23 September 2016, from <http://appinventor.mit.edu/explore/>

Nastasi, B. K., Clements, D. H., & Battista, M. T. (1990). Social-cognitive interactions, motivation, and cognitive growth in Logo programming and CAI problem-solving environments. *Journal of Educational Psychology*, *82*(1), 150-158. doi: <https://doi.org/10.1037/0022-0663.82.1.150>

North Central Regional Educational Laboratory and Metiri Group. (2003). 21st Century Skills: Literacy in the Digital Age. Retrieved from <http://pict.sdsu.edu/engauge21st.pdf>

Organisation for Economic Co-Operation and Development. (2009). *21st Century Skills and Competences for New Millennium Learners in OECD Countries* (EDU Working paper No. 41). Retrieved from [http://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=EDU/WKP\(2009\)20&doclanguage=en](http://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=EDU/WKP(2009)20&doclanguage=en)

Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, Computers, and Powerful Ideas*. New York, NY, USA: Basic Books, Inc.

Pencil Code. (2016). Retrieved 25 September 2016, from <https://pencilcode.net/>

Ralston, A., Reilly, E. D., & Hemmendinger, D. (2000). *Encyclopedia of Computer Science* (4th ed.). Hoboken, NJ, USA: Wiley.

Repenning, A. (1993). Agentsheets: A Tool for Building Domain-oriented Visual Programming Environments. In *Proceedings of the INTERACT '93 and CHI '93 Conference on Human Factors in Computing Systems* (pp. 142-143). New York, NY, USA: ACM. doi: <http://dx.doi.org/10.1145/169059.169119>

Repenning, A., & Ioannidou, A. (2006). AgentCubes: Raising the Ceiling of End-User Development in Education through Incremental 3D. In *Visual Languages and Human-Centric Computing (VL/HCC'06)* (pp. 27-34). doi: <https://doi.org/10.1109/VLHCC.2006.7>

Resnick, M., Maloney, J., Monroy-Hernández, A., Rusk, N., Eastmond, E., Brennan, K., ... Kafai, Y. (2009). Scratch: Programming for All. *Commun. ACM*, 52(11), 60-67. doi: <https://doi.org/10.1145/1592761.1592779>

Rick, D., Ludwig, J., Meyer, S., Rehder, C., & Schirmer, I. (2010). Introduction to Business Informatics with Greenfoot Using the Example of Airport Baggage Handling. In *Proceedings of the 10th Koli Calling International Conference on Computing Education Research* (pp. 68-69). New York, NY, USA: ACM. doi: <https://doi.org/10.1145/1930464.1930474>

Ritchie, D., & Volkl, C. (2000). Effectiveness of Two Generative Learning Strategies in the Science Classroom. *School Science and Mathematics*, 100(2), 83-89. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.2000.tb17240.x>

Roscoe, J. F., Fearn, S., & Posey, E. (2014). Teaching Computational Thinking by Playing Games and Building Robots. In *2014 International Conference on Interactive Technologies and Games (iTAG)* (pp. 9-12). doi: <https://doi.org/10.1109/iTAG.2014.15>

Salomon, G. (2016). It's Not Just the Tool but the Educational Rationale that Counts. In E. Elstad (Ed.), *Educational Technology and Polycontextual Bridging* (pp. 149-161). Rotterdam, The Netherlands: SensePublishers. doi: https://doi.org/10.1007/978-94-6300-645-3_8

Sampson, D., & Karagiannidis, C. (2002). Personalised Learning: Educational, Technological and Standardisation Perspective. *Interactive Educational Multimedia*, 4, 24-39.

Smith, D. C., Cypher, A., & Tesler, L. (2000). Programming by Example: Novice Programming Comes of Age. *Commun. ACM*, 43(3), 75-81. doi: <https://doi.org/10.1145/330534.330544>

Snap! (Build Your Own Blocks) 4.0. (2016). Retrieved 29 September 2016, from <http://snap.berkeley.edu/>

Statz, J. (1973). The Development Of Computer Programming Concepts And Problem-Solving Abilities Among Ten-Year-Olds Learning Logo. Electrical Engineering and Computer Science - Dissertations. Retrieved from http://surface.syr.edu/eecs_etd/256

Tabet, N., Gedawy, H., Alshikhabobakr, H., & Razak, S. (2016). From Alice to Python. Introducing Text-based Programming in Middle Schools. In *Proceedings of the 2016 ACM Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education* (pp. 124-129). New York, NY, USA: ACM. doi: <https://doi.org/10.1145/2899415.2899462>

Tikhomirov, V., & Dneprovskaya, N. (2015). Development of strategy for smart University. In *Open Education Global International Conference*. Banff, Canada.

Transforming American education: Learning powered by technology. (2010). (National Educational Technology Plan). Retrieved from <https://www.ed.gov/sites/default/files/NETP-2010-final-report.pdf>

Trilling, B., & Fadel, C. (2012). *21st Century Skills: Learning for Life in Our Times* (1st Ed.). San Francisco: John Wiley & Sons Inc.

Utting, I., Cooper, S., Kölling, M., Maloney, J., & Resnick, M. (2010). Alice, Greenfoot, and Scratch - A Discussion. *Trans. Comput. Educ.*, 10(4), 17:1-17:11. doi: <https://doi.org/10.1145/1868358.1868364>

UVa User Interface Group. (1995). Alice: Rapid Prototyping for Virtual Reality. *IEEE Comput. Graph. Appl.*, 15(3), 8-11. doi: <https://doi.org/10.1109/38.376600>

Weintrop, D. (2015). Blocks, text, and the space between: The role of representations in novice programming environments. In *2015 IEEE Symposium on Visual Languages and Human-Centric Computing (VL/HCC)* (pp. 301-302). doi: <https://doi.org/10.1109/VLHCC.2015.7357237>

Wing, J. M. (2006). Computational Thinking. *Commun. ACM*, 49(3), 33-35. doi: <https://doi.org/10.1145/1118178.1118215>

Xie, B., Shabir, I., & Abelson, H. (2015). Measuring the Usability and Capability of App Inventor to Create

Mobile Applications. In *Proceedings of the 3rd International Workshop on Programming for Mobile and Touch* (pp. 1-8). New York, NY, USA: ACM. doi: <https://doi.org/10.1145/2824823.2824824>

Zhu, Z.-T., & He, B. (2012). Smart Education: new frontier of educational informatization. *E-Education Research*, 12, 1-13.

Zhu, Z.-T., Yu, M.-H., & Riezebos, P. (2016). A research framework of smart education. *Smart Learning Environments*, 3(1), Article 4. doi: <http://dx.doi.org/10.1186/s40561-016-0026-2>

VirPLC: una metodología para el desarrollo de capacidades, habilidades y autoestima mediante la estimulación de la lógica con una herramienta sencilla, funcional y dinámica

VirPLC: a Methodology to Developing Capacities, Skills and Self-esteem by the Logical Stimulus with a Simple, Functional and Dynamic Tool

Antoni Ferrer Rojas

Instituto de Palamós, Girona, España, aferrer8@xtec.cat

Resumen

La proliferación de entornos de programación como Logo, Minecraft, Code o Scratch es consecuencia de la efectividad de un lenguaje gráfico para la introducción del alumnado en la programación, pero algunos de los sistemas más novedosos, como App Inventor, resultan lentos en la interacción fundamental: "haz" / "prueba". Propongo una alternativa enfocada a alumnado a partir de los 15 años. Se llama VirPLC y se orienta a algo tan funcional como el control de sistemas mediante dos pantallas: una de *software*, para programar, y una de *hardware* animado, para simular. VirPLC no pretende convertir al usuario en experto en automatización, sino facilitar un primer contacto entre el alumno y la lógica, mediante propuestas de problemas en sistemas de control prácticos, cercanos y reales como: mando de grúa, concurso de TV, alarma, puerta de supermercado, puerta de garaje, semáforo, ascensor... El/la alumno/a plantea tanto la operatividad lógica, como los requisitos de *hardware* (entradas y salidas). El *software* se trabaja de forma evolutiva y reiterada "haz" / "prueba" y consolídalo para mejorarlo. Además, permite la depuración de cada proyecto o "reto" en distintos niveles de perfeccionamiento, solidez, funcionalidad, seguridad y versatilidad. VirPLC es una alternativa que motiva al alumnado inquieto y luchador, para aplicar, tras unas nociones de Álgebra de Boole y antes de a la programación escrita, con objetos, eventos y clases. VirPLC es *freeware*, trabaja bajo Windows (desde XP hasta W10) y se puede descargar desde la WEB del autor. Al instalarlo, añade una carpeta con más de 30 ejemplos a menudo deliberadamente incompletos, junto con un minicurso con propuestas prácticas y variadas.

Palabras Clave

Innovación; metodología; lógica; funcionalidad; programación; gráfica; PLC

Recepción: 25-04-2017

Revisión: 10-05-2017

Abstract

The proliferation of programming environments such as Logo, Minecraft, Code or Scratch is a consequence of the effectiveness of a graphic language for the introduction of students in programming but, some of the newer systems, such as App Inventor, are slow in the basic interaction: "make it" / "test it". I propose an alternative for students from the age of 15. It is called VirPLC and it is oriented to something as functional as the systems control, through two screens: one with software to program and, another one with animated hardware to simulate it. VirPLC does not pretend to turn the user into an expert in automation, but to facilitate a first contact between the student and the logic world, by posing problems in practical, near and real control systems such as: crane control; TV competition; alarm; supermarket door; garage door; traffic light; lift... The student raises both the logical operativity, as well as the hardware requirements (inputs and outputs). The software works in an evolutionary and repeated way: "make it" / "test it" and consolidate to improve it. It allows the evolution in levels of greater complexity, where it is debugged until acquiring a solid "product", functional, safe, versatile and installable. VirPLC step by step "hooks" students who pursue challenges and offers an alternative to apply after some Boolean Algebra notions, and before written programming, with objects, events and classes. VirPLC is freeware, it works under Windows (from XP to W10) and can be downloaded from the author's WEB. At install time, it adds a folder with more than 30 examples often deliberately incomplete, along with a mini-course with several proposed practices.

Keywords

Innovation; logical; methodology; functionality; programming; graphic; PLC

Aceptación: 25-05-2017

Publicación: 30-06-2017

1. Introducción : crítica constructiva de la innovación por la innovación

Ante todo, para desmentir algunos tópicos y en denuncia a determinados proyectos de innovación educativa, cabe constatar la frecuencia en que se incurre en la extravagante moda de premiar proyectos de innovación simplemente por el hecho de serlo. En este proceder a menudo se suelen cometer los siguientes errores:

- Se confunde tecnología con informática, que algunos llaman TIC, otros, “Nuevas Tecnologías”, prescindiendo de la ingeniería de telecomunicaciones, omitiendo la evolución de los turborreactores, los chips de electrónica, las centrales de cogeneración... (Márquez, Garrido, & Moreno, 2006), (ORDEN 1275/2010). Se da por hecho, que hacer una tabla en una hoja de cálculo, con una *tablet*, con las capturas de peces de un municipio y su precio de mercado, es un proyecto multidisciplinar donde se adquieren competencias de matemáticas, biología, economía y tecnología... y son pocos quienes se dan cuenta de que las nuevas tecnologías son solo una herramienta más que, bien utilizada, es muy útil.
- Se dice que el profesor ya no debe enseñar, sino solamente facilitar el aprendizaje, asimilando así que todas las materias son iguales, que las posibilidades de autoaprendizaje son similares y que hay que abandonar completamente métodos anticuados, ya que explicar algo es, —hablando con clara intencionalidad peyorativa—, hacer una “clase magistral” (Luján, 2013).
- Se dice, y es un tópico, que hay profesores muy expertos en la materia, pero que no saben explicarse (Nóvoa, 2009) y nadie quiere darse cuenta de que muchos profesores simplemente no saben nada de lo que explican: basta escuchar a un biólogo explicando electromagnetismo, o a un ingeniero eléctrico hablando del plancton, algo que, en la mayoría de casos, es realmente insoportable. Quien domina un tema es porque ya le motivaba desde su infancia y lo considera más importante que nada en este mundo; por eso lo vive y lo transmite desde el hígado; y el canal de comunicación no es la boca, ni siquiera la metodología aplicada, sino los poros de la piel.
- Se supone que con la robótica se aprende de todo porque es multidisciplinar. Ciertamente es que la robótica es motivadora —y eso es importante—, y que la motivación para tomar algún camino futuro empieza a surgir a partir de los 14 años. Pero a menudo solemos inculcar a alumnos, sin bases fundamentales ni capacidad deductiva, que al construir un robot adquieren muchas capacidades. Incluso el propio profesor se autoengaña, creando unas actividades de enseñanza / aprendizaje cerradas para culminar el robot. Pero el resultado es que alumnos provenientes de ciclos formativos de grado superior, constructores quizás de robots submarinos, en la universidad

suspenden, en elevado porcentaje, asignaturas tan fundamentales como la física en unidades didácticas de electricidad, y ya no digamos asignaturas como teoría de circuitos o máquinas eléctricas o bases de programación, o cálculo... (Nieto, & Ramos, 2013).

En definitiva: con demasiada frecuencia se cree que innovar en educación es, *per se*, mejorar; que quien no innova es porque no sabe o no quiere; y se premia a quien experimenta con los alumnos, sin exigir ningún *feedback* de los resultados reales. Y es que quien lleva a cabo un proyecto educativo, lo justifica con aprobados masivos, que al final es lo que interesa a los gobiernos y representa la única unidad de medida del fracaso escolar (Caballero, 2011). No importa si el nivel que imparte el profesor es bajísimo, mientras el nivel exigido a los alumnos sea más bajo todavía.

Evitando cometer los errores mencionados, innovar tampoco es malo *per se*. Es como todo: una excelente estrategia complementaria, si se hace correctamente y en la justa proporción. Resulta entonces más que justificada la inclusión de nuevas metodologías de enseñanza / aprendizaje, que afortunadamente empiezan a ser ampliamente aceptadas, valoradas y, cada vez más, incorporadas en los diferentes currículums. Son metodologías generadoras del llamado cuarto bloque lingüístico, que consigue una plaza propia de la mano del lenguaje literario, el científico-matemático y el humanístico: el lenguaje digital, fundamentado en el pensamiento computacional y enseñanza de la programación. Un nuevo lenguaje que ofrece varios beneficios: "motiva a los alumnos a aprender, se adapta a los estilos de aprendizaje de cada alumno, facilita la explicación y la comprensión, desarrolla las habilidades sociales, abre una puerta a la exploración, promueve la competencia digital y la alfabetización mediática, desarrolla el pensamiento lógico y matemático, permite trabajar las inteligencias múltiples, facilita el trabajo autónomo de los alumnos y fomenta la creatividad" (Llorens, 2015).

A este efecto y desde hace más de doce años, el autor imparte un crédito variable optativo en cuarto curso de ESO, cuyo nombre es "informática de programación", y que, en resumen, pretende el desarrollo cognitivo de un aspecto muy importante y demasiado olvidado en el desarrollo curricular tradicional: el razonamiento lógico-deductivo y el sentido común.

El propósito de este artículo es doble: primero, ofrecer al lector una herramienta eficaz; y segundo, ofrecerle también los resultados de su aplicación durante estos doce años de experiencia.

VirPLC es un *software* libre de simulación de PLC (*Programmable Logic Controller*), con el que se puede diseñar y comprobar el funcionamiento de cualquier sistema de control. Trabaja bajo Windows (desde XP hasta W10) y se puede descargar desde la web del autor (<http://www.xtec.cat/~aferrer8/virplc.htm>). Su posibilidad de simulación inmediata permite no solo trabajar en el aula sin limitación de entrenadores, sino también practicar en casa para preparar, ampliar o reforzar alguna de las

propuestas, proyectos o retos. En la Figura 1 podemos observar las dos ventanas de trabajo: a la izquierda el entorno de programación y a la derecha, el de simulación.

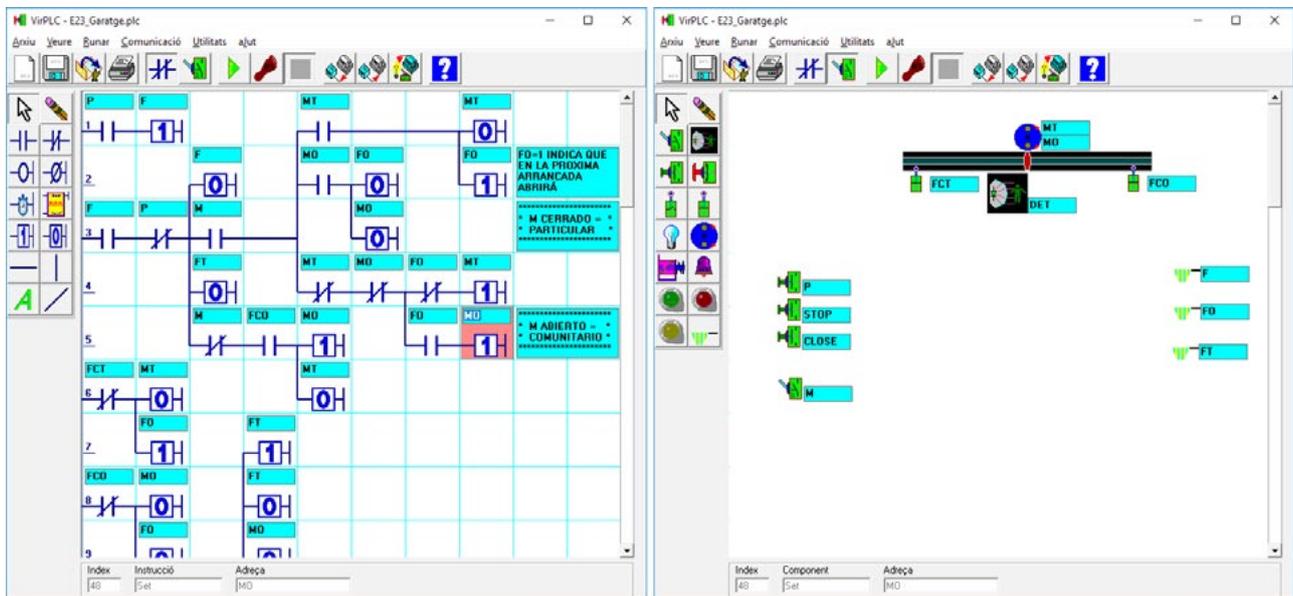


Figura 1. Ventanas de trabajo de VirPLC

2. Objetivos fundamentales de VirPLC

En el año 2005, los Ministros de Educación de la OCDE decían que: “...El desarrollo sostenible y la cohesión social dependen de forma crítica de las competencias de toda nuestra población...” (OCDE, 2005: 3). Sin embargo, para determinar cuáles son las competencias a desarrollar, hay que tener presente que la adquisición efectiva de conocimientos y destrezas a través de la enseñanza formal se convierte en una competencia cuando se transfiere a la vida cotidiana (Izquierdo, Caamaño, & Sarramona, 2016).

VirPLC es una herramienta para la introducción a la programación de sistemas. No está únicamente enfocada a los estudiantes más avanzados, sino muy especialmente a aquellos que potencialmente podrían serlo, pero que, por sus vicisitudes personales o por las exigencias específicas del sistema educativo actual, nunca lo han sido.

VirPLC es un simulador de PLC mediante un sistema de programación simbólico de diagrama de contactos, dispuestos en forma de escalera (*ladder*) en que se puede operar con diversos niveles de dificultad. Sin embargo, su propósito no es el de convertir a los alumnos/as en expertos en automatización sino, más bien, facilitar un primer contacto entre el alumno y la lógica, en este caso aplicada a la tecnología, a fin de hacerles conscientes de sus posibilidades lógico-deductivas.

En general VirPLC pretende contribuir a desarrollar las competencias básicas del ámbito científico-técnico (Izquierdo, Caamaño, & Sarramona, 2016) y a aumentar los valores de autoestima personal del alumno mediante la valoración de capacidades a menudo olvidadas y muy poco estimuladas: la lógica y el sentido común.

Y estos dos enormes retos se trabajan a partir de los siguientes objetivos generales:

- Contribuir al desarrollo del pensamiento lógico-deductivo-racional, que a menudo permanece aletargado y a punto de oxidarse en una parte muy profunda de cerebro, y que adquiere potencial para despuntar de forma abrupta a partir de los 15 años.
- Considerando que VirPLC requiere unos requisitos conceptuales previos prácticamente nulos, mejorar el sentimiento de autoestima a quien no ha podido nunca demostrar, ni demostrarse, su propia valía respecto a unas capacidades personales que nunca le han sido ponderadas ni reconocidas, para así motivar y reincorporar al sistema educativo a todo aquel alumnado que, desmotivado con la oferta educativa anterior, había abandonado todo interés.
- Hacer disfrutar al alumno en clase, mediante un aprendizaje totalmente funcional, basado en la operatividad de sistemas de control simples, que él mismo utiliza en la vida cotidiana (ascensor, puerta de supermercado, puerta de garaje...), con una tecnología atractiva, muy actual y de enorme implantación en la industria.
- Contribuir a la orientación profesional del alumno (objetivo particularmente importante si situamos esta metodología en los últimos cursos de la etapa de enseñanza secundaria obligatoria).

Además, aunque ninguno de los objetivos generales de este recurso pretende convertir a los alumnos/as en expertos en automatización, indirectamente VirPLC permite también abarcar una multitud de objetivos secundarios y mucho más específicos de la tecnología como son: Sentirse capaz de diseñar pequeños programas de automatización de sistemas elementales; Facilitar un primer contacto entre el alumno y las tecnologías de control, haciéndoles conscientes de sus enormes posibilidades y gran campo de aplicación; Adquirir la capacidad para detectar disfunciones y posibles mejoras en la secuencia operativa en un sistema; Capacitarlos para superar grandes problemas con pequeñas ideas, utilizando la lógica y el sentido común. Actitud crítica en la valoración las ventajas e inconvenientes de soluciones diversas en un mismo problema técnico o reto; Adquirir la autocrítica necesaria para valorar el resultado obtenido puede ser mejorado; Hábito de planificar ordenadamente la ejecución de las partes de un proyecto.

3. Metodología

Es más que trivial que la metodología de cualquier recurso está condicionada a sus características. Las de VirPLC son las siguientes:

- **Motivador:** Al requerir un nivel de conocimientos iniciales igual a cero, permite a aquel alumno/a que por diversas circunstancias se ha “descolgado” de la escolarización y que ha “perdido el tren”, que pronto se dé cuenta de que en este entorno puede destacar respecto de ese otro compañero/a que siempre ha sido buen/a estudiante y que siempre ha sacado las mejores notas. Este hecho le otorga un carácter fuertemente motivador ya que, en muchos casos, permite al alumno/a recuperar la confianza en sí mismo/a.
- **Funcional, significativo y cotidiano:** el control de sistemas reales comúnmente utilizados por el alumno, desde los más sencillos a los más complejos, a partir de un sistema de programación gráfico y no secuencial.
- **Interactivo:** posee un dinamismo inmediato en el continuo haz / prueba.
- **Adictivo:** a medida que vamos evolucionando en las diversas sesiones, el alumno ve más claras sus posibilidades y, en general, adopta un interés creciente ante cada reto que el profesor propone.
- **Formativo:** es especialmente interesante para aquellos alumnos que podrían orientar su futuro hacia las ciencias o las ingenierías, ya sea porque tengan intención de cursar Bachillerato Científico-técnico o prevean acceder a un Ciclo Formativo de carácter tecnológico o simplemente tengan vocación de trabajar en un entorno donde unos conocimientos básicos de programación le puedan ser útiles.

Antes de su implementación es recomendable una sesión de unas seis horas donde el profesor expone los fundamentos de Álgebra de Boole y de la lógica binaria, y donde ya se pueda detectar el nivel de capacidad intrínseca lógica del alumnado. Después es necesario invertir un par o tres de sesiones, para analizar los diversos dispositivos de entrada y salidas del mercado (interruptores, pulsadores NO / NT, finales de carrera NT, detectores, sirenas, puntos de luz, motores con dos sentidos de giro...) y donde se detalle la filosofía de los PLC.

Posteriormente, es aconsejable hacer una primera sesión, donde el alumnado descargue e instale VirPLC y su *dossier*, para concienciarlo así de que también lo puede hacer en casa. De hecho, la gran mayoría de alumnos/as se lo instala en casa y se prepara los retos que se van proponiendo en clase.

En el manual del alumno (<http://www.xtec.cat/~aferrer8/MANUAL.pdf>) se remarca que, para

introducir cada reto, primero hay que crear la necesidad provocada a partir de un problema práctico de automatización y posteriormente hay que buscar la solución que resuelve esta necesidad con un grado de posibilidades variables. Así, la metodología de aplicación en el aula puede ser muy diversa en función de las características del alumnado y de las del profesor, pero la que el autor ha testeado y aplica en el aula después de doce años de experiencia es la siguiente:

- El profesor propone un reto concreto, útil y cotidiano, que representa el control de un sistema. Este sistema empieza siendo muy cercano y en cada sesión aumenta de complejidad (por ejemplo: una alarma, un semáforo, una puerta de supermercado, un ascensor, una puerta de garaje comunitario).
- Con todo el grupo-clase se analiza y se debate los pros y contra de los diversos *modus operandi* posibles. En este punto se constata la complejidad de sistemas que cotidianamente usamos sin darnos cuenta y juntos determinamos tanto el funcionamiento, como la elección de los actuadores (salidas), así como los elementos de detección (entradas), requeridos en la pantalla de *hardware*. También a partir del debate grupo/profesor, se estipulan las posibles mejoras que determinarán los diferentes niveles de perfección y que se valorarán como Regular, Ok, Ok+, Ok++ y, a veces, Ok+++ (o solo para genios).
- Individualmente o por parejas, en función de la conveniencia al alumno y de las posibilidades del aula, el alumno/a comienza a elaborar el programa insertando las instrucciones muy paulatinamente, mediante secuencias continuas y reiteradas haz / prueba, para controlar el sistema o reto. En esta fase el profesor interviene de forma muy dosificada y se encarga de controlar y anotar los niveles adquiridos por el alumno, el cual, a menudo, solo dispone de una hora para culminar cada reto.
- A medida que se avanza, el profesor puede mostrar situaciones de conflicto que requieran mayor depuración del programa y, además, tanto el alumno como el profesor pueden aportar ideas de mejora por el sistema a controlar.
- Al finalizar cada reto o sistema de control el profesor hace una demostración práctica con el proyector, donde se ha de acabar adquiriendo la fase de máxima complejidad (Ok+++). En dicha exposición, el profesor se ayuda del alumnado de manera que esta fase “genial” se consiga con la colaboración de todos; dicho de otro modo: con la fusión de todas las mentes.

Evidentemente los primeros retos deben ser muy cerrados, muy simples y con un requerimiento mínimo de instrucciones de *software*: LOAD, LOAD NOT, OUT y OUT NOT. Posteriormente empezamos a dotar al PLC de memoria con las instrucciones SET y RSET, que se irán describiendo a medida que sean necesarias. Finalmente, con los TIMERS y los CONTADORES, dotamos al autómatas de máximas prestaciones y nos enfrentamos a sistemas de control completos, complejos y poderosos.

Por ejemplo, en una sesión avanzada de VirPLC, imaginemos que se haya propuesto realizar el control de una puerta de garaje:

- ¿Cuál es el elemento actuador principal?: Un motor que gire en dos sentidos.
- ¿Puede haber actuadores secundarios?: Sí, por ejemplo, luces que se enciendan o hagan intermitencia cuando la puerta baje (o mejor, 3 segundos antes).
- ¿Cuántos pulsadores debe haber en el interior del garaje y qué función tienen en relación a cómo esté la puerta? (Aquí se puede comprobar que el *modus operandi* de una puerta de garaje no es igual en un garaje particular que en uno colectivo, donde la puerta debe cerrar de forma automática pasado un cierto tiempo...).
- ¿Qué tenemos que poner en el exterior del garaje?
- ¿Debe haber algún dispositivo de protección o de seguridad?, ¿por ejemplo, una barrera activa de infrarrojos?, y ¿cómo ha de actuar?
- Si la puerta está temporizada para bajar automáticamente después de haber subido, ¿cuánto tiempo debe estar en espera?
- ¿Qué tendría que pasar si, cuando la puerta está levantada, alguien pulsa el pulsador interior de parada?, ¿y si está bajando?, ¿y si está subiendo?, ¿y si está parada?

En definitiva, hay que determinar, entre todos, cómo sería más lógico que actuara el sistema y dejar siempre la posibilidad de que cada uno lo personalice de forma justificada.

4. Resultados

VirPLC ya se está utilizando en varios institutos, universidades y centros educativos. Sus objetivos son muy diversos y, por tanto, también sus resultados: no es lo mismo utilizarlo en la universidad o en un ciclo formativo de grado medio o superior, con la intención expresa de servir como introducción para familiarizarse en la programación de PLC, que ofrecerlo como una materia alternativa al final de la escolarización obligatoria, con la intención, anteriormente explicitada, de estimular el alumnado mediante los desarrollo de "otras" capacidades cognitivas, en este caso la lógica pura.

Desde ya hace tiempo, en el Institut de Palamós, aprovechando el hecho de que gran cantidad de alumnos elige asignaturas optativas relacionadas con la informática, se ofrece, junto con la típica "Informática de usuario", un crédito con el nombre "Informática de programación" destinado al

alumnado más audaz y atrevido. La demanda ha sido notable y el perfil del alumnado, en referencia a los resultados obtenidos en las calificaciones de los boletines de otras asignaturas, también.

Es evidente que la valoración de los resultados es compleja, como complejo es el propio ser humano. El alumno recibe una serie de interacciones de varias materias, con las respectivas exigencias de su profesorado y de su metodología. Además, el alumno también resulta influido por la familia, por sus compañeros en clase, por sus amistades y por muchas circunstancias personales. Y no solo esto; como se indica en la crítica introductoria, no se pueden analizar resultados objetivos a partir de las notas de las evaluaciones que, por más numéricas que sean, siempre son relativas. Con todo, y siempre bajo la perspectiva y las sensaciones personales, como aplicador de VirPLC durante más de doce años, evaluó los resultados obtenidos del siguiente modo:

- Por un lado, se ha podido comprobar cómo algunos alumnos/as que no destacaban especialmente por sus resultados académicos reflejados en su boletín de notas, a menudo con entornos familiares no demasiado óptimos, pueden destacar en este nuevo ámbito, en comparación con otros alumnos/as simplemente aplicados, provenientes de entornos más concienciados con la educación. Muchas veces se trataba de alumnado con tendencia al abandono del sistema educativo y que, afortunadamente, ha continuado su formación postobligatoria en un ciclo formativo de Grado Medio o en Bachillerato.
- Por otro lado, esta oferta ha tenido mucha demanda por parte de los alumnos que ya tenían en perspectiva cursar un Ciclo Formativo Técnico o un Bachillerato Científico-tecnológico. Además, la incorporación posterior de un lenguaje de programación con *scripts* orientados a objetos y clases como el Visual Basic, C#, Java o Python, ha permitido a aquellos alumnos que, varios años después, han cursado una Ingeniería o un Ciclo Formativo Superior de carácter técnico, disponer de una ventaja abismal respecto a sus compañeros de clase y obtener excelentes resultados en materias como: algoritmos de programación, programación II y similares.

5. Conclusiones

A nadie le viene mal desarrollar la capacidad lógica deductiva ni el sentido común inherente y propio de la humanidad; al contrario, esta capacidad también nos hace crecer como personas y nos prepara mejor para enfrentar cualquier reto futuro del que nos provenga la misma vida.

Muchos alumnos han descubierto una poderosa capacidad propia que nunca han podido desarrollar de manera tan completa. Con ella han mejorado también en algo tan importante como su propia autoestima.

Así pues, sin considerar las ventajas de la inclusión en centros más concretos de formación tecnológica, recomiendo VirPLC, o cualquier otra aplicación similar basada en la programación simbólica y no secuencial, como paso introductorio a los lenguajes de programación de tipo script con bucles de control, objetos, clases, eventos y multitud de otros conceptos mucho más sofisticados.

Son del todo imprescindibles la rapidez de respuesta en la interacción haz / prueba, así como la funcionalidad y cotidianidad de los distintos retos.

Finalmente, volver a recalcar que demasiado a menudo se premia la innovación sin comparar los resultados mediante pruebas externas, como las Competencias Básicas de la ESO o las Pruebas de Acceso a la Universidad de Bachillerato. En lugar de proclamar al viento teorías pedagógicas varias, si un instituto considerado de entorno difícil, durante más de doce años de estadística, en determinadas materias tiene un resultado muy superior a la media en dichas pruebas externas, con las mismas horas lectivas y recursos que los otros institutos, ¿por qué no se pregunta a este instituto por sus metodologías, sus estrategias y sus consejos? ¿Por qué?

6. Referencias

Márquez, A. M., Garrido, M. T. & Moreno, M. C. (2006). La innovación tecnológica en la enseñanza universitaria: análisis de un caso de utilización de foro y chat. *Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa*, 5(1), 31-57.

ORDEN 1275/2010, de 8 de marzo, (BOCM 18 de marzo de 2010) por la que se implanta el proyecto de institutos de innovación tecnológica en la Comunidad de Madrid. http://www.educa2.madrid.org/web/institutos_it/ies

Luján-Mora, S. (2013). De la clase magistral tradicional al MOOC: doce años de evolución de una asignatura sobre programación de aplicaciones web. From the traditional lecture to the MOOC: twelve years of evolution of a subject about web application programming. *Revista de Docencia Universitaria*, 11, 279-300.

Nóvoa, A. (2009). Para una formación de profesores construida dentro de la profesión. *Revista de Educación*, 350, 203-218.

Nieto-Isidro, S. & Ramos-Calle, H. (2013). Uso de los errores como estrategia didáctica en el aprendizaje de las matemáticas en el nivel universitario. *Memoria de realización del Proyecto de Innovación Docente ID2013/215*, Escuela Politécnica Superior de Zamora. <http://www.elmundo.es/universidad/2004/01/27/campus/1075223354.html>

Caballero Ruiz, M. C. (2011). Fracaso escolar. Una realidad en nuestras aulas. *Revista Autodidacta*, 7(5), 154-159.

Llorens-Largo, F. (2015). Dicen por ahí. . . . que la nueva alfabetización pasa por la programación. *ReVisión*, 8(2), 11-14.

OCDE (2005). La definición y selección de competencias clave. Resumen ejecutivo.

Izquierdo, M., Caamaño, A., & Sarramona, J. (2016). Competències bàsiques de l'àmbit científicotecnològic. Generalitat de Catalunya. Departament d'Ensenyament. Direcció General d'Educació Secundària Obligatòria i Batxillerat. Barcelona: Servei de Comunicació i Publicacions. <http://ensenyament.gencat.cat/web/.content/home/departament/publicacions/colleccions/competencies-basiques/eso/eso-cientificotecnic.pdf>

Página intencionadamente en blanco

La ética como puerta a la informática en la educación primaria

Ethics as a Gateway to Computer Science in Primary Education

Juan Vicente Oltra Gutiérrez ¹, Fernando José Garrigos Simon ¹, Sofía Estelles Miquel ²

¹ Escuela Técnica Superior de Ingeniería Informática (ETSINF) - Universitat Politècnica de València, España. jvoltra@omp.upv.es, fgarrigos@doe.upv.es

² Facultad de Administración y Dirección de Empresas (FADE) - Universitat Politècnica de València, España. soesmi@omp.upv.es

Resumen

En el presente artículo se presenta una propuesta de acercamiento de la ética y la informática a estudiantes de los primeros cursos de primaria, apoyándose una en la otra, siguiendo el cauce del Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero, por el que se establece el currículo básico de la Educación Primaria. Dentro del decreto se establecen como dos de las siete competencias del currículo la competencia digital (la tercera) y también las competencias sociales y cívicas (la quinta). Dada la población de nativos digitales que están recibiendo la formación, resultaría una meta un poco más ambiciosa el poder entreverarlas para que se apoyen la una a la otra. Dentro de este ámbito, por ejemplo, nos encontramos con alguna asignatura específica como "Valores sociales y cívicos" con criterios de evaluación tales como "Emplear las nuevas tecnologías desarrollando valores sociales y cívicos en entornos seguros". Gracias a esta puerta de entrada se pueden introducir pequeñas puertas a la visión de la informática, a través de la ética, que pueden ser transversales a la totalidad de las asignaturas del currículo. La sugerencia del presente artículo pasa por enfrentar a los discentes a una visión de la tecnología desde fuera de la tecnología, desde su prisma ético, una vez esta se apaga, y la pantalla de sus móviles o tabletas quedan convertidos en un mero espejo negro.

Palabras Clave

Enseñanza primaria; Ética; TIC; niños y adolescentes

Abstract

This paper presents a proposal to bring ethics and ICT closer to students of the first courses of the primary education, supporting one in each other, following the Law "Real Decreto 126/2014, 28th of February", which establishes the basic curriculum for Primary Education. Within this Law, two of seven skills in the curriculum are established: digital skill (the third) and also social and civic skills (the fifth). Given the digital natives population who are receiving education, it would be a slightly more ambitious goal to be able to glimpse them to support one in another. In this area, for example, we find a specific subject such as "Social and Civic values" with evaluation criteria such as "Employ new technologies by developing social and civic values in safe environments". Thanks to this gateway, we can introduce small door to the vision of computer science, through ethics, which may be transversal with all subjects of the curriculum. The suggestion of the present article is to confront teachers with a vision of technology from an outside perspective, from an ethical prism, once the technology is turned it off and the mobiles or tablets screens are converted into a mere black mirror.

Keywords

Primary education; Ethics; computer science; children and adolescents

1. Introducción

Todo docente, todo ser humano que sienta su infancia más próxima al *Equipo A* que a *Dora la exploradora*, sabe que hay un verdadero abismo entre su pasado y el presente de los niños actuales. Esta verdad de Perogrullo, que ya ha sido explorada por Prensky (2001) ha cambiado el modo de acercarse a los niños desde empresas (Oltra, 2014) a las propias instituciones, pasando por el múltiple y variado campo de la docencia.

La irrupción de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (en adelante TIC) ha provocado una cadena de terremotos en todos los niveles de la enseñanza, desde preescolar a la universidad. No solo aparecen nuevas oportunidades, sino que los riesgos se presentan de forma a veces imperceptible, lo que los hace más peligrosos. Esto está presente en el día a día de nuestra sociedad, pero de forma gruesa: al analizar su efecto en la sociedad prima lo apologético, no solo a través de la prensa, sino también de nuestros políticos e incluso en ocasiones desde la universidad. Se vende la idea del horror más el error, focalizando en el caso de los niños además de en los peligros exteriores una sospecha de aislamiento, que provoca que no salgan de casa, obviando ventajas evidentes como que se les abre el acceso a las mayores bibliotecas del mundo.

Esta preocupación no es nueva. La irrupción temprana de la primera herramienta de comunicación global, la radio, ya trajo asociadas dudas como las actuales; así, apoyándonos en trabajo de Bringué y Sádaba (2009), vemos que en la década de los 30 del siglo XX una asociación de padres de la ciudad de Nueva York acusó a un programa de radio, *Ether Bogeyman*, de provocar pesadillas a sus hijos. Esto se reprodujo en la década de los 50 con la televisión y es claro precedente de temor al riesgo que las comunicaciones puedan tener sobre niños y adolescentes, sobre todo en lo referido al contenido y la conducta. Sin embargo, desde muy temprano es considerado de alto interés conseguir esa mezcla entreverada entre educación y TIC (Busnell, 1967) intentando ponderar cualidades y limitaciones, con tímidas reformas del currículo escolar.

Vivimos una simplificación más cercana a ser una ceremonia prelógica, un conjuro pseudo-religioso, antes que pensamiento crítico, pero no estamos ante un fenómeno tan nuevo como parece: hace décadas que el impacto de la informática en los individuos ha venido preocupando a pensadores y políticos. Desde el ya lejano Informe Nora Minc (Nora & Minc, 1980) que en 1976 Giscard D'Estaing encargara a Simón Nora, Inspector General de Finanzas, como un informe sobre el desarrollo de las aplicaciones de la informática como factor de transformación económico y social y así "poder promoverla y a la vez dominarla", empieza a plantearse que la relación del ser humano con la informática podría llegar a cambiar profundamente al mismo. De esa fecha datan los trabajos de

Weinzenbaum (1978) y pronto empieza a preocupar dentro de nuestras fronteras. Así, Campos (1985) lanza su discrepancia sobre la idea de una introducción de la informática en la educación periférica y superficial.

Actualmente, con el cambio acelerado de las TIC, coincidimos con Guerrero Cárdenas (2016) al señalar a la educación como el sector más afectado por el efecto que estas han producido, por una sencilla razón: los programas y los sistemas de enseñanza oficiales no solo no suelen estar a la par del progreso científico sino que, en ocasiones, obedecen a esquemas obsoletos.

Existen, claro está, numerosos antecedentes con experiencias que han luchado contra ese estado de cosas, de forma muy diversa, como el uso de videojuegos para inculcar valores (Moreno, 2016), trabajos sobre competencias digitales (Reche, 2016) o estrategias de “arriba abajo”, preparando a los futuros docentes (Rayón, 2015). Cambia la educación porque cambia todo: no solo cambia la infancia, sino que es la misma sociedad la que da un giro radical. Cambios que no solo precisan de una especial atención en los primeros momentos de la formación intelectual de la persona en tanto en cuanto deben aprender a hacer de ese su entorno un medio seguro y confortable, sino además poder adaptarse a futuros cambios, incluso de difícil pronóstico hoy en día, propiciados por los avances en las tecnologías de la información y las comunicaciones.

Cabe citar un par de proyectos interesantes que guardan relación con el presente trabajo. Por un lado, el proyecto TACCLE 3 – Coding, que se encarga de introducir la programación y el pensamiento computacional en los niños de primaria (García-Peñalvo, 2016; García-Peñalvo, Reimann, Tuul, Rees & Jormanainen, 2016), donde encontramos que una de sus actividades propuestas está muy relacionada con este trabajo (Seoane, 2016). El otro proyecto que está relacionado es el H2020 WYRED por su estudio de la influencia de la dimensión tecnológica en los jóvenes (García-Peñalvo & Kearney, 2016).

2. Contexto

Decíamos en la introducción que la sociedad sufre una serie de cambios provocados por las tecnologías. Efectivamente, si el siglo XX fue el del gran salto tecnológico, que produjo fenómenos tales como que el mismo ser humano que pudo ver iniciar su vuelo a los hermanos Wright también pudo ver a Armstrong posar su planta sobre la luna, el XXI, donde la tecnología nos rodea en todas y cada una de nuestras actividades cotidianas, el salto es tan acelerado que vivimos tan inmersos en él de forma que ni tan siquiera se tiene la percepción de que exista como tal, a menos que logremos encontrar uno de esos pocos momentos de paz y tranquilidad que nos hurta el rápido devenir de los acontecimientos para dedicarlo a la reflexión. Consideremos que en nuestra sociedad la proporción de usuarios de telefonía móvil (movilnautas) es tres veces mayor que la de los usuarios de Internet

(internautas) y cinco veces mayor que la de televidentes: una sociedad donde casi la mitad de la gente utiliza mensajes de texto en sus relaciones sentimentales (García & Fabila, 2014).

Niños y adultos generan una dependencia cuasi total en su día a día hacia las TIC, siendo impulsados por el viento del cambio de nuestra sociedad, hoy sostenida gracias a grandes bases de datos en todos los aspectos de la vida cotidiana, de la sanidad a la justicia, pasando por la educación. Aunque no todos los miembros de nuestra sociedad están conectados a la red (recordemos el concepto de “analfabetos funcionales” que deviene hoy en “analfabetos tecnológicos”) por falta de recursos o por carencia educativa (Guerrero Cárdenas, 2016), en el caso de los niños, el efecto mimético con su entorno, con sus compañeros, basta para considerar que el número de ajenos absolutos a las TIC es nulo o casi nulo. Viven, vivimos, insertos en una cultura de lo visual comunicándonos con imágenes, con hipertexto. Esto nos provoca nuevas formas de articular nuestro pensamiento a partir de nuevas lógicas cognitivas. Y si eso sucede con adultos que se formaron al margen de las TIC, entendamos que este discurso hipermedia en el momento de desarrollo intelectual, incide en la creación de nuevas formas de asociación multidimensional, no secuenciales, de saberes, cuyos enlaces facilitan el acceso a las ventanas de conocimiento como consecuencia de la virtualización del proceso de lectura y escritura (Caballero, 2009). Esto para algunos indica que desde los diferentes contextos educativos deberemos marcarnos como una de las principales metas a conseguir en la educación favorecer que los datos, la información y el conocimiento constituyan una base sólida sobre la que asentar todos los procesos reflexivos y todos los procesos de toma de decisiones con el fin de mejorar la calidad de todos los aspectos de la vida tomando esa información global, distribuida por los diferentes medios (Aznar, Cáceres & Hinojo, 2005).

Llegado a este punto aparece siempre una sombra: no solo podemos y debemos contemplar el lado dulce, que nos facilita la vida y nos permite importantes ahorros de tiempo y energía, sino que hay que prevenir el lado agrio, con los riesgos y amenazas, sean físicas e incluso psicológicas. Tomemos por ejemplo, esa desconexión mental que se da en una persona cuando está presente físicamente en un lugar, pero su atención se centra en alguien ausente, lo que provoca que esté más pendiente del teléfono que de los presentes. Este efecto que puede parecer al tiempo trivial, pero por otra parte realmente distorsionador del proceso de aprendizaje, aparece rodeado de muchos otros riesgos que, de una u otra forma, con mayor o menor intensidad, pueden afectar a todas y cada una de las etapas del desarrollo humano, como la nomofobia (miedo irracional a salir de casa sin un teléfono móvil), tinnitus (generación de un zumbido en el oído que causa molestias y disminuye la capacidad de escuchar), adicciones tecnológicas, incidencia en trastornos alimenticios y todo ello sin hablar de asuntos mucho más graves como el *ciberbullying* y el *sexting*, elementos que pueden llegar a abocar a los niños al suicidio (García & Fabila, 2014; García-Pina, 2008; Bringué & Sádaba, 2009).

3. El docente ante el reto

La velocidad a la que las TIC evolucionan y con ello transforman o al menos matizan nuestra sociedad no suele verse reflejada en la formación docente, que requiere de una planificación holística, consensuada, centrada en la ética y de forma especial en los valores educativos, con exigencias acordes a la gran responsabilidad y compromiso que el ejercicio de sus funciones precisa, en consonancia con la dinámica educativa actual (García, Gutiérrez, Mújica & Henríquez, 2016) no circunscribiéndose al conocimiento y manejo de tecnologías y sus usos como herramientas aplicadas al aprendizaje, sino proponiendo paradigmas, destrezas y competencias más profundas. (Guerrero, 2015). Hay notables experiencias (Delgado, Mengual, López & Vázquez, 2015; Rayón, 2015; Pérez-Escoda, Castro-Zubizarreta & Fandos, 2016; Valdivieso & González, 2016) en este sentido. Experiencias que cubren numerosos experimentos metodológicos, se han introducido herramientas TIC en la docencia ordinaria y en ocasiones se ha peleado duramente para evitar problemas que parecían asociados inexcusablemente, como el plagio (Reche, Quintero & Marín, 2016). Baste recordar que existen colegios que piden a los niños que presenten los trabajos escritos a mano y no impresos para asegurarse de que al menos una vez estos se lean.

Una vez más, es imposible soslayar aspectos negativos del medio. Si tomamos al teléfono como referencia, al ser un dispositivo pequeño fácil de esconder para su uso en el aula, incluso si este se prohíbe, vemos que durante el transcurso de una clase representa un instrumento que abre un nuevo frente al posibilitar trampas durante los exámenes, además de ser un elemento distractor, existiendo estudios que relacionan la frecuencia de uso del teléfono con el fracaso escolar. Y no es un único problema: consideremos que la mensajería (del SMS al WhatsApp) provoca cambios en su forma de redacción, eliminando vocales y distorsionando las frases, lo que ha sido una fuente de preocupación en ocasiones (García & Fabila, 2014). Mucho más graves son comportamientos o conductas inadecuadas, deshonestas o carentes de valores éticos o morales que los niños y niñas llevan a cabo y otros factores negativos como el antecitado "facilitación del plagio" (Reche, Quintero & Marín, 2016). No obstante, ese gran potencial educativo que poseen las tecnologías en el aula, al que se suman las posibilidades que tienen para el desarrollo cognitivo del niño, provoca que los orillemos.

4. El niño ante el dispositivo: conocimiento del mismo

Partimos de una realidad constatable en nuestro día a día: no hace falta que enseñemos a los alumnos a usar sus dispositivos, muchas veces incluso será al revés y ellos podrán enseñarle trucos al docente

sobre los mismos. Los hijos de quienes para poder hacer los deberes en casa tenían que consultar la biblioteca paterna y, caso de que esta se quedara corta debían acudir a una biblioteca pública donde poder transcribir en su cuaderno los hallazgos que encontraran o, con suerte, poder fotocopiar algunas páginas de libros allí encontrados, no siguen ese mismo camino; ellos tienen la mayor de las bibliotecas a su alcance, a “tiro de clic”. La inmensa, aunque no siempre correcta, Wikipedia aparece omnipresente, junto con otras páginas, algunas de gran altura (por ejemplo la hemeroteca nacional) y otras menos ortodoxas donde pueden encontrarse trabajos escolares clasificados por materias y cursos.

Es una senda muy hollada que debemos aprovechar para encontrar en ellas nuevas maneras de generar conocimiento y saberes en todas sus formas y contextos con una forma de comunicación mucho más dinámica (Guerrero, 2015), para sacar el jugo a esa comunicación que se establece de forma natural entre ellos usando estos canales para llegar a un nuevo aprendizaje. Así (Bringué & Sádaba, 2009), podemos distinguir dos formas de aprendizaje junto a los compañeros: una, basada en la amistad, que les lleva a desarrollar normas compartidas a la hora de publicar información y otra que les lleve de forma natural a nuevas formas de comunicación más especializadas, además de permitir incrementar el contacto entre alumnos, profesores y padres, o como herramienta organizativa.

5. Marco legal

El cauce por el que pretende discurrir la experiencia propuesta en el presente artículo es el marcado por el Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero, por el que se establece el currículo básico de la Educación Primaria (BOE, 2014).

Dentro del decreto se establece como una de las siete competencias del currículo la competencia digital, sobre la que se pone especial énfasis en la utilización de las TIC para buscar, seleccionar información y presentar conclusiones, aludiendo de manera clara y concisa a las destrezas y habilidades propias de la alfabetización informacional. Otra de las competencias, la quinta, relativa a competencias sociales y cívicas con alguna asignatura específica como “Valores sociales y cívicos” con criterios de evaluación tales como “Emplear las nuevas tecnologías desarrollando valores sociales y cívicos en entornos seguros”, debe emparejarse con la anterior para nuestros propósitos.

Veamos una breve relación de los puntos que son de interés a la hora de circunscribir el presente trabajo a los límites del Real Decreto.

- Listado de las competencias del currículo: artículo 2.2, página 19352. En concreto la tercera (Competencia digital) y la quinta (Competencias sociales y cívicas). Observemos que el legislador remarca “Para una adquisición eficaz de las competencias y su integración efectiva en el currículo,

deberán diseñarse actividades de aprendizaje integradas que permitan al alumnado avanzar hacia los resultados de aprendizaje de más de una competencia al mismo tiempo.”

- Elementos transversales: artículo 10, página 19356. Subraya la necesidad de emplear en todas las asignaturas las Tecnologías de la Información y la Comunicación y la educación cívica, entre otras. Abunda en sus puntos 2 y 3 en el interés de la formación en valores.
- Área de Ciencias de la Naturaleza, página 19367: el bloque de iniciación a la actividad científica tiene como criterios de evaluación “obtener información relevante sobre hechos o fenómenos previamente delimitados, haciendo predicciones sobre sucesos naturales, integrando datos de observación directa e indirecta a partir de la consulta de fuentes directa e indirectas y comunicando los resultados”.
- Área de Ciencias Sociales, página 19374: en el bloque de contenidos comunes se recoge “utilizar las tecnologías de la información y la comunicación para obtener información, aprender y expresar contenidos sobre Ciencias Sociales”.
- Área de Lengua Castellana y Literatura, página 19382: entre los criterios de evaluación del bloque comunicación escrita: leer, se especifica que el alumnado tiene que demostrar saber “utilizar las TIC de modo eficiente y responsable para la búsqueda y tratamiento de la información”.
- Área de Matemáticas, página 19388: en el bloque de procesos, métodos y actitudes en matemáticas, uno de los criterios de evaluación se indica “Utilizar los medios tecnológicos de modo habitual en el proceso de aprendizaje, buscando, analizando y seleccionando información relevante en Internet o en otras fuentes, elaborando documentos propios, haciendo exposiciones y argumentaciones de los mismos”.
- Área de Educación Artística, página 19402: en el bloque educación audiovisual, entre sus criterios está “utilizar las tecnologías de la información y la comunicación de manera responsable para la búsqueda, creación y difusión de imágenes fijas y en movimiento”.
- Área de Educación Artística, página 19403: en el bloque expresión artística, aparece “Utilizar recursos bibliográficos, de los medios de comunicación y de internet para obtener información que le sirva para planificar y organizar los procesos creativos, así como para conocer e intercambiar informaciones con otros alumnos”.
- Área de Educación física, página 19409: considera que el alumnado debe saber “extraer y elaborar información relacionada con temas de interés en la etapa, y compartirla, utilizando fuentes de información determinadas y haciendo uso de las tecnologías de la información y la comunicación como recurso de apoyo al área”.

6. Acercamiento a la ética del estudiante infantil

Pero ¿y el verdadero protagonista? Subamos la apuesta y metamos en el juego a la ética, que a fin de cuentas es lo que nos ocupa. ¿Consideramos capaz al niño de usar las TIC dentro o fuera del aula y al tiempo hacer una valoración ética? Existen investigaciones que sostienen que los niños pequeños pueden interactuar en forma polémica, dar opiniones y fundamentarlas, al menos con un argumento, incluyendo en el proceso otras voces en el discurso (yo creo, otros opinan que..., etc.) (Ortega, 2016).

Existen distintos enfoques, desde los más generales, por ejemplo cuando Aznar et al. (2005), enumeran elementos como la vulnerabilidad y la limitación personal y colectiva, como sustento de la interdependencia; el beneficio y mejoramiento de las condiciones de vida de los demás, como condición necesaria de nuestro propio bienestar; el valor de la identidad y la cultura ajenas, como fuente de afirmación de nuestra propia identidad y cultura; la responsabilidad de preservar el patrimonio de las generaciones futuras, como condición de supervivencia de la especie; el respeto a la dignidad y los derechos de la persona, como sustento de la solidaridad y como garantía de la estabilidad social, a los más específicos (véase por ejemplo Ramos (2013) al referenciar dos ejes: la experimentación de la ciudadanía digital y la comprensión de los derechos de autor). Nuestra propuesta, como se verá, es más elemental, más simple, reduciéndose a un pequeño apartado de ese punto tan global que resulta la “experimentación de la ciudadanía digital”.

Para el menor, la pantalla, sea de su teléfono si lo tiene ya, de una tableta o similar –si parece exagerado que demos esto por cotidiano, tal vez baste acudir a las noticias de los periódicos para encontrarnos con titulares como “El 40% de los menores de dos años accede regularmente a tabletas o móviles. El uso de la tecnología llega al 90% en el caso de niños de entre 10 y 15 años” (El Periódico, 2015)– es algo más que para sus padres, que muchas veces la ven en sus manos como una forma de vigilancia hacia sus hijos (García-Piña, 2008), un cordón umbilical que los ata a los padres. Es una ventana por la que ven el mundo... y por la que se dan a conocer.

La propuesta actual pasa por pretender enfrentar al alumno al espejo oscuro de la pantalla apagada. A su propio reflejo, más allá de la tecnología de la información. No por despojar a la realidad de la informática, cosa ya del todo imposible en nuestra sociedad, sino para que el brillo de la tecnología no les oculte los efectos de la misma. Y es que a través de esa nueva linterna mágica no solo reciben, polarizada, la imagen del mundo exterior, sino que también retransmiten la suya. Así, según Lipoetsky & Serroy (2009), surge una serie de preguntas tales como:

¿qué efectos tiene esta proliferación de pantallas en nuestra relación con el mundo y con los demás, con nuestro cuerpo y nuestras sensaciones? ¿Qué clase de vida cultural y democrática anuncia el triunfo

de las imágenes digitalizadas? (...) ¿Hasta qué punto reorganiza este despliegue de pantallas la vida del ciudadano actual?

Bajo este punto de partida, empleamos el símil del espejo negro, esa nueva realidad del uso de las pantallas como espejos virtuales, de forma que tanto permiten la ocultación como la transparencia y a través de las cuales no solo vemos cómo se comportan los demás, sino que percibimos una imagen distorsionada de cómo lo hacemos nosotros, pues no podemos olvidar que muchas cosas que podamos considerar "naturales" lo son por venirnos así dadas por la cultura en la que estamos insertos, cultura que evoluciona y a gran velocidad, por lo que si esta cultura puede cambiar, lo que en un momento dado reputamos como bueno también se vería afectado. Aún más: hoy nos parecen normales cosas que hace un par de décadas podían sonar a disparate para la inmensa mayoría, como considerar más cercanos emocionalmente a los amigos virtuales que parecen ofrecer un amor a distancia antes que a la familia real que te rodea, pero con la que no te comunica una pantalla de plasma, a pesar de que la cercanía parezca prometer un mayor grado de confianza.

Ante esto ¿qué pasa si apagamos la pantalla, si dejamos al ser humano enfrentado a su reflejo en el espejo oscuro de su móvil, de su tableta apagado, enfrentado a él mismo y solo a él? Según Lipovetsky y Serroy (2009) en el adulto aparece el miedo. La sobreinformación. El hecho de que tenemos nuestras limitaciones y somos incapaces de discernir qué es lo verdaderamente importante cuando nos inundan con millones de datos. Pero un niño que absorbe como una esponja todo lo que le dan... muchas veces sin reflexionar o discernir sobre lo dado, no posee ese temor. El peligro que apuntan los autores es previsible, y la solución que apuntan es la necesidad de la "pantalla asistida": la colaboración de los docentes como herramienta imprescindible para poder crear ese marco intelectual preciso que impida que se muera ahogado en el aluvión de información.

Otro peligro apuntado es la deificación de la red (solo lo que en ella está existe, y además todo lo que en ella aparece es cierto) representa por otra parte que puede quebrar el vínculo social, nos comunicamos sin conocernos. O, con sus palabras, "el universo hipermoderno de la pantalla o el mundo sensible en proceso avanzado de desrealización".

Al margen de esa infosaturación que apuntábamos, también hay que prever otros riesgos o, dicho de otra forma, hay que anticiparle al niño el peligro de que se dé para evitarlo. Por ejemplo, podríamos hablar de problemas con la propia percepción, engañarse a sí mismo o creer que tenemos un cuerpo distinto al que tenemos. Puede ir del clásico complejo de Adonis, donde nos vemos más bellos de lo que en realidad somos, a las muchas tipologías de dismorfofobia, que provocan que, ante el espejo (el espejo de plasma en este caso) siempre nos veamos más feos de lo que somos. O, además de esta distorsión física, su paralela mental, que podemos llamar "el yo del espejo", encajando en esta categoría cambios de personalidad: gente apocada, que en la red aparece como muy activa, cuando

no extrovertida o incluso violenta, o al revés, personas que de sí son muy abiertas, pero que en foros virtuales permanecen calladas.

7. Conclusiones

Las TIC contribuyen, siguiendo a Caballero (2009), a la consolidación de grupos sociales como práctica social en sí misma, pues la tecnología es un producto socio-cultural. Por lo tanto, la incorporación de las TIC y sus contenidos digitalizados al ámbito educativo, posibilita nuevos sistemas de comunicación y, en consecuencia, deviene en una práctica social emergente, a espacios de comunicación deslocalizados. Generalmente, los colonizarán los alumnos por sí mismos. El trabajo en el aula se centraría en enfrentar al alumnado al espejo oscuro de su pantalla apagada.

Las reflexiones obtenidas pueden servirles de herramienta para vencer los riesgos que las TIC conllevan. Puede parecer *a priori* que por nacer rodeados de pantallas aprenderán antes a cuidarse de ellos, pero podemos afirmar que no es así. Para ello, basta que nos fijemos en que los primeros nativos digitales ya están cursando estudios universitarios y no solo no muestran en apariencia un manejo más diestro de las herramientas TIC que sus predecesores una década atrás, sino que aparece una ya no sospechosa, porque ha sido confirmada (Díaz, 2014), ingenuidad digital que les hace mantener la guardia baja ante los riesgos de la red. Eso les lleva a, por ejemplo, no proteger sus datos personales, dando un punto de interés para este trabajo desde las primeras etapas de la educación.

Cabe cerrar acudiendo a un clásico, Weizenbaum, que ya en 1978 decía que el profesor de informática debe tener el valor de resistir a la tentación de ser arrogante, y enseñar principalmente mediante el ejemplo, la validez y la legitimidad de un conocimiento más conciliador. No hay mejor manera de desnudar el pensar de los alumnos que empezar por uno mismo (Weizenbaum, 1978).

8. References

Aznar Díaz, I., Cáceres Reche, M. P., & Hinojo Lucena, F. J. (2005). El impacto de las TICs en la sociedad del milenio: nuevas exigencias de los sistemas educativos ante la "alfabetización tecnológica". *Eticanet*, 2(4), 177-190.

BOE (2014). Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero, por el que se establece el currículo básico de la Educación Primaria. BOE de 1 de marzo de 2014. Madrid: Boletín Oficial del Estado Recuperado (01/03/2017) de <https://www.boe.es/boe/dias/2014/03/01/pdfs/BOE-A-2014-2222.pdf>

Bringué Sala, X. & Sádaba Chalezquer, C. (2009). *La generación interactiva en España. Niños y adolescentes ante las pantallas*. Madrid: Ariel.

-
- Busnell, D. D. (1967). *The Computer in American Education*. New York: John Wiley & Sons
- Caballero, S. L. (2009). Tránsito digital en el ámbito educativo. *Revista Iberoamericana de Educación*, (48/6). 1-13.
- Campos Roselló, F. J. (1985). *La informática a examen*. Valencia: Tirant Lo Blanc
- Delgado Algarra, E. J., Mengual Andrés, S. López Meneses, E., & Vázquez-Cano, E. (2015). La justicia evaluativa en la valoración de proyectos grupales: propuesta y aplicación en el Grado de Educación Primaria. *Pulso. Revista de Educación*, 38, 163-177.
- Díaz Sáenz, J. R. (2014). Factores críticos en la adopción de medidas de seguridad utilizadas por los alumnos de los Centros formativos universitarios de tecnologías TIC al usar herramientas 2.0. Tesis doctoral. Valencia: UPV.
- El Periódico (2015). El 40% de los menores de dos años accede regularmente a tabletas o móviles. Barcelona: Zeta. Recuperado (01/03/2017) de <http://www.elperiodico.com/es/noticias/tecnologia/los-menores-dos-anos-accede-regularmente-tabletas-moviles-4226851>
- García García, B., Gutiérrez Hidalgo, C., Mújica de López, M., & Henríquez García, M. A. (2016). Paradojas, contrastes y aproximación ética en el uso de las TIC desde la Educación Superior. *Revista de Estudios y Experiencias en Educación*, 15(29), 29-48. doi: <https://doi.org/10.21703/rexe.20162929482>
- García Martínez, V., & Fabila Echaury, A. M. (2014). Nomofilia vs. Nomofobia, irrupción del teléfono móvil en las dimensiones de vida de los jóvenes. Un tema pendiente para los estudios en comunicación. *Razón y Palabra*, 18(86).
- García-Peñalvo, F. J. (2016). Proyecto TACCLE3 – Coding. En F. J. García-Peñalvo & J. A. Mendes (Eds.), *XVIII Simposio Internacional de Informática Educativa, SIIE 2016* (pp. 187-189). Salamanca, España: Ediciones Universidad de Salamanca.
- García-Peñalvo, F. J., & Kearney, N. A. (2016). Networked youth research for empowerment in digital society. The WYRED project. In F. J. García-Peñalvo (Ed.), *Proceedings of the Fourth International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (TEEM'16)* (Salamanca, Spain, November 2-4, 2016) (pp. 3-9). New York, NY, USA: ACM. doi: <https://doi.org/10.1145/3012430.3012489>
- García-Peñalvo, F. J., Reimann, D., Tuul, M., Rees, A., & Jormanainen, I. (2016). *An overview of the most relevant literature on coding and computational thinking with emphasis on the relevant issues for teachers. Belgium*. doi: <https://doi.org/10.5281/zenodo.165123>
- García-Piña, C. A. (2008). Riesgos del uso de internet por niños y adolescentes. Estrategias de

seguridad. *Acta Pediátrica de México*, 29(5), 273-279.

Guerrero Cárdenas, E. (2016). Educación líquida y TIC. Dialéctica. *Revista de Investigación Educación*, 12(1), 64-77.

Lipovetsky, G., & Serroy, J. (2009). *La pantalla global*. Barcelona: Anagrama.

Moreno Alejo, J. A. (2016). Utilización de un Videojuego como Recurso Didáctico Apoyado en las TIC para fomentar los Valores Éticos en los Estudiantes del Grado Noveno del Ciclo de Educación Básica del Instituto Técnico Industrial de Villavicencio en Colombia. Tesis de Maestría. Universidad TecVirtual. Recuperado (01/03/2017) de <http://hdl.handle.net/11285/619666>

Nora, S., & Minc, A. (1980). *Informe Nora Minc. La informatización de la sociedad*. Madrid: Fondo de cultura económica

Oltra Gutiérrez, J. V. (2014). Los menores como consumidores. La pequeña empresa ante el fenómeno de las redes sociales y su uso por menores. En A. Domingo Moratalla (Ed.), *Juventud y Redes Sociales* (pp. 261-290). Madrid: OJE.

Ortega de Hocevar, S. (2016). *Nuestros niños argumentan. Traslaciones. Revista latinoamericana de lectura y escritura*, 3(6), 47-77.

Pérez-Escoda, A., Castro-Zubizarreta, A., & Fandos, M. (2016). La competencia digital de la Generación Z: claves para su introducción curricular en la Educación Primaria. *Comunicar. Revista Científica de Educomunicación*, 24(49), 71-80. doi: <http://dx.doi.org/10.3916/C49-2016-07>

Prensky, M. (2001). Digital Natives, Digital Immigrants Part 1. *On the Horizon*, 9(5), 1-6. doi: <http://dx.doi.org/10.1108/10748120110424816>

Ramos Ahijado, S. (2013). *Educación musical en primaria y en secundaria a través de Wikipedia como herramienta de aprendizaje en la docencia*. MID. Memorias de Innovación Docente, 2012-2013. Universidad de Salamanca. Recuperado (01/03/2017) de <http://hdl.handle.net/10366/122626>

Rayón Rumayor, L. (2015). Guía docente Interculturalidad y recursos tecnológicos, Grado en Magisterio de Educación Primaria. Curso Académico 2016-17 4º curso 1º Cuatrimestre Universidad de Alcalá. Recuperado (01/03/2017) de https://www1.uah.es/estudios/asignaturas/programas/G430/430044_G430_2015-16.pdf

Reche Urbano, E., Quintero Ordoñez, B., & Marín Díaz, V. (2016). De la competencia informacional al ciberplagio en Educación Primaria. *Revista científica electrónica de Educación y Comunicación en la Sociedad del Conocimiento*, 2(16), 263-281.

Seoane Pardo, A. M. (2016). Computational thinking beyond STEM: an introduction to “moral machines” and programming decision making in Ethics classroom. In F. J. García-Peñalvo (Ed.), *Proceedings of the Fourth International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (TEEM'16)* (Salamanca, Spain, November 2-4, 2016) (pp. 37-44). New York, NY, USA: ACM. doi: <http://dx.doi.org/10.1145/3012430.3012494>

Valdivieso Guerrero, T. S., & González Galán, M. A. (2016). Competencia Digital Docente: ¿Dónde estamos? Perfil del docente de educación primaria y secundaria. El caso de Ecuador. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 49, 57-73. doi: <http://dx.doi.org/10.12795/pixelbit.2016.i49.04>

Weizenbaum, J. (1978). *La frontera entre el ordenador y la mente*. Madrid: Pirámide.

Página intencionadamente en blanco

Experiencia de *gamificación* en Secundaria en el Aprendizaje de Sistemas Digitales

Gamification Experience in Secondary Education on Learning of Digital Systems

Jesús Carlos Díez Rioja¹, David Bañeres Besora², Montse Serra Vizem²

¹ Institut Quatre Cantons, Barcelona, España. carlos.diez@4cantons.cat

² Universitat Oberta de Catalunya, Barcelona, España. {dbaneres, mserravi}@uoc.edu

Resumen

El uso del juego, utilizado siempre en edades tempranas para motivar el aprendizaje, ha sido frecuentemente estigmatizado en edades más avanzadas al considerarse una pérdida de tiempo. Sin embargo, en los últimos años el fenómeno de la gamificación se ha convertido en una tendencia metodológica con una gran presencia en las aulas. En este artículo, además de realizar un estudio del estado del arte en gamificación en primaria y secundaria y estudios universitarios, se describe, también, la experiencia llevada a cabo en un instituto de Barcelona donde se ha utilizado una aplicación implementada *ad hoc* para enseñar, de una forma lúdica, contenidos de sistemas digitales en el contexto de la asignatura de Tecnología Industrial del bachillerato. Los resultados de la experiencia y opiniones de los estudiantes que han sido positivas se recogen en este artículo.

Palabras Clave

Enseñanza secundaria; *gamificación*; Tecnología electrónica; Innovación educativa

Abstract

Games have always been used in order to motivate learning at early ages. Nevertheless, during teen years, playing games have often been stigmatized as a waste of time. Thus, the phenomenon of gamification has become recently a methodological trend with a relevant presence in the classroom. In this paper, an analysis of previous work in gamification is performed in primary and secondary education. Next, the experience carried out at a secondary school in Barcelona is described where a program has been implemented *ad hoc* to teach, in a playful way, contents of digital systems in the context of the Industrial Technology course in secondary school. The results of the experience and the students' opinion that have been positive are summarized in this paper.

Keywords

Secondary education; Gamification; Electronic engineering; Educational innovations

1. Introducción

En la actualidad, los estudiantes de escuelas, institutos y universidades son nativos digitales. Han crecido utilizando las nuevas tecnologías y presentan nuevas maneras y actitudes ante el proceso de aprendizaje. Los docentes deben hacer frente a nuevos retos para adaptar este proceso a unas nuevas necesidades y preferencias, además de utilizar diferentes metodologías para conseguir un alumnado participativo, motivado e implicado en su propio aprendizaje.

Existen muchas metodologías, recursos e instrumentos que se han aplicado para motivar a este nuevo tipo de alumnos utilizando las TIC (Tecnologías de la Información y la Comunicación) como canal de comunicación y de aprendizaje: trabajo por proyectos, robótica o lenguajes gráficos de programación, son algunos ejemplos. Actualmente el uso de dispositivos digitales como ordenadores portátiles, tabletas o teléfonos inteligentes por parte del alumnado es imparable, como lo demuestran los últimos datos consolidados, del curso 2013-2014, proporcionados por la Subdirección General de Estadística y Estudios del Ministerio de Educación, Cultura y Deporte¹.

Por eso, han aparecido diversas iniciativas que proponen aplicar metodologías y aprendizaje para que los jóvenes aprendan competencias como el pensamiento computacional o la abstracción de problemas. El objetivo no es que todos los jóvenes sean programadores, sino que desarrollen habilidades que les ayuden a resolver problemas de forma analítica como lo haría un informático. Iniciativas como TACCLE3 (García-Peñalvo, 2016) o INVENTA² ofrecen recursos que profesores de primaria y secundaria pueden usar en sus aulas. Pero, aunque recursos como estos ayudan a recoger y difundir metodologías y buenas prácticas, aún no es suficiente. Los profesores deben de innovar para desarrollar para sus alumnos nuevos recursos para las diferentes especialidades.

Es por ello que parece razonable pensar como metodología docente la *gamificación*³. Si se aplica una estrategia correcta al introducir un juego dentro de un contexto educativo, aprovechando principios de recompensa, estatus, interacción o competitividad, se pueden fomentar ciertas acciones del estudiante incentivando un comportamiento determinado.

En este artículo tratamos la introducción de la lógica combinacional dentro de la especialidad de la electrónica digital (o sistemas digitales) en bachillerato y para tener motivados a los alumnos se ha decidido utilizar técnicas de *gamificación*. Se ha desarrollado un juego *ad hoc* para la práctica

1 <https://www.educacion.gob.es/educabase/menu.do?type=pcaxis&path=/Educacion/Centros/Sice/Serie&file=pcaxis&l=s0>

2 Proyecto INVENTA de la Universitat Oberta de Catalunya para acercar la tecnología y la programación a niños entre 7 y 14 años: <http://inventa.uoc.edu/inicio/>

3 El término gamificación es un anglicismo que puede definirse como el uso de técnicas, elementos y dinámicas propias de los juegos y el ocio en actividades no recreativas con la finalidad de potenciar la motivación y de reforzar la conducta para solucionar un problema o alcanzar un objetivo.

de estos conceptos y en este artículo se describe la experiencia realizada. Consideramos que dicha experiencia es interesante como metodología de aprendizaje tanto en secundaria como en asignaturas de fundamentos de Electrónica Digital en la universidad.

Este artículo se estructura de la siguiente forma. En la Sección 2 se realiza una revisión del estado del arte de la *gamificación* en ámbitos educativos y se describen una serie de experiencias seleccionadas por su carácter innovador principalmente en primaria y secundaria. Además, se analizan algunos casos donde la *gamificación* ha sido utilizada para la enseñanza de la lógica inherente en los circuitos digitales y las puertas y funciones lógicas. La Sección 3 describe el juego desarrollado y la experiencia docente se muestra en la Sección 4 con un análisis de los resultados obtenidos. Finalmente, las conclusiones y el trabajo futuro se presentan en la Sección 5.

2. Gamificación, educación y TIC

2.1. Un poco de bibliometría

Los juegos han acompañado a la humanidad desde la antigüedad. Yacimientos arqueológicos demuestran (Rubio, 2014) que el origen de algunos juegos de mesa se remonta hasta el año 5780 a. C. En Mesopotamia, en las tumbas reales de la ciudad de Ur, un arqueólogo inglés descubrió en 1922 un juego bautizado como “juego de las 20 casillas”, de una antigüedad de unos 3000 años, utilizado desde la India hasta Egipto. Y en la Grecia clásica, por ejemplo, Aristóteles ya hablaba de la importancia del juego en el crecimiento y desarrollo de los niños y jóvenes. La relación entre el juego y la sociedad no es algo nuevo: desde los primeros que simulaban batallas, como el ajedrez (que era utilizado en la Edad Media para enseñar estrategia militar) hasta los videojuegos más modernos e hiperrealistas, todos ellos son consecuencia del tiempo en el que nacieron y se desarrollaron. De hecho, la mayoría de los juegos han nacido como un reflejo de la vida real.

A comienzos de los años 90 del siglo XX la industria del videojuego aceleró la investigación académica sobre los juegos. Estas investigaciones descubrieron los tipos de jugador, las motivaciones internas y los disparadores psicológicos de las conductas compulsivas. Y, como parecía previsible, el avance en el conocimiento de los juegos, junto con el uso de las nuevas tecnologías asociadas a técnicas de “*engagement*” propias de otros sectores, han acabado por llevar la *gamificación* al ámbito educativo. Según Capponeto, Earp y Ott (2014) la consolidación de la *gamificación* en las aulas, desde la educación primaria a la universitaria, es una realidad. En su trabajo, donde revisan y clasifican, atendiendo a diferentes criterios, 120 artículos sobre *gamificación* publicados en diferentes países entre los años 2011 y 2014, afirman que se trata de un fenómeno que está experimentando un rápido

crecimiento y aseguran que la adopción de técnicas de *gamificación* entre los docentes tiene como objetivos fundamentales aumentar la motivación y la implicación del alumnado en las actividades relacionadas con el aprendizaje, haciéndolas, en definitiva, más atractivas, cautivadoras y, en última instancia, efectivas. Se trata de técnicas que no solo han sido adoptadas en diferentes materias o asignaturas, sino que también han servido para mejorar competencias transversales relacionadas con la capacidad de colaboración, la creatividad y el aprendizaje autónomo.

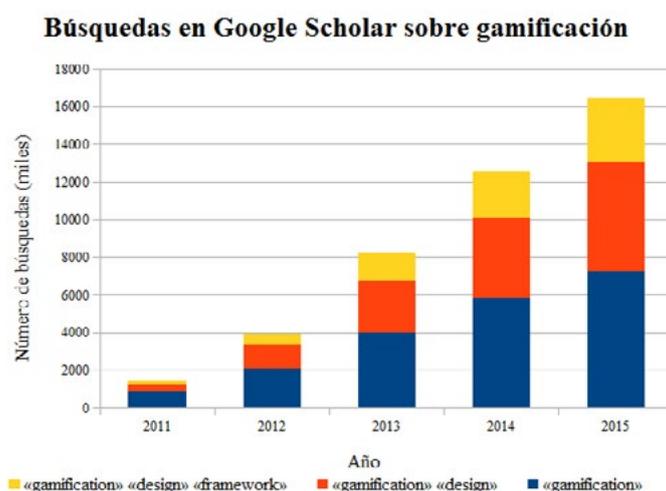


Figura 1. Búsquedas en Google Scholar sobre *gamificación*. Elaboración propia

El aumento de artículos científicos relacionados con la *gamificación* en todo el mundo es una realidad. Un buen ejemplo es el libro electrónico "*Gamificação na educação*" (Fadel, Batista, Ulbricht, y Vanzin, 2014), publicado en Brasil en el año 2014. A lo largo de casi 300 páginas y 10 capítulos, diversos especialistas explican conceptos relacionados con la *gamificación* en contextos educativos. Se analiza su uso como recurso para motivar al alumnado y se exploran qué mecanismos y elementos de los juegos son aplicables al diseño de un servicio, un producto o un proceso fuera de un contexto lúdico. Se reflexiona sobre la relación entre la *gamificación* y la "*Teoría del Flow*"⁴, ya que al capturar la *gamificación* la esencia de los juegos, las actividades gamificadas (donde aparecen metas claras, desafíos, sentimiento de control o pérdida de la noción del tiempo) proporcionan un estado de Flow. Se analiza la *gamificación* aplicada al "*e-Learning*", se reflexiona sobre la importancia de los hilos narrativos de los juegos, se investiga sobre la *gamificación* en las redes sociales para generar conocimiento con finalidades educativas o se proponen directrices para evaluar un juego.

Pero la revisión de trabajos sobre *gamificación* es una tarea relativamente joven y existen, aún, pocos marcos o "*frameworks*" teóricos de referencia, tal como explican Hamari, Koivisto, y Sarsa (2014). En este documento se revisan 24 estudios empíricos con el objetivo de argumentar si la *gamificación*

4 El Flow o experiencia óptima es un estado en el cual la persona se encuentra completamente absorta en una actividad para su propio placer y disfrute, durante la cual el tiempo pasa rápidamente y las acciones, pensamientos y movimientos se suceden sin pausa.

realmente funciona. Estos documentos, localizados en diferentes bases de datos (Scopus, ScienceDirect, EBSCOHost, Web of Science, ACM Digital library, AISel, Google Scholar, y Proquest) se desarrollaron en diferentes contextos, siendo el ámbito educativo el más común (concretamente nueve trabajos). En los nueve se considera que la *gamificación* proporciona resultados positivos en el aumento de la motivación y la implicación del alumnado en actividades de aprendizaje. Sin embargo, se sugiere poner especial atención, ya que se consideran puntos débiles, en las dificultades en el proceso evaluador y en el propio diseño de los juegos.

En este sentido, debe tenerse presente que muchas soluciones gamificadas fracasan debido a que han sido concebidas mezclando elementos de aquí y de allá, sin un proceso de diseño claro y formal. La aplicación de un marco de referencia en lo que respecta al diseño es clave para garantizar el éxito de una solución gamificada, y la comunidad es consciente de ello: si se analizan el número de búsquedas en "Google Scholar" sobre los términos "*gamification*", "*design*" y "*framework*" los resultados demuestran el creciente interés hacia estos dos últimos términos, tal como puede observarse en la Figura 1.

Conscientes de esta falta de marcos de referencia, Mora, Riera, González, y Arnedo-Moreno (2015) efectúan una revisión de diferentes *frameworks* y proporcionan valiosos detalles que resultarán, sin duda, de gran utilidad para desarrolladores de soluciones gamificadas en diferentes ámbitos, incluido el educativo. Centran su atención en tres aspectos fundamentales: el estado del arte del proceso del diseño en *gamificación*, el análisis de la relación entre los procesos de diseño de los juegos y de las soluciones gamificadas y, en tercer lugar, la identificación y clasificación de los diferentes *frameworks* que existen actualmente.

Existen otros trabajos donde se describen iniciativas que han tenido una repercusión positiva en el aula. Llorens-Largo, Gallego-Durán, Villagrà-Arnedo, Compañ-Rosique, Satorre-Cuerda y Molina-Carmona (2016) desarrollan un juego para aprender el lenguaje Prolog donde resumen que lo importante es que el juego sea divertido, motive a los estudiantes, que haya progresión y haya retorno para aprender de los errores. Los mismos autores Llorens-Largo, Villagrà-Arnedo, Gallego-Durán, Satorre-Cuerda, Compañ-Rosique y Molina-Carmona (2016), a partir de esta contribución, proponen un modelo adaptativo de *gamificación* aplicable a cualquier plataforma *online* de aprendizaje basándose en los principios descritos en el anterior artículo.

2.2. Estado del arte

Son incontables las experiencias de *gamificación* en las aulas, llevadas a cabo en distintos niveles educativos, con el apoyo de las TIC. A continuación, se citan algunas, seleccionadas por su carácter innovador, ordenadas desde la enseñanza primaria hasta la universitaria.

Eguía Gómez, Contreras Espinoza, y Solano Albajés (2015) llevaron a cabo un estudio del impacto sobre el uso de un juego digital denominado “Miquel Crusafont”, centrado en descubrir al personaje y explicar su trabajo en paleontología. El área básica de trabajo era “Conocimiento del Medio Natural y Social”, aunque había otras áreas relacionadas, como las matemáticas. Durante el desarrollo de la experiencia, los docentes destacaron que en la mayoría de actividades la habilidad del alumnado era superior a la del profesorado. Como aspecto por mejorar, destacaron la dificultad en planificar este juego dentro del aula por restricciones de currículo educativo y tiempo. Además, se consideró que son necesarias metodologías y formación específicas para que el profesorado pueda aplicar la *gamificación* en el aula.

Espinosa y Gómez (2012) destacan la potencialidad de la combinación de dispositivos móviles y la *gamificación* a través de videojuegos. Los autores (coautores del juego “Miquel Crusafont”) afirman que los videojuegos en primaria contribuyen en el desarrollo de las habilidades sociales, aumentan el rendimiento escolar, las habilidades cognitivas, la motivación, el pensamiento complejo, y el trabajo en equipo.

Martín del Pozo (2015) también constata, en términos generales, la mejora en el aprendizaje del alumnado al realizar prácticas colaborativas en torno a un videojuego. La autora analiza ocho experiencias focalizadas de manera particular en el aprendizaje colaborativo. Demuestra que los videojuegos pueden ser utilizados para potenciar el aprendizaje y el trabajo colaborativo y que, en general, el alumnado consigue mejoras en el aprendizaje.

El uso del conocido videojuego “Minecraft”⁵ en contextos educativos es analizado por Nebel, Schneider y Rey (2016). Actualmente, “Minecraft” está siendo utilizado como recurso educativo en todo el mundo en diferentes materias para enseñar, por ejemplo, geometría espacial, sostenibilidad, lengua y literatura, habilidades sociales, informática, diseño digital, gestión de proyectos o química. La empresa que desarrolla el videojuego, proporciona apoyo al profesorado y se ha desarrollado la versión educativa “MinecraftEdu”, donde se integran herramientas de gestión para facilitar el trabajo de los docentes. Como consecuencia, se ha creado una comunidad mundial de profesores (MinecraftTeachers) donde estos comparten sus experiencias.

El proyecto SIGMA (Toda, do Carmo, Silva y Brancher, 2014) es un recurso en línea para ayudar a estudiantes de Brasil a alcanzar competencias matemáticas. Se trata de una plataforma interactiva dirigida al alumnado de primaria y secundaria con un doble objetivo: mejorar las competencias matemáticas del alumnado y facilitar el entrenamiento cuyo objetivo es: la “*Olimpíada Brasileira de*

5 Los aspectos creativos y de construcción de Minecraft permiten a los jugadores edificar construcciones creadas por cubos con texturas en un mundo 3D. En el juego también se incluyen otras actividades como, por ejemplo, la exploración, la recolección de recursos y el combate.

Matemática das Escolas Públicas OBMEP". El sistema de *gamificación* se basa en la utilización de elementos motivadores, como por ejemplo puntos, insignias, bonus o certificados de nivel, con el objetivo de estimular a los estudiantes.

La buena simbiosis entre la *gamificación* y las TIC destaca en la experiencia llevada a cabo por Sanmugam, Abdullah, Mohamed, Aris, Zaid y Suhadi (2016) con un grupo de 29 estudiantes de un centro de secundaria del sureste de Malasia. En este caso, fueron las ciencias experimentales la asignatura elegida. Los elementos de *gamificación* utilizados en torno a estos contenidos fueron los puntos, las insignias y un *ranking* de posiciones. Los resultados mostraron que la combinación de tecnología y elementos propios del juego ayudaron en el cambio del comportamiento de los estudiantes hacia el aprendizaje.

El ámbito universitario, lógicamente, no es ajeno al fenómeno de la *gamificación*. En el libro electrónico "*gamificación en aulas universitarias*", Contreras (2016) ofrece una visión de la *gamificación* en las aulas universitarias españolas a través de algunas experiencias generadas por un grupo de expertos en diferentes centros de Madrid y Barcelona. Se enfatiza en diferentes aspectos del proceso de enseñanza-aprendizaje: la implicación y motivación del alumnado, la mejora que la *gamificación* puede suponer en el comportamiento y habilidades de los estudiantes, la mejora del proceso de evaluación en contextos gamificados, el fomento de la competencia amigable entre el alumnado y, por supuesto, la mejora en la adquisición de conocimientos.

Otro ejemplo del éxito de la *gamificación* en aulas universitarias es la experiencia que Lambruschini y Pizarro (2015) llevaron a cabo con estudiantes de la asignatura de tercer año "Gestión de Procesos" del grado de "Ingeniería de Sistemas Computacionales" de la Universidad de San Martín de Porres, en Perú. La educación en las universidades peruanas es compleja debido a que la mayor parte de los estudiantes trabaja y estudia de manera simultánea, especialmente en los últimos años de carrera. La mayor parte de ellos se limita a esforzarse en lo imprescindible para aprobar un determinado examen o entregar un trabajo sin profundizar, realmente, en el aprendizaje. Basándose en investigaciones sobre *gamificación* aplicada, se puso en marcha un sistema de premios denominado PEX ("*Points of Experience*"), donde a cada actividad le era asignada una determinada cantidad de puntos. Los resultados fueron determinantes, ya que la asistencia se incrementó del 60 al 86%. La puntualidad experimentó un aumento impresionante, pasando del 10 al 79% y la participación en los debates pasó del 15 al 47%.

En el contexto de la asignatura "*Multimedia Content Production*" del máster "*Information Systems and Computer Engineering*" en el "*Instituto Superior Técnico*" de Lisboa, Barata, Gama, Jorge y Gonçalves (2013) analizaron la implicación de los estudiantes en cursos previos y comprobó la baja participación en la plataforma Moodle, la baja asistencia a clase y la falta de interés por los materiales facilitados

(medida a partir del número de descargas, que era muy baja). Ante esta situación, y con la intención de aumentar la implicación y el interés del alumnado se decidió *gamificar* la asignatura. La metodología empleada consistía en premiar a los estudiantes a medida que finalizaban con éxito una actividad y en implementar una tabla con las clasificaciones donde se podían consultar los puntos obtenidos, ver las fotografías de los alumnos y el nivel alcanzado. Al finalizar la experiencia se comparó, utilizando diversas métricas, este curso *gamificado* con la versión no *gamificada* del curso anterior. Los resultados fueron muy positivos, ya que mostraban un claro aumento en el número de descargas de los materiales y, sobre todo, en la participación en los foros. El número de respuestas en los foros aumentó un 511% y el número de nuevos hilos abiertos se incrementó un 845%, lo cual denotaba no tan solo un espectacular incremento en la participación, sino también en la proactividad.

2.3. Jugando con la lógica combinacional

Una de las competencias que los estudiantes de grados relacionados con las telecomunicaciones, la informática o la electrónica deben adquirir es la capacidad de análisis y síntesis de circuitos secuenciales y combinacionales. Los estudiantes deben enfrentarse desde sencillas implementaciones de circuitos con puertas lógicas básicas hasta la intrincada anatomía de los circuitos integrados y, a menudo, el aprendizaje de la lógica combinacional y secuencial no resulta trivial. En este contexto, al alumnado, frecuentemente, le cuesta ver la diferencia entre la electrónica analógica y la digital a nivel práctico y se requieren de nuevas estrategias para que entiendan, por ejemplo, la finalidad de una tabla de verdad, o que las variables de entrada en un circuito pueden ser unos sensores y que la función de salida de la tabla puede significar la activación, o no, del receptor de un circuito.

Es escasa la literatura especializada que haga referencia al uso de la *gamificación* para enseñar lógica combinacional o fundamentos de sistemas digitales. No obstante, existen algunas experiencias interesantes. Por ejemplo, Wu, Zhu y Luo (2015) implementan un juego, denominado MineCircuit (basado en el ya citado MineCraft) para enseñar circuitos digitales a estudiantes de ingeniería electrónica. El diseño del juego, que se realiza a partir de un *framework* claro y bien definido, se basa en tres principios: guían a los estudiantes a través de retos de dificultad creciente (desde circuitos básicos a puertas CMOS o TTL de tres estados), combinan actividades de diseño de circuitos con aspectos del mundo real (por ejemplo, la distribución de agua desde un lugar más alto a uno más bajo se asimila a la manera de fluir de la corriente desde un nodo de potencial alto a uno de potencial más bajo) y, finalmente, la existencia de un hilo argumental desde el inicio del juego.

Otra experiencia de la *gamificación* aplicada a la enseñanza de circuitos digitales es la implementada en la Universitat Oberta de Catalunya, en el contexto de la asignatura de Fundamentos de Computación, impartida a distancia y donde las tasas de abandono son muy elevadas. Baneres (2016) explica

la evolución del proceso. Uno de los recursos de la asignatura es una herramienta de aprendizaje autónomo denominada VerilUOC para practicar ejercicios relacionados con el diseño de circuitos. Con un profesorado sensibilizado por las tasas de abandono, se decidió potenciar el uso de VerilUOC. Se comenzó creando un espacio WIKI como manual de referencia y un aula de laboratorio común con acceso para todo el alumnado, pero, a pesar de que se observó un incremento en la actividad, su uso no se vio reflejado en los resultados académicos. Se decidió, entonces, introducir elementos de *gamificación* para potenciar, por un lado, el laboratorio como aula donde compartir dudas sobre la resolución de problemas y, por otro, potenciar la implicación del alumnado en la asignatura. Se comenzó con el diseño de dos retos relacionados con la resolución de un conjunto mínimo de problemas que proporcionaban unas recompensas extras en las notas finales, pero el impacto fue mínimo. Se rediseñaron y definieron de nuevo los retos, se mejoró la experiencia de usuario y en una última fase se creó una competición, donde el alumnado podía ver su posición en un *ranking*, con la entrega de medallas de oro, plata y bronce. Los resultados obtenidos mostraron una ligera mejoría en lo que respecta al abandono y el uso de la herramienta citada.

3. La experiencia desarrollada

El bachillerato, desde hace años, incluye tres asignaturas de marcado perfil tecnológico, como son el Dibujo Técnico, la Electrotecnia y la Tecnología Industrial. Se trata de asignaturas de modalidad, cursadas en su totalidad o en parte por estudiantes que quieren cursar ciclos formativos de grado superior o ingenierías. Concretamente, en la asignatura de Tecnología Industrial⁶ (y en menor medida en la asignatura de Electrotecnia), se introducen conceptos básicos relacionados con circuitos lógicos combinacionales y secuenciales, puertas y funciones lógicas y procedimientos de simplificación de funciones.

El instituto barcelonés *Quatre Cantons del Poblenou*, fundado el curso 2011-2012, se caracteriza por desarrollar un proyecto educativo que da cabida a un conjunto de actividades, de marcado carácter transversal, denominadas “Trabajo globalizado de propuesta externa”. Se trata de propuestas de intervención que diversas entidades realizan al alumnado. Con una duración de unas 6 semanas y una dedicación de 8 horas semanales, el alumnado debe de situarse en la naturaleza del encargo o necesidad de la institución, idear la intervención, acción o propuesta y, de acuerdo con la entidad, llevarla a cabo. Debido a que los resultados son muy satisfactorios en la ESO, se ha querido prolongar la experiencia al bachillerato. En este sentido, el alumnado que cursa la asignatura de Tecnología Industrial 1 en primero de bachillerato ha recibido el encargo de organizar y tomar parte en la “Primera carrera de robots seguidores del distrito de *Sant Martí*”, concebida, preferentemente, bajo el paradigma

6 La asignatura de Tecnología Industrial se concreta en dos asignaturas: Tecnología Industrial 1 y 2 que se distribuyen en 1º y 2º de bachillerato respectivamente.

del *hardware* y *software* libre y para la cual necesitarán conocer algunos conceptos básicos de sistemas digitales. Por otro lado, el alumnado que cursa Tecnología Industrial 2 en segundo de bachillerato y pretende examinarse de la asignatura de Tecnología Industrial en las pruebas de acceso a la universidad debe resolver un ejercicio obligatorio sobre sistemas digitales que representa un 25% de la calificación total de la prueba y que presenta siempre la misma estructura: se plantea un problema cuyas especificaciones pueden modelarse mediante tres variables binarias de entrada y una función lógica de salida; se solicita, en primer lugar, la tabla de verdad del sistema, posteriormente la función lógica simplificada y, finalmente, la representación del esquema de puertas lógicas correspondiente.

Ante esta situación, se estimó oportuno llevar a cabo una experiencia de *gamificación* con el objetivo de que los estudiantes aprendan y consoliden conceptos básicos de sistemas digitales y lógica combinacional de una forma lúdica. El diseño e implementación de la prueba de concepto se realizó a partir del estudio de los diferentes "*framework*" descritos en el estado del arte y a partir de una actividad colaborativa con los estudiantes, todo ello relacionado con el uso de los videojuegos. El resultado de esta actividad se describe en la siguiente sección.

3.1. La lluvia de ideas

Con el objetivo de diseñar un juego centrado en el usuario, a lo largo de siete días se realizaron un conjunto de actividades colaborativas, a modo de lluvia de ideas, con el alumnado de 1º y 2º de bachillerato que cursa las asignaturas de Tecnología Industrial. De estas sesiones se obtuvieron los siguientes resultados:

- Los videojuegos, en general, les satisfacen porque les hacen tomar decisiones en poco tiempo, y eso les gusta.
- Valoran las situaciones que plantean retos asequibles, pero que a la vez impliquen cierta complicación. Cuando fallan quieren seguir jugando para equilibrar la situación.
- En general, no consideran prioritarios los hilos argumentales, sino que lo trascendente son las oportunidades de volver a intentar lo que no se domina hasta conseguirlo. En definitiva, aunque un juego no "explique una historia demasiado interesante" se sienten cómodos en un entorno que controlan y gestionan y, si es posible, que tenga pocas reglas o normas. Las jugadoras y jugadores más ocasionales valoran que los juegos sean rápidos, intuitivos y que no exijan un alto grado de conocimiento.
- En los juegos también buscan el reconocimiento social dentro del grupo. Son muy competitivos, les gusta lucir los resultados que obtienen y ser admirados cuando ocupan las primeras posiciones en los *rankings*.

GAMIFICACIÓN

en el ámbito educativo



La gamificación consiste en utilizar técnicas, elementos y dinámicas propias de los juegos y el ocio en actividades no recreativas con la finalidad de potenciar la motivación y de reforzar la conducta para solucionar un problema o alcanzar un objetivo.

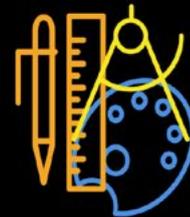
Objetivos



Aumentar la motivación y la implicación del alumnado

Mejorar los resultados y consolidar aprendizajes

Debilidades



Dificultades en el proceso evaluador

Ausencia de un diseño claro y formal

Elementos comunes de soluciones gamificadas



PUNTOS

Permiten comparar los logros de un alumno respecto al resto



NIVELES

Animan al alumnado a progresar y superar nuevos retos



RANKINGS

Muestran la clasificación del alumnado



INSIGNIAS

Una forma visible de recompensa



RETOS

Animan a los estudiantes a completar determinadas actividades

Mecanismos eficientes



Emplear nuevas tecnologías



Feedback continuo de la evolución del alumno



Uso de hilos narrativos



Tener claro el tipo de alumnado

Figura 2. Infografía: "La gamificación en el ámbito educativo". Elaboración propia

-
- Consideran imprescindible un *feedback* por parte del juego para saber en todo momento dónde están y qué posición ocupan respecto al resto de jugadores.

Finalmente, se puede afirmar que la relación que la mayoría tiene con los juegos acostumbra a ser vertiginosa, descubren un juego que les gusta, se “enganchan” y abusan durante un tiempo para después abandonarlo para siempre.

A partir de estas especificaciones se diseñó el juego en cuestión, tal como se describe en las siguientes secciones.

3.2. Diseño del juego

La infografía de la Figura 2 sintetiza el diseño del juego. En primer lugar, el objetivo principal del juego es aprender y consolidar los conceptos relacionados con la lógica combinacional. El juego debe motivar a los alumnos e implicarlos en el proceso de aprendizaje. Para el diseño del juego se ha tenido presentes dos aspectos. 1) La presencia de elementos comunes en las soluciones *gamificadas* como son los puntos de experiencia, los niveles, los *rankings*, las insignias y los retos de dificultad creciente. 2) En base a los resultados de la lluvia de ideas, se ha tenido en cuenta el tipo de alumnado a quien va dirigido, la experiencia de usuario mediante la utilización de las TIC, la información de su evolución en el proceso de aprendizaje y *feedback* continuo para mejorar las soluciones de los ejercicios. El uso de hilos narrativos era un objetivo a tener en cuenta que al final no se ha aplicado y se deja como trabajo futuro.

Finalmente, se ha optado por una metodología SCRUM de implementación, para obtener resultados a muy corto plazo y con diversas iteraciones donde los estudiantes de la asignatura han tenido un rol importante de “*testers*” para la implementación de una versión inicial del juego.

3.3. Definición de actividad

Antes de definir el juego y presentar la plataforma implementada es importante describir el tipo de actividad de aprendizaje del juego. Aunque, como se ha descrito anteriormente, el objetivo es “aprender de forma lúdica”, no tenemos que olvidar que el alumno “debe aprender”. Una actividad está formada por 4 ejercicios consecutivos. Un ejercicio consiste en la definición de una función lógica en formato de tabla de verdad o expresión booleana. El estudiante debe proponer un circuito combinacional con un conjunto de puertas predeterminadas que define el profesor en el momento de generar el enunciado. Actualmente se dispone de tres niveles de dificultad: inicial, intermedio y experto. La dificultad viene determinada por la complejidad de la función lógica que se tiene que

diseñar, el número de entradas y el tipo de puertas disponibles para hacer el ejercicio. Debemos tener en cuenta que no se pide el diseño mínimo a dos niveles que nos podría dar un método simple de optimización como Karnaugh Maps, sino que el alumno debe utilizar las propiedades del álgebra de Boole para transformar la función en una que se pueda representar con las puertas que permite el ejercicio. Nótese que en esta primera versión del juego no se permiten bloques combinacionales complejos como multiplexores o codificadores.

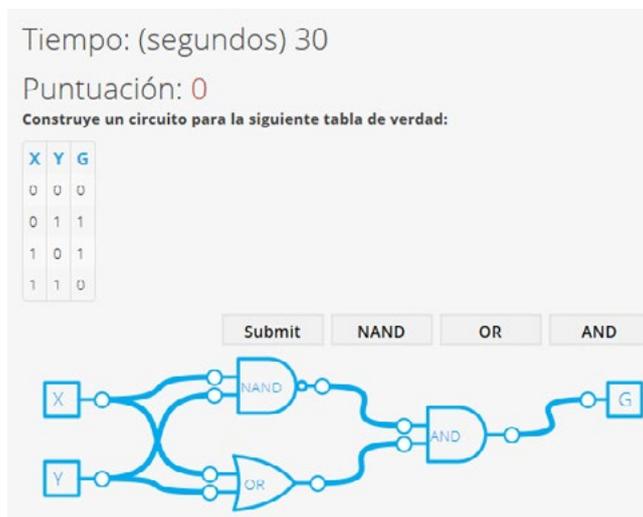


Figura 3. Circuito de nivel intermedio

Un ejemplo de ejercicio de nivel intermedio se muestra en la Figura 3. La función que se pide es una simple XOR ($xy' + x'y$), pero el ejercicio se complica al no permitir en este nivel ni puertas XOR ni negadores NOT combinadas con puertas AND y OR. Esta solución obtenida por un alumno, resuelve el ejercicio proporcionando la solución $(xy)'(x+y)$ que es funcionalmente equivalente a la función XOR pedida en el enunciado.

Es importante que el estudiante tenga algún *feedback* en caso de error para poder mejorar el circuito diseñado. El juego devuelve un *feedback* en términos de valores para las señales de entrada de la función que son incorrectos en el circuito diseñado. El objetivo es que el alumno analice el error y mediante un proceso de prueba y error pueda obtener la solución correcta.

La Figura 4 muestra un diseño incorrecto para el ejercicio anterior. El circuito implementa la función $((xy)'(xy))'$ que con diferentes propiedades del álgebra de Boole se obtiene la función simple xy . Como podemos observar, se devuelve un *feedback* de los minterminos (o valores de las entradas) donde se encuentra el error.

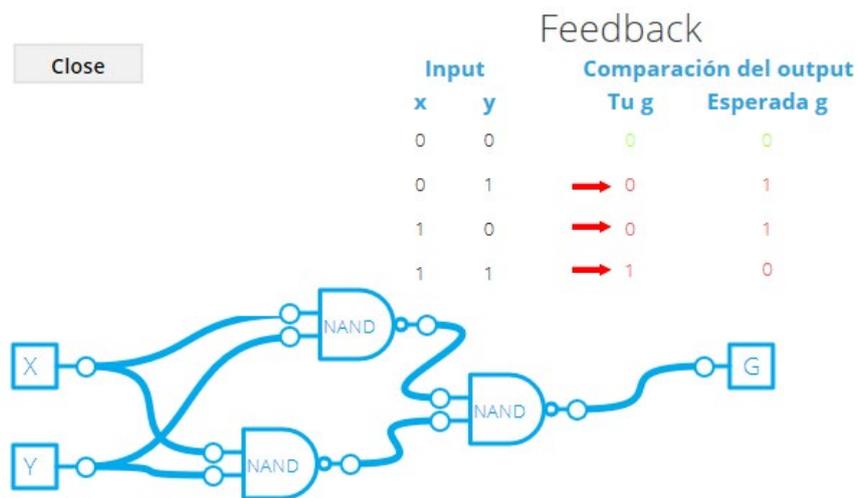


Figura 4. Feedback con las tablas de verdad del circuito propuesto y del requerido

3.4. Interfaz del juego

El juego se ha diseñado con las siguientes especificaciones.

- Juegos cortos de 4 ejercicios consecutivos.
- Definición de tres niveles de dificultad.
- Consulta de la clasificación.
- Consulta de la evolución personal.
- Configuración de la privacidad de datos.

Puertas y circuitos lógicos

Aprende lógica combinacional jugando

Salir

Menú principal



Figura 5. Menú principal

El juego se ha implementado como una aplicación web que se puede observar en la Figura 5. El alumnado participante accede mediante un nombre de usuario y una contraseña. Desde el menú principal, el estudiante puede comenzar un nuevo juego, consultar la clasificación (*ranking*), su evolución personal y configurar la privacidad de datos.

Los diferentes niveles de juego siempre están activos. De esta forma, un estudiante puede probar desde el primer acceso los diferentes niveles de dificultad disponibles.

La mecánica del juego es: consiste en ir implementando circuitos lógicos con las puertas lógicas facilitadas con la particularidad de que hay un cronómetro activo. Si se implementa un circuito correcto, el usuario obtiene 100, 125 o 150 puntos (a los que se restan el número de segundos consumidos en implementar el circuito) dependiendo del nivel de dificultad. Nótese que, en caso de obtener puntos negativos como resultado de un ejercicio, se obtienen 0 puntos.

Si el circuito implementado es incorrecto, se restan 50, 75 o 100 puntos, (dependiendo de si el ejercicio corresponde al nivel inicial, medio o experto) y se proporciona la tabla de verdad del circuito propuesto por el alumno comparada con la requerida, de manera que se puedan observar las combinaciones incorrectas. Al superar un nivel determinado, la puntuación se almacena en el sistema.

Como hemos descrito, el juego tiene otras opciones de consulta. La opción "*ranking*" permite consultar la clasificación, donde aparecen las 15 máximas puntuaciones obtenidas por los miembros participantes. La opción "evolución personal" muestra el número de participaciones totales, la puntuación acumulada, la media de puntos obtenidos y su nivel (bit, byte o kilobyte) que depende del número de participaciones en el juego.

Es importante remarcar que inicialmente esta información no es pública (tan solo el profesor puede consultar el "*ranking*") y es decisión de los estudiantes mantener su privacidad o mostrar sus resultados al resto del grupo. Además, la configuración permite añadir un alias para que los alumnos que aun saliendo en el ranking quieran mantenerse en el anonimato.

3.5. La implementación del juego

La prueba de concepto se ha implementado utilizando tecnologías HTML5, PHP, MariaDB y JavaScript. En la parte cliente (el navegador) se ejecutan los *scripts* que comparan las soluciones propuestas con las tablas esperadas. Para ello se ha utilizado una librería desarrollada por Ville Karavirta⁷ y publicada bajo licencia MIT. En el servidor se alojan los ficheros php con los diferentes ejercicios propuestos

7 Lechef - JavaScript Logic Circuit Exercise Framework: <https://devpost.com/vkaravir>

y es desde donde se controlan, también, las validaciones de los usuarios y las variables de sesión. También se aloja en el servidor la base de datos relacional que contiene dos únicas tablas. En la tabla “clasificación” se almacenan el nombre de usuario, la fecha del ejercicio, la puntuación obtenida y el nivel correspondiente. En la tabla “privacidad” se guarda la decisión de hacer pública o no la puntuación obtenida (por defecto se define como privada) y el alias del alumno.

4. Resultados de la experiencia

La prueba se hizo en la asignatura de Tecnología Industrial en un grupo de 17 alumnos, de los cuales 13 son de Tecnología Industrial 1 y 4 de Tecnología Industrial 2. Los alumnos participaron previamente en la lluvia de ideas y por lo tanto conocían el objetivo del juego. Hemos de remarcar que previamente el profesor había explicado los conceptos teóricos de la lógica combinacional en clase. Por lo tanto, el juego sirvió, en cierta manera, para practicar de forma lúdica los conceptos teóricos desarrollados.

Uno de los grandes agentes motivadores en las soluciones *gamificadas* es el premio, ya sea ofrecido en forma de reconocimiento (como por ejemplo la aparición en las posiciones altas en la tabla de clasificación) o en forma de recompensa. En este sentido, antes de comenzar a jugar, los estudiantes fueron informados de la recompensa que obtendrían: “Quien complete, al menos, 4 juegos en cada uno de los tres niveles, obtendrá medio punto extra en la nota final del trimestre. También se premiará con un punto extra en la nota final a quien obtenga una de las tres puntuaciones medias más altas habiendo jugado, al menos, doce veces”.

Puertas y circuitos lógicos Evolución y participación

PARTICIPACIONES	USUARIO	PUNTUACION ACUMULADA	NIVEL
24	byteater	11526	kilobyte
19		8894	kilobyte
16		6766	kilobyte
15	DeathShadow	6751	kilobyte
14	circuitkiller	6246	kilobyte
14	xorizo	5697	kilobyte
14	Megabyte	6120	kilobyte
9		3743	byte
8	phexom	2947	byte
7		2295	byte
6	DarkTears	2134	byte
6		2333	byte
6		2107	byte
5		1821	byte
5		1750	byte
4		1457	bit
2	Rpg2000	601	bit

Figura 6. Participaciones después de tres semanas de juego

Después de tres semanas de juego el resultado del *ranking* se halla en la Figura 6. Siete estudiantes habían completado el número mínimo de participaciones necesarias para recibir la recompensa. De estos siete, una alumna prefirió centrarse en conseguir la media más alta y tan solo ha participado en los niveles intermedio y experto, por lo que recibió un punto de recompensa. Dos alumnos recibieron 1,5 puntos: medio punto por completar, al menos, cuatro juegos de cada nivel y un punto por haber registrado la segunda y la tercera posición del ranking. Finalmente, cuatro estudiantes recibieron medio punto de recompensa. El resto no recibió ninguna recompensa al no haber completado el número de ejercicios mínimos requeridos.

Nótese que los alumnos participaron como beta “testers” en las primeras versiones del juego y dieron su opinión para obtener la versión final. Gracias a sus habilidades encontraron posibles debilidades del juego y propusieron mejoras. Estas pruebas se hicieron durante el primer trimestre del curso 2016-2017. Al realizar la prueba final a finales del trimestre (diciembre 2016), algunos alumnos renunciaron a la recompensa, ya que los ejercicios que ofrecía el juego eran los mismos y ya no les motivaba. Por lo tanto, una mala planificación de la prueba final comprometió los resultados de la experiencia. De todos modos, este resultado se debe valorar en base a los comentarios previos de los alumnos en la lluvia de ideas. Muchos alumnos se sintieron motivados por el juego durante el test de la aplicación. Se engancharon al juego durante las diferentes pruebas, pero durante la valoración final ya no les motivaba para continuar utilizándolo. Por lo tanto, los alumnos se comportaron tal como se definieron en un principio.

4.1. Valoración de los estudiantes

Para conocer la opinión de los estudiantes se implementó un cuestionario formado por un primer bloque de preguntas cerradas de elección única donde la valoración de las mismas se realizó utilizando la escala de Likert del 1 al 5 (siendo 5 el valor que corresponde a estar totalmente de acuerdo) y un segundo bloque formado por seis preguntas abiertas. El primer bloque se dividió, a su vez, en tres partes. En la primera se perseguía su opinión sobre el juego “Aprende lógica combinatorial jugando” mediante preguntas relacionadas con la jugabilidad, la estructura, el aspecto, etc. La segunda parte estaba centrada en averiguar el estado de ánimo de los estudiantes mientras juegan. La tercera, finalmente, estaba concebida para valorar la opinión de los estudiantes respecto a la consolidación de contenidos de lógica combinatorial. Las preguntas abiertas permitieron al alumnado expresar su opinión sobre los aspectos positivos o negativos del juego, describir los problemas técnicos que pudieron aparecer, sugerir alguna mejora o explicar el motivo de mantener (o no) el anonimato en las listas de clasificación.

La encuesta la respondieron 10 alumnos (58% de participación). Es un valor suficientemente elevado

para extraer conclusiones y analizar las opiniones iniciales sobre la jugabilidad del juego. Para reducir la extensión del análisis del cuestionario se ha optado por indicar conclusiones generales de la opinión de los alumnos.

En cuanto al juego "Aprender lógica combinacional jugando" lo consideran entretenido (73%), fácil de jugar (80%), de aspecto agradable (70%), con un número de niveles adecuado (75%) y que está bien organizado (90%). Al parecer, el paso de los segundos del cronómetro hace que un porcentaje elevado se sienta presionado (75%), aunque no tienen, en general, un sentimiento de frustración cuando fallan (30%). También afirman que han aprendido con el juego (78%), cumpliéndose sus expectativas, y que el *feedback* proporcionado les ha resultado de utilidad (78%).



Figura 7. Estado de ánimo de los estudiantes según la encuesta

El análisis del estado de ánimo se puede observar en la Figura 7. Mientras jugaban, según sus palabras, se han sentido animados, contentos, tranquilos y optimistas. Los sentimientos relacionados con haberse cansado y sentirse hartos no tienen una valoración muy alta.

Casi la totalidad del alumnado que ha respondido al cuestionario cree que el juego les ha ayudado a consolidar los contenidos básicos de la lógica combinacional (85%) y han entendido que las tablas se pueden sintetizar en circuitos lógicos (93%). Han entendido cómo aplicar teoremas del álgebra de Boole y leyes de De Morgan para resolver algunos ejercicios (78%) y han entendido que una función lógica, una tabla de verdad y un circuito lógico son tres maneras diferentes de representar la misma información (95%).

Respecto a las preguntas abiertas, destacan la jugabilidad y la dificultad incremental en los niveles como aspectos positivos del juego. Han detectado algunos problemas técnicos, como la necesidad de ser muy precisos a la hora de realizar las conexiones entre las entradas y salidas de las puertas lógicas y han apuntado algunas mejoras de diseño, como por ejemplo la posibilidad de consultar el número de veces que han jugado cada nivel y la puntuación obtenida en cada caso (actualmente solo pueden consultar las 15 mejores puntuaciones y el número total de veces que han completado el juego

con la puntuación acumulada). Otro aspecto a mejorar, consiste en introducir cierta aleatoriedad. En este sentido, sugieren que dentro de un determinado nivel, exista la posibilidad de jugar diferentes ejercicios en diferentes sesiones. Finalmente, en lo que respecta a la privacidad, la mayor parte prefiere publicar sus resultados y poder comparar su rendimiento y puntuación con la del resto del grupo, aunque sea con un alias.

5. Conclusiones

Los cambios en la forma de aprender en primaria y secundaria son una realidad. Mientras el pensamiento computacional no esté en el currículo escolar de forma obligatoria, los profesores deben usar metodologías innovadoras para introducir esta competencia necesaria para los jóvenes. En este artículo se ha presentado una metodología posible basándose en la *gamificación* del aprendizaje.

El aumento de artículos científicos relacionados con la *gamificación* en las aulas de todo el mundo es una realidad. Desde el punto de vista docente, la incorporación de la *gamificación* supone una forma de fomentar el trabajo en el aula conectando con los intereses de los niños y adolescentes (nativos digitales), además de reforzar la calidad del aprendizaje a través de la interacción social y proyectos proactivos basados en el uso de algo que les resulta tan familiar como son las TIC.

La mayoría de estas soluciones *gamificadas* incluyen una serie de elementos comunes y consensuados, como son los puntos de experiencia (puntos que los jugadores van acumulando a medida que juegan y que representan su progreso), los niveles, los *rankings*, las insignias y los retos. También emplean un conjunto de mecanismos eficaces: el uso de las nuevas tecnologías, un *feedback* continuo que permita a los estudiantes conocer su evolución a lo largo del juego, el uso de hilos narrativos y, finalmente, tener muy claro el tipo de alumnado al cual va dirigida la solución *gamificada*. También se han detectado, esencialmente, dos debilidades. La primera está relacionada con las dificultades aparecidas en los procesos evaluadores, mientras que la segunda hace referencia a la ausencia de *frameworks* que faciliten un diseño claro y formal de los juegos.

Como trabajo futuro se prevé implementar, en el nivel experto, problemas de Tecnología Industrial similares a los planteados en las pruebas de acceso a la universidad (PAU) en Cataluña (descritos en la Sección 3) para aumentar la motivación de los alumnos. Además, se propone controlar los niveles de dificultad para que sean incrementales, en el sentido de que primero un alumno debe completar un nivel para llegar al siguiente. Esta configuración permitirá que el alumno sienta que está evolucionando en el juego y su sentimiento de compromiso e implicación sea más elevado y satisfactorio.

6. Agradecimientos

Se quiere agradecer la colaboración prestada por las alumnas y los alumnos de la asignatura Tecnología Industrial de primero y segundo de bachillerato del *Institut Quatre Cantons del Poblenou*. Esta experiencia docente no habría sido posible sin su ayuda.

Este trabajo ha sido financiado por el proyecto nacional: TIN2013-45303-P "ICT-FLAG: Enhancing ICT education through Formative assessment, Learning Analytics and Gamification".

7. Referencias

Baneres, D. (2016). Aprendiendo jugando fundamentos de sistemas digitales. En *Actas de las XXII Jornadas de Enseñanza Universitaria de la Informática, Jenui 2016* (pp. 269-276). Universidad de Almería.

Barata, G., Gama, S., Jorge, J., y Gonçalves, D. (2013). Engaging engineering students with gamification. En *Games and Virtual Worlds for Serious Applications (VS-GAMES), 2013 5th International Conference on* (pp. 1-8). EEUU: IEEE. doi: <https://doi.org/10.1109/vs-games.2013.6624228>

Caponetto, I., Earp, J., y Ott, M. (2014). Gamification and education: A literature review. En *ECGBL 2014: Eighth European Conference on Games Based Learning* (pp. 50-57).

Contreras, R. S. (2016). *Gamificación en aulas universitarias*. Bellaterra: Instituto de la Comunicación, Universitat Autònoma de Barcelona.

Eguía Gómez, J. L., Contreras Espinoza, R. S., y Solano Albajés, L. (2015). Juegos digitales desde el punto de vista de los profesores: Una experiencia didáctica en aulas primaria catalanas. *Education in the Knowledge Society (EKS)*, 16(2), 31-48.

Espinosa, R. S. C., y Gómez, J. L. E. (2012). Videojuegos en dispositivos móviles para desarrollar competencias en alumnos de primaria. En *Mobile Communication 2012: Experiències i recerques sobre comunicació mòbil* (pp. 56-64). Grup de Recerca d'Interaccions Digitals.

Fadel, L. M., Batista, C., Ulbricht, V. R., y Vanzin, T. (2014). *Gamificação na educação*. Pimenta Cultural.

García-Peñalvo, F. J. (2016). Proyecto TACCLE3 – Coding. En F. J. García-Peñalvo & J. A. Mendes (Eds.), *XVIII Simposio Internacional de Informática Educativa, SIIE 2016* (pp. 187-189). Salamanca, España: Ediciones Universidad de Salamanca.

Hamari, J., Koivisto, J., y Sarsa, H. (2014). Does gamification work? A literature review of empirical studies on gamification. En *2014 47th Hawaii International Conference on System Sciences* (pp. 3025-3034). EEUU: IEEE.

Lambruschini, B. B., y Pizarro, W. G. (2015). Tech—Gamification in university engineering education: Captivating students, generating knowledge. En *2015 10th International Conference on Computer Science & Education (ICCSE)* (pp. 295-299). EEUU: IEEE.

Llorens-Largo, F., Gallego-Durán, F. J., Villagrà-Arnedo, C. J., Compañ-Rosique, P., Satorre-Cuerda, R., y Molina-Carmona, R. (2016). Gamification of the Learning Process: Lessons Learned. *IEEE Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje*, 11(4), 227-234. doi: <http://dx.doi.org/10.1109/RITA.2016.2619138>

Llorens-Largo, F., Villagrà-Arnedo, C. J., Gallego-Durán, F. J., Satorre-Cuerda, R., Compañ-Rosique, P., y Molina-Carmona, R. (2016). LudifyMe: An Adaptative Learning Model Based on Gamification. En S. Caballé y R. Clarisó (Ed.). *Formative Assessment, Learning Data Analytics and Gamification in ICT Education*. Elsevier-Academic Press. doi: <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-803637-2.00012-9>

Mora, A., Riera, D., González, C., y Arnedo-Moreno, J. (2015). A literature review of gamification design frameworks. En *Proceedings of 2015 7th International Conference on Games and Virtual Worlds for Serious Applications (VS-Games)* (pp. 1-8). EEUU: IEEE. doi: <https://doi.org/10.1109/vs-games.2015.7295760>

Nebel, S., Schneider, S., y Rey, G. D. (2016). Mining learning and crafting scientific experiments: a literature review on the use of Minecraft in education and research. *Journal of Educational Technology & Society*, 19(2), 355-366.

Martín del Pozo, M. (2015). Videojuegos y aprendizaje colaborativo. Experiencias en torno a la etapa de Educación Primaria/Video games and collaborative learning. Experiences related to Primary Education. *Education in the Knowledge Society*, 16(2), 69-89. doi: <https://doi.org/10.14201/eks20151626989>

Rubio, E. P. (2014). Juegos como elemento docente en un entorno TIC. *Revista Aequitas: Estudios sobre historia, derecho e instituciones*, (4), 407-416.

Sanmugam, M., Abdullah, Z., Mohamed, H., Aris, B., Zaid, N. M., y Suhadi, S. M. (2016). The affiliation between student achievement and elements of gamification in learning science. En *Proceedings of 2016 4th International Conference on Information and Communication Technology (ICoICT)* (pp. 1-4). EEUU: IEEE. doi: <https://doi.org/10.1109/ICoICT.2016.7571962>

Toda, A. M., do Carmo, R. S., Silva, A. L., y Brancher, J. D. (2014). Project SIGMA-An Online tool to aid students in Math lessons with gamification concepts. *International Conference of the Chilean Computer Science Society (SCCC)* (pp. 50-53). doi: <https://doi.org/10.1109/sccc.2014.35>

Wu, Q., Zhu, Y., y Luo, Z. (2015). A Gamification Approach to Getting Students Engaged in Academic Study. *Bulletin of the IEEE Technical Committee on Learning Technology*, 17(4), 26-29.

Página intencionadamente en blanco

Educando en privacidad en el uso de las redes sociales

Educating in Privacy in the Use of Social Networks

Estefanía Argente, Emilio Vivancos, José Alemany, Ana García-Fornes

Departamento de Sistemas Informáticos y Computación, Universitat Politècnica de València, España. {eargente, vivancos, jalemany1, agarcia}@dsic.upv.es

Resumen

Muchos adolescentes utilizan ampliamente las redes sociales para incrementar su sociabilidad sin ser conscientes del valor de la información compartida y de los riesgos potenciales existentes relacionados con su privacidad y seguridad en la red. La utilización indebida o la divulgación sin permiso de la información privada de los usuarios puede tener consecuencias no deseadas en la vida de las personas. Por ello, la prevención y formación en la protección de los datos resulta fundamental para evitar riesgos en Internet. Diversos autores consideran que la formación en el buen uso de las redes sociales debería estar integrada en el currículo formativo de los adolescentes y centrarse no solo en la formación teórica, sino también en fomentar cambios en actitudes y comportamiento. Por este motivo, hemos desarrollado una aplicación de red social de acceso restringido, llamada Pesedia, que permite educar a niños y adolescentes sobre los riesgos de las redes sociales y además fomentar el cambio de actitud hacia un uso responsable y adecuado de la privacidad en las redes sociales. Utilizando esta red social, se ha realizado una experiencia con 134 niños de entre 12 y 14 años, en el marco de la Escola d'Estiu 2016 (Escuela de Verano) de la Universitat Politècnica de València. Mediante un conjunto de juegos propuestos, los niños y adolescentes interactúan en Pesedia y aprenden a detectar acciones de riesgo que, de llevarse a cabo en una red social pública, podrían comprometer su privacidad. Con dichos juegos se les concientiza, entre otros aspectos, sobre los peligros de la exposición pública de los datos, del etiquetado y geo-posicionamiento de las fotos, la descontextualización de las conversaciones, así como las repercusiones futuras de nuestra huella digital.

En este artículo presentamos las características de esta red social, los talleres desarrollados y los principales resultados de esta experiencia.

Abstract

Many adolescents use social networks extensively to increase their sociability without being aware of the value of their shared information and the potential risks related to their privacy and security in the network. Misuse or unauthorized disclosure of users' private information may have unexpected consequences on people's lives. Therefore, prevention and training in data protection is essential to avoid risks on the Internet. Several authors consider that training in the proper use of social networks should be integrated into the formative curriculum of adolescents and focus not only on theoretical training but also on promoting changes in attitudes and behavior.

For this reason, we have developed a restricted access social network application (called Pesedia), which allows children and adolescents to be educated about the risks of social networks and also encourages a change of attitude toward a responsible and adequate use of privacy in social networks. Using Pesedia, an experience has been realized with 134 children between 12 and 14 years, within the framework of Escola d'Estiu 2016 (Summer School) of the Universitat Politècnica de València. Through a set of proposed games, children and adolescents interact in Pesedia and learn to detect risky actions that, if carried out in a public social network could compromise their privacy. With such games, children and adolescents are aware of, among other things, the dangers of public exposure of data, the labeling and geo-positioning of photos, the decontextualization of conversations, as well as the future repercussions of our digital fingerprint.

In this article, we present the characteristics of this social network, the developed workshops, and the main results of this experience.

Palabras Clave

Redes sociales (en línea); Protección de datos; Adolescencia; Educación; Internet; Acceso a la información.

Keywords

Social networks (online); Data protection; Adolescence; Education; Internet; Access to information.

Recepción: 25-04-2017

Revisión: 10-05-2017

Aceptación: 25-05-2017

Publicación: 30-06-2017

1. Introducción

La comunicación entre las personas ha cambiado radicalmente en los últimos años. Con la aparición de las redes sociales (RRSS) la gente comparte información personal y privada sensible de ser utilizada por terceras partes sin su conocimiento. Esta situación ha dado lugar a la necesidad de gestionar con mucha más precisión la información que se comparte en las RRSS. Este aspecto es especialmente relevante en el dominio educativo, donde los niños y adolescentes forman uno de los grupos más vulnerables de nuestra sociedad y, por ello, deben ser objeto de protección.

Por otra parte, los jóvenes tienen un papel clave que desempeñar en nuestra sociedad. Con frecuencia son los impulsores de nuevos comportamientos y concepciones. En particular, los jóvenes constituyen uno de los grupos de consumidores de tecnología digital más activos y entusiastas (García-Peñalvo, 2016; García-Peñalvo & Kearney, 2016).

El uso del ordenador en España entre los niños de 10 años alcanzó en el año 2016 un 92,6%, llegando esta cifra al 97,1% en el caso de los adolescentes de 15 años. Así mismo, un 98% de los adolescentes españoles mayores de 15 años ha usado internet y un 93,9% tiene un teléfono móvil (Instituto Nacional de Estadística [INE], 2016). A partir de estas estadísticas es fácil entender por qué la mayoría de psicólogos, como Enrique Madrid, Psicólogo de la Unidad de Prevención de Conductas Adictivas de Mislata (Valencia), afirman que “Los padres deben inculcar a sus hijos una especie de conducta ética y social para que los jóvenes aprendan cuanto antes un uso correcto de las redes sociales” (Sequeiros, 2016).

Según un estudio de 2013 (Madden, et al., 2013) un usuario típico adolescente tiene unos 300 amigos en Facebook y unos 80 seguidores en Twitter. Además, los jóvenes cada vez comparten mucha más información personal en las RRSS. Así, el 91% publican fotos en las que aparecen ellos; el 92% publican su verdadero nombre; el 84% publican sus intereses (películas, música, libros que les gustan); el 71% publican información sobre su escuela y localidad donde residen; el 53% publican su email; y el 20% su número de teléfono.

En general, los adolescentes muestran más información personal y utilizan menos las opciones de la configuración de la privacidad de las RRSS que los adultos (Christofides, Muise, & Desmarais, 2012). Además, en general, los hombres revelan más información básica (por ejemplo, fecha de nacimiento, lugar de nacimiento y situación sentimental) y de contacto (direcciones de correo electrónico y números de teléfono) que las mujeres (Special & Li-Barber, 2012). Las motivaciones principales para revelar información privada en la red social (Walters & Ackerman, 2011) son la compartición de información con amigos y conocidos, el mantenerse al día con las tendencias, mostrar popularidad,

así como utilizarlas como medio para almacenar información.

Los riesgos a los que se enfrentan los adolescentes en las RRSS son básicamente los mismos a los que hacen frente en general en Internet. Estos riesgos se clasifican (De-More, et al., 2008) en: riesgos de contacto, riesgos de contenido y riesgos comerciales. Los riesgos de contacto se producen por el uso de las RRSS como medio para comunicarse y establecer contacto con otros (Lange, 2007). Este es generalmente el riesgo en el que se centran la mayoría de las políticas de concienciación en adolescentes sobre el uso de internet y las RRSS, a fin de reducir los problemas de ciberacoso, *grooming*, o *sexting*, que tanta alarma social generan.

Los riesgos de contenido se basan en el contenido propio de los mensajes, como por ejemplo mensajes de odio (Vanderhoven, Schellens, & Valcke, 2014). La información de contenido inapropiado que aparece en las RRSS pueden ser tanto intencionada, con el propósito de herir a alguien, como involuntaria, cuando se publica algo que puede ser malinterpretado. Para evitar este tipo de riesgos, se debe formar a los adolescentes para que desarrollen habilidades críticas para juzgar la fiabilidad de la información (Vanderhoven, et al., 2014), y comprender la repercusión de sus actos, incluso a nivel legal.

Finalmente, los riesgos comerciales incluyen el uso indebido de datos personales, especialmente por parte de empresas. Este tipo de riesgos es normalmente visto como el menos peligroso, aunque es también el más extendido, ya que en general solemos aportar datos personales como nuestro nombre, dirección o teléfono, cuando nos los requieren en cualquier comercio o gestión comercial. Sin embargo, una exposición indebida de estos datos personales, como por ejemplo su publicación en el muro de RRSS, puede favorecer no solo este riesgo comercial, sino también los riesgos de contacto y, en su caso, de contenido. Convendría, por tanto, formar también a los adolescentes en el buen uso de sus datos personales y la privacidad de los mismos.

Las RRSS, como por ejemplo Facebook, provocan normalmente la descontextualización de la información que proporcionan los participantes (Dumortier, 2009). Es decir, la información se utiliza o interpreta en un contexto distinto de aquel para el que se creó. Esta amenaza de la descontextualización se debe a tres de las características principales de las RRSS (Dumortier, 2009): (i) la simplificación de las relaciones sociales; (ii) la amplia difusión de la información; y (iii) los efectos de la globalización y normalización. Así, aunque en el mundo real apenas llegamos a unos 50 amigos, en el mundo virtual se suelen contar por cientos. Normalmente, las RRSS facilitan medios para organizar esta ingente cantidad de "amigos", mediante listas de amigos, etiquetado, etc. Sin embargo, el etiquetado de amigos y la creación de listas de amigos no son hechos conscientes en el mundo real y es, por tanto, necesario formar a los adolescentes a realizar esta clasificación de forma apropiada.

Por otro lado, aunque en el mundo real es excepcionalmente improbable que la información sobre una persona sea interesante a más de dos grados de información (“el amigo de un amigo”) (Dumortier, 2009), en las RRSS la difusión de la información, con nombres y apellidos, se ve impulsada por la presencia de una red visible de amigos en el perfil de cada participante. De este modo, lo que antes podrían contarte como “a un amigo le ha pasado esto..”, sin entrar en detalles de quién es ese amigo concreto, en las RRSS esos detalles concretos sí que aparecen, pues podremos tener acceso al muro de “amigos de amigos”. Asimismo, el etiquetado de las fotos o vídeos puede causar una amplia difusión de la información, pues la etiqueta proporciona un acceso directo al perfil del usuario representado.

Por último, los efectos de la globalización y normalización implican: (i) que para poder controlar lo que “se habla” de uno mismo en las RRSS debes estar registrado en ellas; y (ii) como “todo el mundo” está en las RRSS, si alguien no lo está es porque quizás “tiene algo que ocultar”. Por tanto, nuestros adolescentes se sienten obligados a formar parte de las RRSS, bien sea para integrarse en el mundo que les rodea, como para ser actor activo en el control de su identidad informativa (Dumortier, 2009).

Aunque cada individuo tiene diferentes niveles de preocupación sobre su privacidad, basados en sus propias percepciones y valores (Joinson & Paine, 2007; Buchanan, Paine, Joinson, & Reips, 2007), diversos estudios (Lewis, Kaufman, & Christakis, 2008) confirman que cuantos más amigos con perfil privado tenga un adolescente, mayor será la disponibilidad del adolescente por mantener su propio perfil privado. Muchos niños y adolescentes hacen un gran uso de las RRSS para incrementar su sociabilidad, pero no son conscientes del valor de la información que comparten y de los riesgos potenciales existentes relacionados con su privacidad y seguridad en la red. En este ámbito la prevención y la formación es la primera barrera para evitar riesgos en Internet. Por este motivo, varios autores consideran que la formación en el buen uso de las RRSS debería formar parte del currículo formativo de los jóvenes (Meseguer, et al., 2015) no solo en la formación teórica, sino también fomentando cambios en actitudes y comportamiento (Vanderhoven, et al., 2014). Para facilitar esta tarea hemos desarrollado una aplicación de red social de acceso restringido (llamada Pesedia), que permite educar a niños y adolescentes sobre los riesgos de las RRSS y además fomentar el cambio de actitud hacia un uso responsable y adecuado de la privacidad en las RRSS. En la red social Pesedia, los jóvenes se relacionan al igual que harían en una red social pública, con la ventaja de que, al ser de acceso restringido, está totalmente controlado quién puede acceder a ella, reduciendo así las amenazas asociadas al riesgo de contacto.

Utilizando esta red social, se ha realizado una experiencia con 134 adolescentes de entre 12 y 14 años, en el marco de la Escola d’Estiu 2016 (Escuela de Verano) de la Universitat Politècnica de València (UPV). Mediante un conjunto de juegos propuestos, los adolescentes interactúan a través de la red social Pesedia y aprenden a detectar acciones de riesgo que, de llevarse a cabo en una

red social pública, podrían comprometer su privacidad. Utilizando la “gamificación” en Pesedia, se les concienta, entre otros aspectos, sobre los peligros de la exposición pública de los datos, la descontextualización de las conversaciones, del etiquetado y geo-posicionamiento de las fotografías, así como las repercusiones futuras de la huella digital.

2. Objetivos

El principal objetivo de este trabajo es concienciar a los jóvenes en el uso responsable de las RRSS, utilizando de forma adecuada los niveles de privacidad que estas ofrecen. Para ello, nuestro grupo de investigación ha desarrollado una aplicación de red social, llamada Pesedia, que permite a los jóvenes interactuar en la red en un entorno cerrado.

Para introducir a los niños y adolescentes en el uso de esta red social, hemos desarrollado una metodología de trabajo que pretende concienciar sobre:

- El peligro de la exposición pública de sus datos. Los jóvenes deberían ser capaces de identificar qué datos son sensibles; de seleccionar qué datos se pueden proporcionar al registrarse en una aplicación o generar un perfil en una red social, así como qué datos no deberían ser públicos.
- La descontextualización de las conversaciones en las RRSS. Los jóvenes deben comprender que escribir “en el muro” de un amigo no es equivalente a una conversación en privado. Asimismo, “los amigos de los amigos” no siempre son también “amigos”, por lo que la información que se publica en una red social debe restringirse a los amigos que realmente sean conocidos.
- El peligro del “posicionamiento” asociado a las fotos (etiquetado, GPS, etc.). Los jóvenes deberían solicitar permiso a sus amigos antes de etiquetarlos en las fotos; deberían concienciar a sus amigos a que hagan lo mismo con ellos antes de etiquetarles; y deberían controlar (y, en su caso, eliminar) el geo-posicionamiento de las fotos que suben a linternet.
- La “huella digital” que dejamos ahora y su repercusión en el futuro. Por un lado, los jóvenes deben comprender que los comportamientos abusivos “online” pueden también tener repercusiones penales, igual que en la vida real. Por otro lado, la información que suben a la red (fotos, imágenes, vídeos, datos) podría ocasionarles problemas en el futuro (problemas escolares, laborales, etc.).
- Las RRSS no solo tienen fines lúdicos, también pueden ser utilizadas para fines educativos, laborales, etc. Los jóvenes pueden compaginar el uso lúdico de las redes con su uso educativo.
- La necesidad de conocer y configurar de forma adecuada las herramientas de privacidad de las RRSS. Los jóvenes deberían saber decidir qué configuración de privacidad se ajusta mejor a sus preferencias, de entre las posibles configuraciones habituales en RRSS.

3. La red social Pesedia

La red social Pesedia ha sido desarrollada para solucionar las carencias detectadas en privacidad en las RRSS actuales y para actuar como herramienta de aprendizaje y concienciación, sobre todo en el caso de niños y adolescentes que se inician en entornos de RRSS. También es posible utilizar esta red social como herramienta tecnológica de apoyo a la metodología de enseñanza de clase inversa o Flipped-Teaching (Argente, García-Fornes, & Espinosa, 2016). Esta red social es el producto del proyecto nacional de "Privacidad en Entornos Sociales Educativos durante la Infancia y la Adolescencia" (TIN2014-55206-R, años 2015-2017), en el que se exploran medidas más avanzadas para gestionar la privacidad.

Entre el ecosistema de las RRSS, Pesedia es una red social del tipo de Facebook, donde los usuarios: disponen de un espacio propio para publicar / compartir sus vivencias y gustos; establecen relaciones de amistad mediante peticiones; se unen a grupos; interactúan con publicaciones de otros usuarios o propias; se comunican mediante mensajería privada; se informan con publicaciones compartidas; etc. En las Figuras 1 y 2 se puede ver el aspecto de Pesedia.

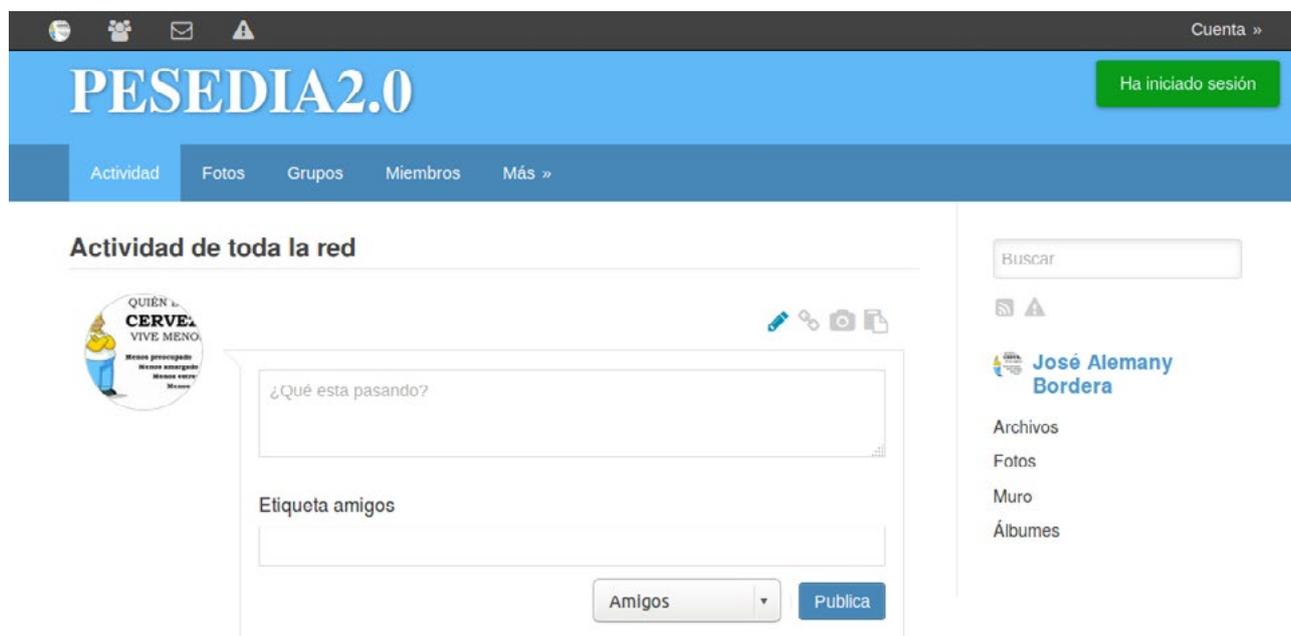


Figura 1. Pantalla de actividad de la red Pesedia

El desarrollo de Pesedia se ha realizado a partir de la herramienta open-source Elgg (The Elgg Foundation, 2017) para la creación de RRSS. Esta herramienta permite desplegar la estructura base de una red social y añadir las características deseadas para personalizarla. Las características añadidas pueden ser activadas y desactivadas en cualquier momento sin afectar a la funcionalidad de la red social, y además, permite crear varias instancias de la red social. Al crear nuestra propia red social disponemos de todas las herramientas (información de los usuarios, registro de sus acciones,

capacidad de diseñar actividades integradas en la propia red social, etc.) para conseguir los objetivos planteados en la sección anterior.



Figura 2. Aspecto de la red Pesedia

El acceso a la red social Pesedia se realiza mediante una dirección web segura (HTTPS) y pública, pero su registro es cerrado para controlar los usuarios que pueden incorporarse a la misma: solo pueden acceder a la red social aquellos usuarios a los que se les habilite un nombre de usuario y contraseña.

4. Metodología

Para facilitar el aprendizaje del uso de la red Pesedia, así como abordar los objetivos de concienciación del buen uso de las RRSS propuestos anteriormente, se han diseñado un conjunto de actividades que permiten llevar todo este aprendizaje mediante técnicas de gamificación (Kapp, 2012). Los objetivos de estas actividades son:

- Facilitar el aprendizaje de la funcionalidad ofrecida por la red social Pesedia a través de diversos juegos y retos. En vez de realizar tutoriales sobre esta red social o proporcionarles guías sobre la funcionalidad de la herramienta, que normalmente los adolescentes no suelen leer, se ha optado por confeccionar un conjunto de actividades, llamadas retos, con los que los adolescentes descubren de forma autónoma las diferentes funciones que ofrece Pesedia.
- Poner en práctica el buen uso de las herramientas de privacidad de las RRSS, a través de diversos juegos y retos en la red social Pesedia. En los retos se potencia la utilización "adecuada y segura" de la red social, promoviendo la privatización de los mensajes y el uso de "colecciones de amigos".
- Concienciar sobre la necesidad de realizar un uso responsable de las RRSS, a través de ejemplos

reales. Dentro de las actividades y juegos a realizar propuestos en Pesedia, los adolescentes acceden a noticias de prensa y visualizan vídeos sobre casos de exposición pública de datos sensibles y sus consecuencias, sobre los peligros que acechan a los jóvenes en las RRSS, o sobre lo que significa la “amistad” en las RRSS.

- Realización de encuestas para valorar el comportamiento de los adolescentes en las RRSS. Como parte del taller, los adolescentes realizan diversas encuestas anónimas con las que se puede valorar el uso que hacen actualmente de las RRSS y la importancia que dan a mantener sus datos privados (en la vida real y en las RRSS). Los resultados de estas encuestas permitirán posteriormente transmitir a los adolescentes la importancia de aumentar la protección de su privacidad en las RRSS.

El taller está dividido en dos partes: la primera parte está orientada a proporcionar una toma de contacto con la red social Pesedia, mientras que la segunda parte se centra en la concienciación del uso responsable de las RRSS.

4.1. Parte I: Aprendiendo a usar Pesedia

El objetivo de la primera parte del taller es que los adolescentes aprendan a utilizar la red social y que la disfruten. Para ello, se les proporciona una serie de actividades y retos para facilitar una interacción adecuada con la red social.

La primera tarea del taller es el registro en la red social Pesedia. Durante el registro se da la posibilidad a los niños de proporcionar para su perfil una gran cantidad de datos personales, a pesar de que solo unos pocos son de carácter obligatorio. Esto ayudará posteriormente a cumplir uno de los objetivos del taller: que los niños tomen conciencia de la importancia de proteger sus datos sensibles y proporcionar voluntariamente únicamente la información imprescindible.

La segunda tarea consiste en la realización de varias encuestas. El objetivo de estas encuestas es conocer el uso que han hecho hasta ese momento de las RRSS, el grado de exposición pública de sus datos personales en el mundo real y el grado de exposición de sus datos privados en las RRSS.

Tras las encuestas, en la tercera tarea del taller, los participantes crean un avatar (un dibujo que los representará en la red social) y comienzan a familiarizarse con el funcionamiento de Pesedia: buscan a amigos, crean grupos, suben fotos, comparten información en su muro o en el de otros participantes,... Para promover el uso de la red social y el conocimiento de las funciones de Pesedia recurrimos a la gamificación proporcionando a cada participante un reto. Cada reto consta de una serie de actividades que permitirá al participante ganar puntos. Hay 3 retos distintos: “Reto 1 - Creación de grupos” anima al participante a crear y gestionar grupos; “Reto 2 - Noticias de Redes Sociales”, que le

pide que revise y comparta noticias sobre los peligros de las RRSS; y “Reto 3 - Visitando la Red Social” que puntúa al participante en función de su participación activa en los grupos, etiquetando a amigos, comentando en sus muros, etc.

4.2. Parte II: Uso responsable de redes sociales

En la segunda parte del taller volvemos a recurrir a la gamificación para motivar la participación activa en las actividades del taller. Todos los adolescentes se organizan en equipos de 5 miembros con el objetivo de superar un conjunto de pruebas mediante el uso de la red social Pesedia. Los miembros de cada equipo se colocan lo más separado posible entre sí para obligarles a comunicarse a través de la red social. A cada miembro del equipo se le asigna una prueba distinta que consiste en la lectura de una noticia de prensa o la visualización de un vídeo de concienciación sobre el uso de las RRSS. Todas estas noticias y vídeos están accesibles a través de Pesedia. Posteriormente, el participante debe contestar a una serie de preguntas relacionadas con la noticia o vídeo. Por cada respuesta correcta el participante obtiene una letra con la que finalmente formará una palabra. Cada miembro del equipo debe comunicarse a través de Pesedia con el resto de miembros de su equipo para compartir su palabra obtenida y entre todos formar una frase. El primer equipo en comunicar esta frase completa, usando Pesedia, con el usuario administrador de la prueba será el ganador.

Los niños deben compartir y comunicarse a través de la red social Pesedia con los miembros de su equipo, pero al mismo tiempo deben preocuparse de controlar el alcance de sus publicaciones para limitarlas a los miembros de su equipo, ya que el resto de equipos buscan la misma frase. El juego termina cuando todos los equipos han enviado su frase. Además, en el juego se emplean frases que contienen un mensaje educativo, como “Piensa quién puede ver lo que subes a la red”, o “No subas fotos de otros sin pedir su permiso”.

Tras el juego grupal, se proporcionan unos consejos breves y directos sobre el uso de las RRSS, reforzando algunas de las ideas ya trabajadas en las actividades, recordándoles algunas de las malas prácticas detectadas durante el taller. Finalmente, se reparten los premios a los ganadores de los retos de la primera parte del taller y al equipo ganador del juego de la segunda parte.

5. Resultados

La metodología propuesta en la sección anterior se aplicó en el taller “La red social” de la Escola d’Estiu 2016 de la UPV, donde participaron 134 niños (ver Tabla 1: Distribución de edades de los participantes en el taller.). En una primera sesión se realizó la primera parte del taller donde los niños aprendieron a usar la red social Pesedia. La red social estuvo disponible durante todo el mes de julio, por lo que

los participantes pudieron trabajar en los retos propuestos durante varias semanas. En la segunda sesión, que se llevó a cabo a finales del mes de julio, se realizaron las actividades de la segunda parte del taller centrado en la concienciación del uso responsable de las RRSS.

	Niños	Niñas	Total
12 años:	11	18	29
13 años:	28	33	61
14 años:	24	19	43
15 años:	0	1	1
Total:	63	71	134

Tabla 1. Distribución de edades de los participantes en el taller

Los niños participantes en el taller tenían edades comprendidas entre los 12 y los 14 años. Aunque no parezca mucha diferencia de edad, en los talleres observamos diferencias de actuación entre los diferentes grupos:

- Los niños 1º de ESO (de entre 12 y 13 años), aunque mostraban habilidades propias de su generación (la denominada “nativos digitales”), requerían de un mayor esfuerzo y atención por parte de los monitores y profesores para el seguimiento de las actividades y realizar la apropiación tecnológica de las RRSS, ya que el problema no es solo el acceso a las herramientas, sino también la construcción de una lógica social.
- Los niños de 2º de ESO (de entre 13 y 14 años) eran muy proactivos y mostraban gran habilidad en el manejo de las RRSS. Además, la mayoría eran usuarios de Instagram y se conectaron a sus propias cuentas para bajarse fotos y luego subirlas a la red social Pesedia.

5.1. Encuesta sobre uso de redes sociales

A los 134 niños participantes en el taller se les pasó una primera encuesta sobre la utilización de las RRSS para conocer qué redes emplean, desde dónde se conectan, para qué las utilizan y cuántos amigos tienen en las RRSS. En las Figura 3, 4 y 5 se muestran los resultados de esta encuesta. De sus respuestas se deduce que el 49% utiliza las RRSS a veces, frente a un 41% que las utiliza mucho. Solamente un 10% indicaron que no utilizan nunca las RRSS. De los participantes que sí utilizan RRSS, más del 75% emplea Instagram, Whatsapp y YouTube.

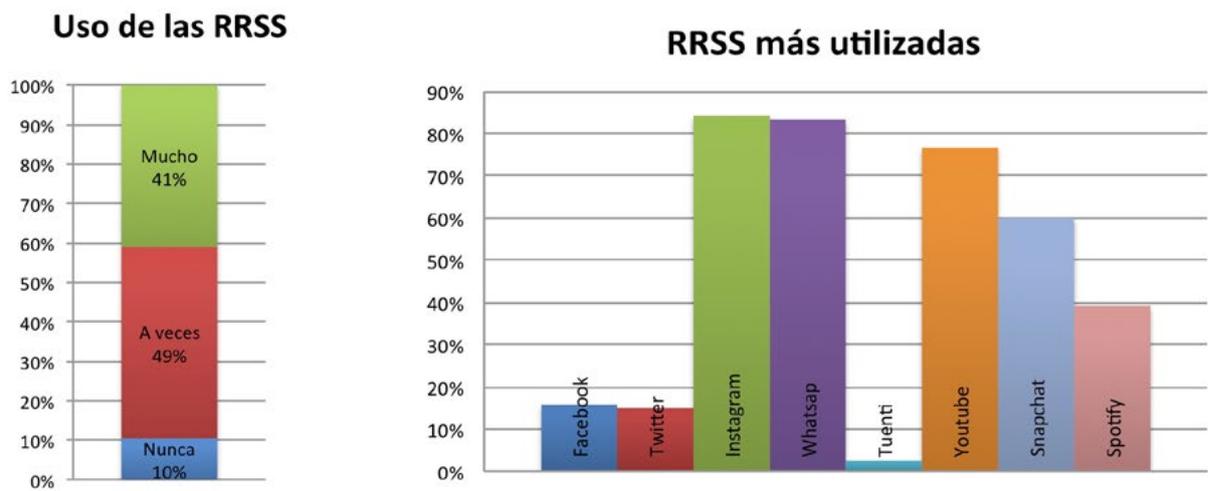


Figura 3. Resultados de la encuesta sobre "Uso de redes sociales". Frecuencia de uso y RRSS más utilizadas

Respecto al uso que le dan a las RRSS, la mayoría (más del 75%) indica que las utilizan para comunicarse con sus amigos y familiares, así como para intercambiar fotos, videos y música. Un 43% ha indicado que también las utiliza para seguir temas de su interés. Por otro lado, la mayoría (un 93%) utiliza las RRSS para seguir a otras personas y solamente un 44% indica que publican contenido en su red social.

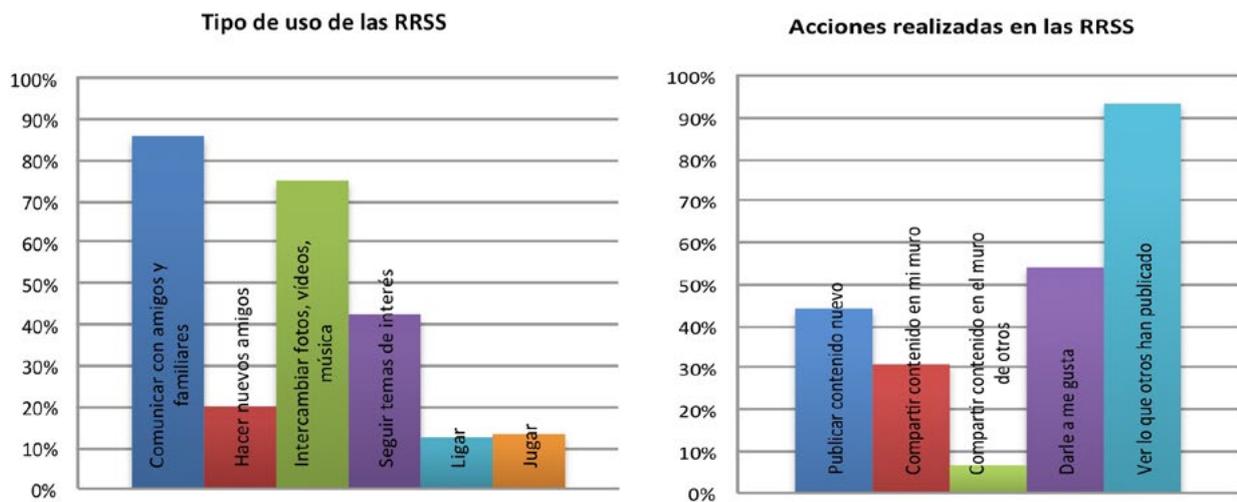


Figura 4. Resultados de la encuesta sobre "Uso de redes sociales". Tipo de uso y acciones realizadas en las RRSS

Respecto al tipo de conexión a las RRSS, la mayoría (83%) indica que se conecta utilizando un *smartphone* o *tablet*. Finalmente, gran parte de los participantes (un 62%) indica que en sus RRSS tiene más de 100 amigos registrados. De hecho, más del 85% indican tener más de 50 amigos.

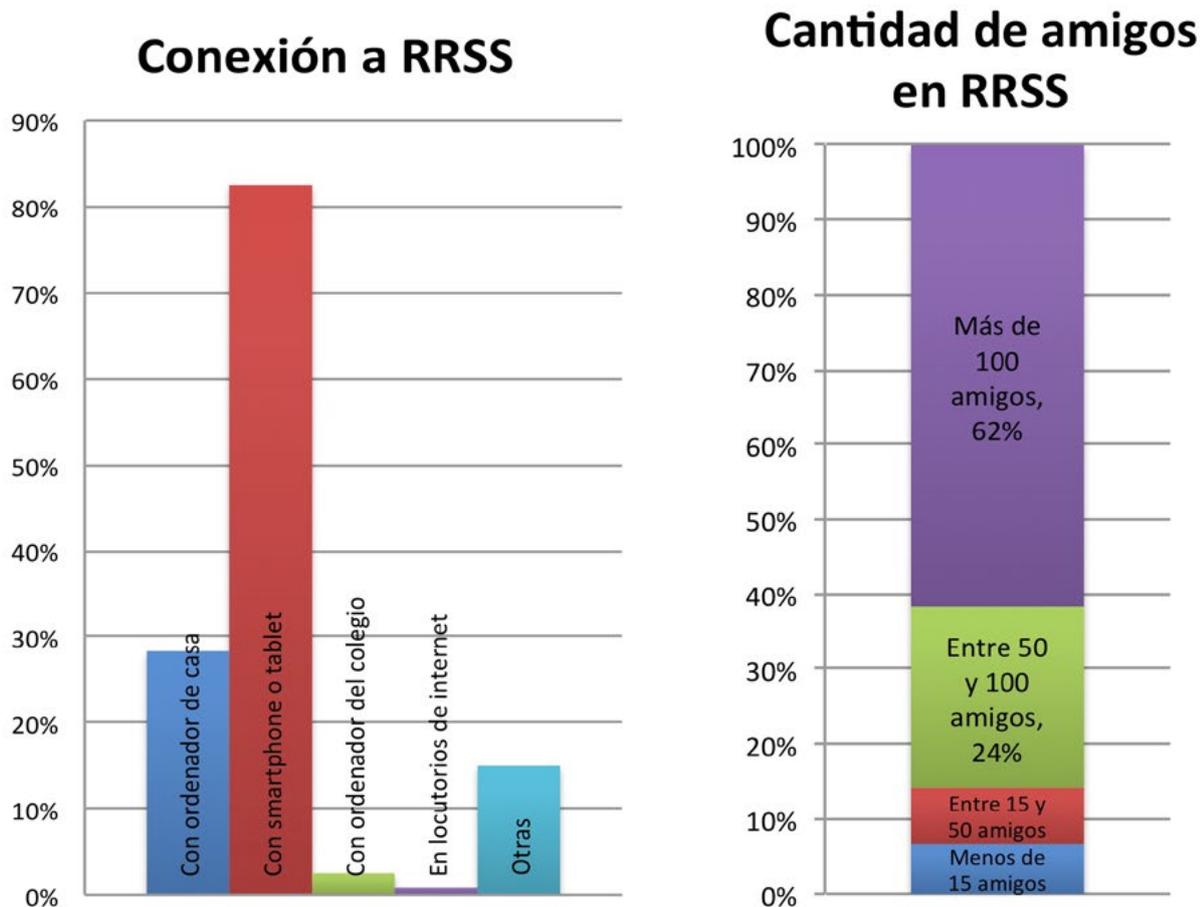


Figura 5. Resultados de la encuesta sobre "Uso de redes sociales". Tipo de conexión a RRSS y cantidad de amigos en RRSS

5.2. Encuesta sobre exposición de datos en el mundo real

A los participantes se les pasó una segunda encuesta con preguntas sobre la exposición de sus datos en el mundo real (Tabla 2). Como era de esperar, la mayoría de los participantes (más del 60%) expresaron reservas para compartir sus datos personales (fotos, dirección, etc.) con gente que no conocen. En concreto, el 84% no publicaría sus fotografías en un lugar público; el 93% no expondría sus datos personales en público (pues considera que no interesan a otros); casi el 80% no dejaría que alguien hiciera copia de sus fotos; prácticamente el 99% no diría a extraños dónde vive; el 83% no hablaría confiadamente con extraños; y el 74% considera que nadie debería leer su diario.

	Sí	No
1.- ¿Pondrías fotos personales en un tablón de anuncios del colegio?	16%	84%
2.- ¿Pondrías tus datos personales en el tablón de anuncios?	7%	93%
3.- ¿Dejarías copias de las fotos para que otros puedan cogerlas?	21%	79%
4.- Si alguien que no conoces te pregunta dónde vives, ¿se lo dirías?	1%	99%
5.- En el autobús, ¿hablarías con extraños revelando tus experiencias?	17%	83%
6.- Si tuvieras un diario, ¿te importaría si alguien lo leyera?	74%	26%

Tabla 2.: Resultados de la encuesta "Exposición de datos en el mundo real"

5.3. Encuesta sobre exposición de datos en redes sociales

A los participantes se les pasó una tercera encuesta con 8 preguntas sobre exposición de sus datos en las RRSS. En general, los participantes mostraron cierta concienciación respecto a la privacidad de sus datos, a la compartición de los mismos solamente con sus amigos y al cuidado de lo que dicen en las RRSS. Entre los resultados podemos destacar:

- El 56% indica que solamente ha publicado fotos en RRSS para sus amigos y familiares, respecto a un 30% que sí ha dejado fotos públicas (a todo el mundo).
- El 56% considera que sus datos personales (dónde vive, dónde estudia) son difíciles de encontrar en Internet, e incluso el 31% afirma que ha comprobado que no se pueden encontrar.
- El 42% indica que ha compartido con sus amigos dónde está o va de vacaciones, pero solo un 7% afirma que lo ha compartido de forma abierta a todo el mundo.
- El 41% indica que tiene amigos en las RRSS que no conoce en persona; mientras que el 48% afirma que conoce personalmente a todos sus amigos de las RRSS.
- El 57% indica que no ha compartido nunca nada comprometido en las RRSS; un 25% no se ha arrepentido nunca de lo que ha subido; y solo un 18% se ha arrepentido alguna vez.
- El 84% no se ha sentido nunca ofendido por comentarios sobre su persona en RRSS, aunque al 64% no les gustaría enterarse; y un 16% sí que ha podido leer comentarios inapropiados dirigidos hacia su persona.
- El 78% indica que cuida mucho lo que escribe en la red; y solo un 9% ha tenido problemas con otras personas debido a lo que ha escrito.
- El 74% afirma conocer los controles de privacidad de las RRSS que usa, y solo un 22% dice no saber cómo configurarlos.

Respecto a la diferenciación por sexos, en general las chicas se muestran más reservadas con su privacidad, más concienciadas con lo que escriben y comparten en las RRSS, y les afectaría más lo que pudiera decirse de ellas.

5.4. Resultados del taller

La recepción del taller por parte de los niños fue muy buena y participaron de una manera muy activa durante toda su duración (dos sesiones de hora y media cada una). Los niños podían participar en la

red social Pesedia o hacer otras actividades por su cuenta en Internet, pero solo 2 niños decidieron no participar de las actividades del taller en la red social. Al terminar el taller muchos participantes solicitaron que la red social permaneciese abierta para poder seguir usándola con sus compañeros.

Merece la pena destacar la importancia de la colaboración de los monitores de la Escola d'Estiu en la dinamización de la red social. Cada monitor disponía de un usuario en la red social y compartió diverso contenido como fotos de viajes de la Escola d'Estiu y de otras actividades que realizaron. A pesar de que todos los monitores habían puesto pseudónimos para evitar usar su nombre y apellidos reales (política propia de la Escola d'Estiu) muchos niños no siguieron su ejemplo y prefirieron utilizar su nombre real. La mayoría de los participantes dijo haberlo hecho para ser más fácilmente localizables en la red por sus amigos.

Dentro de las recomendaciones finales que se dieron a los participantes, se pudo observar que, de los 134 participantes que se registraron en la red, 22 pusieron la dirección de su casa, a pesar de no ser un dato requerido, y 57 dieron un número de teléfono propio o de sus padres.

Dentro de las actividades que se prepararon para comprobar las precauciones que tomaban los participantes en la red social, creamos un usuario de la red suplantando la personalidad de un conocido Youtuber: Vegetta. Este perfil de usuario era claramente falso, pero a pesar de ello un 69% de los usuarios aceptaron su amistad y compartieron contenido con él. Solo algunos participantes dijeron que creían que se trataba realmente de Vegetta, mientras que la gran mayoría lo aceptaron como amigo porque no veían ningún riesgo en ello, tenían curiosidad, o les resultaba atractivo el contenido de su muro.

También merece la pena destacar que la red social Pesedia dispone de un botón de “denuncia” para avisar de comportamientos no apropiados de sus miembros, pero solo se utilizó en 3 ocasiones: 2 para probar su funcionamiento, y solo en una ocasión para denunciar un comentario de otro participante que el usuario afectado consideró ofensivo.

5.5. Análisis de la herramienta Pesedia

Con el objetivo de evaluar la propia herramienta Pesedia, los participantes completaron una encuesta sobre la utilización de Pesedia tras la finalización del taller. Esta encuesta nos ha permitido determinar la facilidad de uso y manejo de la red social percibida por los participantes.

La encuesta está formada por un total de 30 cuestiones que representan aspectos como legibilidad visual, esfuerzo, navegabilidad, predictibilidad, etc. La Figura 6 recoge las categorías evaluadas y la puntuación media obtenida en cada una de ellas.

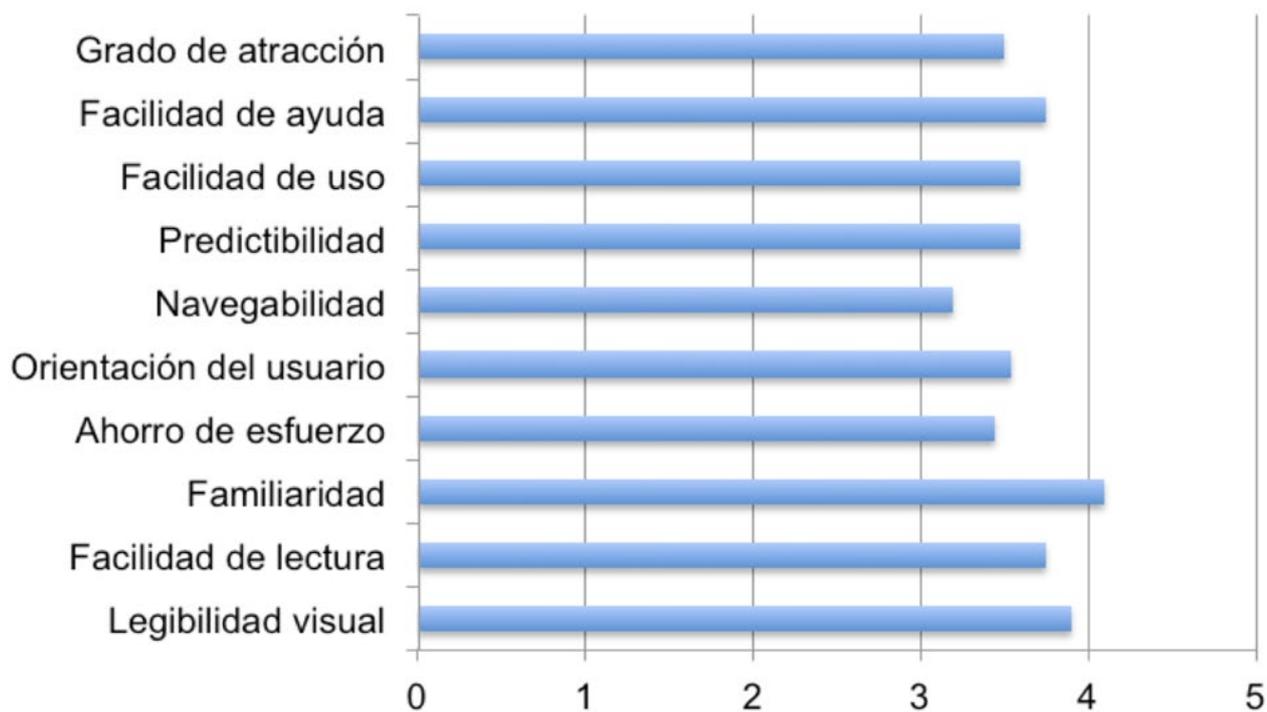


Figura 6. Evaluación final de la usabilidad de la herramienta por categorías

En estos resultados podemos apreciar que la herramienta Pesedia ha tenido una buena aceptación por parte de los participantes y confirma la misma como una herramienta interesante para los centros educativos realicen este tipo de talleres.

5.6. Análisis de las interacciones en la red social Pesedia

Tras la finalización del taller se realizó un análisis de las interacciones establecidas entre los participantes del taller en la red social Pesedia. El análisis de las interacciones analizadas se clasifica teniendo en cuenta el tipo de las mismas:

- Interacciones de relación, es decir, cuando dos usuarios se solicitan amistad y esta es aceptada.
- Interacciones de comunicación, cuando dos usuarios comparten información entre ellos, ya sea pública o privada.
- Interacciones de acceso, que se establecen sobre el contenido o recursos y que hemos limitado a aquellas que realmente el usuario accede.

El grafo resultante de la red de relaciones de amistad se muestra en la Figura 7. Se trata de un grafo no dirigido con un grado medio de relaciones de 18,522 y un diámetro de longitud 5 (i.e., distancia máxima entre dos nodos). La red de relaciones se encuentra organizada por comunidades (diferentes colores), las cuales fueron extraídas de los grupos de interacción mediante un algoritmo de detección de comunidades (*modularity maximization algorithm*). Además, el tamaño de los nodos es directamente proporcional al número de interacciones del mismo (grado del nodo).

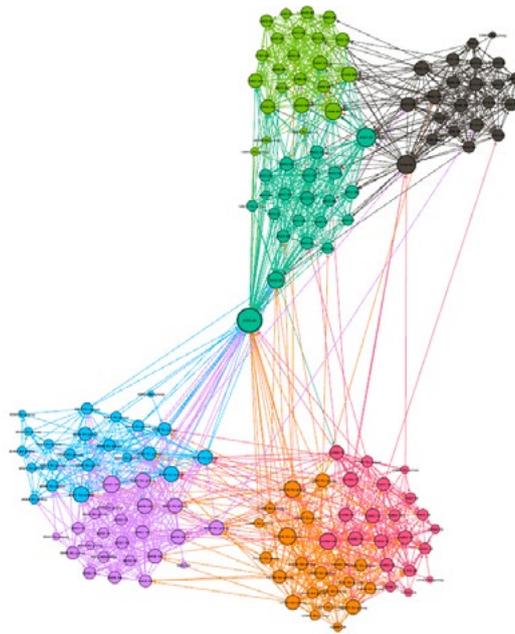


Figura 7. Grafo de interacciones de relaciones de amistad

El grafo resultante de la red de comunicaciones entre los usuarios de la Figura 8 es un grafo dirigido ponderado (por el número de comunicaciones entre dos usuarios) con un grado medio de comunicaciones de 8,398. En el caso del grafo de comunicación, el diámetro se ha visto incrementado a 15, lo que representa que no todas las relaciones de amistad tienen la misma importancia, ya que con algunas amistades no hay interacción, mientras que con otras se interactúa habitualmente. El color y tamaño de los nodos representados tienen el mismo significado que en la representación de la Figura 7. De los 134 participantes, hubo 2 niños que no interactuaron en la red social y que no han sido representados en el grafo, ya que representan componentes conexas de tamaño uno (usuarios aislados).

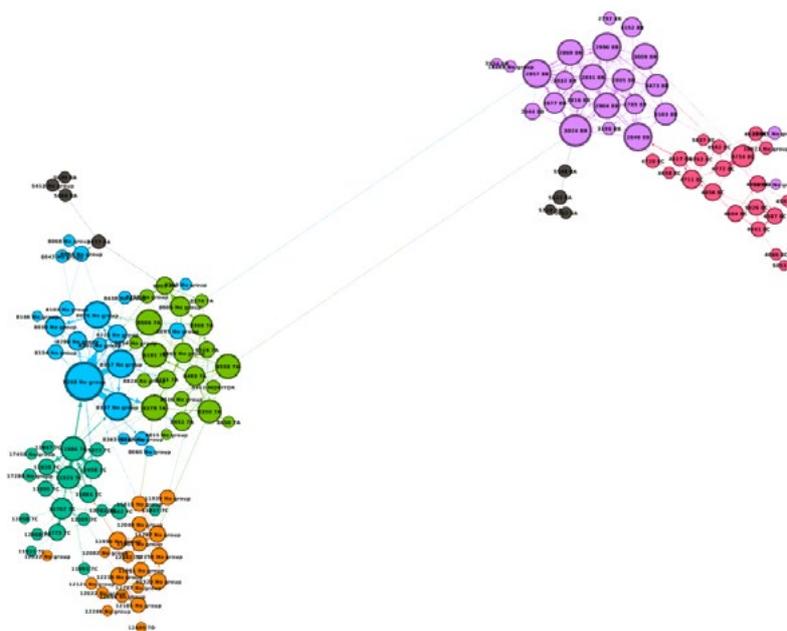


Figura 8. Interacciones de comunicación

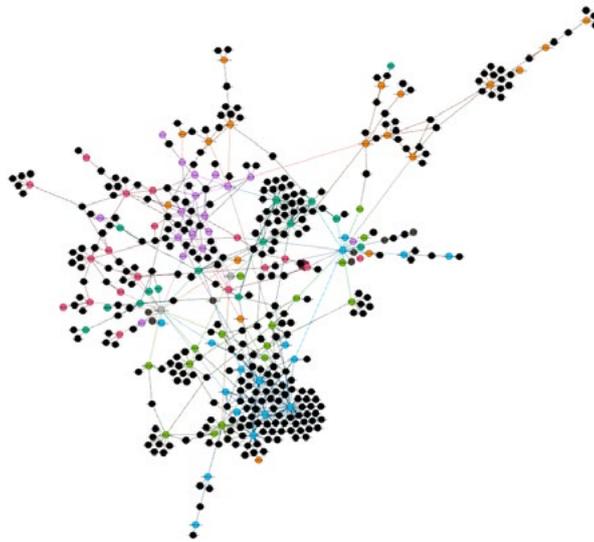


Figura 9. Grafo de interacciones de acceso a contenidos

Por último, en la Figura 9 se ha representado el grafo de acceso a los contenidos o recursos publicados en la red por los usuarios, que refleja la visibilidad de los usuarios. El color y tamaño de los nodos representados tienen el mismo significado que en los grafos anteriores, con única diferencia de que los recursos se han representado por nodos de color negro. Este grafo es no dirigido y tiene un grado medio de acceso a los recursos de 4,676. De esta forma observamos qué usuarios son los que disponen de más acceso y qué recursos son los más visibles.

6. Conclusiones

El proceso educativo debe formar ciudadanos conscientes de una sociedad donde cada vez más se construyen redes virtuales. Por ello, los estudiantes deben desarrollar habilidades para entender cómo unirse y construir estas redes, así como conocer las herramientas para hacerlo, su propósito, su intención, sus normas y sus protocolos.

Los menores deben ser conscientes del alcance y la repercusión que tienen sus acciones en las redes virtuales, así como la importancia de su identidad digital. Por ello, consideramos necesario que los centros educativos incluyan entre sus enseñanzas las normas que la ciudadanía digital requiere al mismo nivel que las normas de conducta en la vida real.

Bajo el lema “menores conscientes, usuarios responsables”, hemos desarrollado la red social Pesedia como herramienta de aprendizaje y concienciación a menores en el uso de las RRSS. Como no hay aprendizaje sin errores, el uso de una red cerrada y privada reduce las consecuencias de las acciones erróneas a ámbitos mucho más restringidos y tratables por los educadores.

La red ha sido utilizada en un taller con 134 adolescentes de edades comprendidas entre los 12 y 14 años, en el marco de la Escola d’Estiu de la UPV. A pesar de que todos ellos mostraron habilidades

propias de la generación (nativos digitales), se observó que los más pequeños requerían mayor esfuerzo para realizar la apropiación tecnológica de las RRSS, ya que el problema no es solo el acceso a las herramientas, sino también la construcción de una lógica social.

La duración del taller permitió trabajar la competencia de la colaboración virtual, y abordar los siguientes aspectos del uso de las RRSS: ser conscientes de la facilidad en la difusión de contenidos, la protección de la propia intimidad y la de los demás, conocer las condiciones de uso del servicio, normas de conducta y casos reales de consecuencias del mal uso de las RRSS. Todo ello mediante el uso de la “gamificación”, diseñando actividades que llevan al aprendizaje mediante técnicas basadas en los juegos.

7. Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por el proyecto “Privacidad en Entornos Sociales Educativos durante la Infancia y la Adolescencia (PESEDIA)” (TIN2014-55206-R) del Ministerio de Economía y Competitividad del Gobierno de España.

8. Referencias

Argente, E., García-Fornes, A., & Espinosa, A. (2016). Aplicando la metodología flipped-teaching en el Grado de Ingeniería Informática: una experiencia práctica. *Actas de las XXII JENUJ. Universidad de Almería* (pp. 221-228).

Buchanan, T., Paine, C., Joinson, A. N., & Reips, U. (2007). Development of measures of online privacy concern and protection for use on the internet. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 58(2), 157–165. doi: <https://doi.org/10.1002/asi.20459>

Christofides, E., Muise, A., & Desmarais, S. (2012). Risky Disclosures on Facebook. The Effect of Having a Bad Experience on On-line Behavior. *Journal of Adolescent Research*, 27(6), 714-731. doi: <https://doi.org/10.1177/0743558411>

De-More, S., Dock, M., Gallez, M., Lenaerts, S., Scholler, C., & Vleugels, C. (2008). *Teens and ICT: Risks and Opportunities*. Belgium Science Policy Project TIRO (Final Report). Recuperado el 5 de 7 de 2013, de http://www.belspo.be/belspo/fedra/TA/synTA08_en.pdf

Dumortier, F. (2009). Facebook y los riesgos de la “descontextualización” de la información. *Revista de los Estudios de Derecho y Ciencia Política de la UOC*(9), 25- 41.

Instituto Nacional de Estadística [INE]. (2016). *Encuesta sobre Equipamiento y Uso de Tecnologías de*

Información y Comunicación en los Hogares. Instituto Nacional de Estadística.

García-Peñalvo, F. J. (2016). The WYRED Project: A Technological Platform for a Generative Research and Dialogue about Youth Perspectives and Interests in Digital Society. *Journal of Information Technology Research*, 9(4), vi-x.

García-Peñalvo, F. J., & Kearney, N. A. (2016). Networked youth research for empowerment in digital society. The WYRED project. In F. J. García-Peñalvo (Ed.), *Proceedings of the Fourth International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (TEEM'16) (Salamanca, Spain, November 2-4, 2016)* (pp. 3-9). New York, NY, USA: ACM. doi: <https://doi.org/10.1145/3012430.3012489>

Joinson, A. N., & Paine, C. B. (2007). Self-disclosure, privacy and the internet. En A. N. Joinson, K. Y. McKenna, T. Postmes, & U. Reips, *The Oxford handbook of Internet psychology* (pp. 237-252). Oxford University.

Kapp, K. M. (2012). *The Gamification of Learning and Instruction: Case-Based Methods and Strategies for Training and Education*. John Wiley & Sons.

Lange, P. G. (2007). Publicly Private and Privately Public: Social Networking on YouTube. *Journal of Computer-Mediated Communication*, 13(1), 361-380. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1083-6101.2007.00400.x>

Lewis, K., Kaufman, J., & Christakis, N. (2008). The taste for privacy: An analysis of college student privacy settings in an online social network. *Journal of Computer-Mediated Communication*, 14(1), 79-100. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1083-6101.2008.01432.x>

Madden, M., Lenhart, A., Cortesi, S., Gasser, U., Duggan, M., Smith, A., & Beaton, M. (2013). *Teens, Social Media, and Privacy*. Pew Research Center. The Berkman Center for Internet & Society at Harvard University. Obtenido de <http://pewinternet.org/Reports/2013/Teens-Social-Media-And-Privacy.aspx>

Meseguer, P., Moreno, J., Moreno, J., Olcoz, K., Pimentel, E., Toro, M., . . . Vendrell, E. (2015). *Enseñanza de la informática en primaria, secundaria y bachillerato: estado español, 2015*. SCIE, CODDI.

Sequeiros, S. (29 de 5 de 2016). Tengo un hijo adicto... al móvil. *El Mundo. Suplemento Salud*. Obtenido de <http://www.elmundo.es/salud/2016/05/29/57481b2346163f146a8b45c5.html>

Special, W. P., & Li-Barber, K. T. (2012). Self-disclosure and student satisfaction with Facebook. *Computers in Human Behavior*, 28(2), 624-630. doi: <https://doi.org/10.1016/j.chb.2011.11.008>

The Elgg Foundation. (5 de 5 de 2017). *Elgg*. Obtenido de <http://elgg.org>

Vanderhoven, E., Schellens, T., & Valcke, M. (2014). Enseñar a los adolescentes los riesgos de las redes

sociales: Una propuesta de intervención en Secundaria. *Comunicar*, 22(43), 123-132. doi: <https://doi.org/10.3916/C43-2014-12>

Walters, S., & Ackerman, J. (2011). Exploring privacy management on Facebook: Motivations and perceived consequences of voluntary disclosure. *Journal of Computer-Mediated Communication*, 17(1), 101-115. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1083-6101.2011.01559.x>

Todo lo que nunca pensaste que los alumnos sub 18 sabían sobre proyectos

Everything You Never Thought Under 18 Students Knew about Projects

Isabel Ramos, Javier J. Gutiérrez, Carlos Arévalo, Francisco J. Domínguez, Juan M. Cordero, Manolo Mejías

Departamento de Lenguajes y Sistemas Informáticos, Escuela Técnica Superior de Ingeniería Informática, Universidad de Sevilla. España-
{iramos,javierj,carlosarevalo,fjdominguez,cordero,risoto}@us.es

Resumen

Organizar excursiones o meriendas, montar un equipo del juego *on-line* de moda, estudiar en grupo y muchas cosas más son actividades habituales en jóvenes (y no tan jóvenes). Las actividades anteriores pueden enmarcarse en la definición de proyecto, ya que todas cuentan con un marco temporal definido, tienen recursos limitados que es necesario gestionar y plantean objetivos que se desea cumplir. Sin embargo, basándonos en nuestra experiencia docente en asignaturas universitarias relacionadas con la gestión y dirección de proyectos informáticos, la enseñanza de esta materia es difícil. Al ser asignaturas de últimos cursos universitarios los alumnos llegan con malos hábitos adquiridos. El objetivo de este trabajo es doble: 1) Exponer cómo en actividades cotidianas aplicamos conocimientos de gestión de proyectos, aunque muchas veces no somos conscientes de ello. Queremos mostrar a nuestros futuros estudiantes el uso de buenas prácticas de gestión de proyectos tomando como referencia la Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK®) del *Project Management Institute* (PMI) y aplicándolo a la organización de una barbacoa. Así, el alumnado aprenderá que detrás de cada una de las preguntas que se plantean: ¿dónde lo haremos?, ¿cuántos seremos?, ¿qué llevaremos?, ¿cuándo? y otras tantas preguntas, se esconden buenas prácticas de gestión de proyectos; y 2) Plantear al profesorado, tanto universitario como no universitario, la importancia de ir incorporando en etapas tempranas de la formación de nuestro alumnado conceptos básicos sobre diferentes disciplinas aplicadas de forma amena y motivadora. Nuestros jóvenes saben más de gestión de proyectos de lo que ellos mismos creen y ayudarles a sacar este conocimiento a la luz les ayudará a gestionar un proyecto de forma natural cuando lleguen a la universidad. Para ello expondremos técnicas y herramientas sencillas para que su barbacoa sea un éxito.

Palabras Clave

Gestión y dirección de proyectos; Planificación; Procesos; gestión de recursos; Riesgos; Alcance; Interesados

Abstract

Organizing excursions or afternoon snacks, putting together a team of the most fashionable online game as well as studying in groups and many other things are common activities among young people. Such activities are framed in a project, since they all have a defined time framework, they have limited resources that need to be managed and they set goals that must be met. However, according to our professional experience in university subjects related to IT projects management, teaching this module is difficult because it is taught in the last courses of their degrees and students may reach this level with bad acquired habits. For this reason, we have set out two objectives to carry out this work: On the one hand, to identify everyday activities where we usually apply project management skills without being aware of it. We aim to show our future students the use of good project management practices, following the Project Management Fundamentals Guide (PMBOK® Guide) of the Project Management Institute (PMI), and how to apply them. In this case, we have taken the organization of a barbecue as an example. Thus, the new university student will learn that questions such as where and when will it take place? how many people will be there? what will we bring? among others, hide good project management practices. Young people know more about project management than they think they know. Therefore, bringing this knowledge to light will help them manage a project, naturally and unconsciously, when they reach university degrees. For this purpose, we will display simple techniques and tools in order to make a barbecue be a successful event. On the other hand, to make teachers, both university and non-university, aware of the importance of incorporating basic concepts related to project management, in an entertaining and motivating way, in the early stages of students' education.

Keywords

Management and direction of projects; Planning; Processes; resources management; Risks; Scope; Stakeholders

Recepción: 25-04-2017

Revisión: 10-05-2017

Aceptación: 25-05-2017

Publicación: 30-06-2017

1. Introducción

Basándonos en nuestra experiencia, la enseñanza de gestión y dirección de proyectos no es siempre fácil, tanto para alumnos preuniversitarios como para los alumnos universitarios. Mucha de la literatura existente es aburrida y poco práctica. Los ejemplos suelen estar alejados de la realidad y las inquietudes del alumnado.

Organizar excursiones, viajes, meriendas, cumpleaños, montar un equipo del juego *on-line*, estudiar en grupo, y muchas cosas más son actividades habituales en los jóvenes de menos de 18 años que pueden enmarcarse dentro de la definición de proyecto, ya que todas cuentan con un marco temporal definido, todas tienen recursos limitados y todas plantean objetivos que se desea cumplir en un contexto de incertidumbre. Por tanto, coinciden con la definición de proyecto que utilizamos en nuestras clases y que se desarrollará en el siguiente apartado.

Este artículo tiene como objetivo presentar la experiencia de los autores en gestión y dirección de proyectos para facilitar la enseñanza de esta materia de manera que sea más accesible y amena para el alumnado. Para ello, se muestra cómo muchos de los procesos y áreas de conocimiento de gestión de proyectos están presentes en muchas actividades que organizan nuestros jóvenes sin que ellos sean conscientes. Proponemos irnos de barbacoa, pero: ¿en qué fecha?, ¿dónde iremos?, ¿quiénes vendrán?, ¿costará mucho?, ¿nos dejarán nuestros padres?, etc. Buscamos contestar a cada una de estas y otras preguntas que irán surgiendo durante la organización de la barbacoa, siguiendo el estándar internacional del PMI® (www.pmi.org), la Guía de los fundamentos para la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK®) (Project Management Institute [PMI], 2014), en adelante PMBOK, para que podamos ir a la barbacoa, disfrutarla y volver contentos para empezar a pensar en la siguiente. Aunque esta vez y las siguientes, con el conocimiento adquirido la organización será mucho más rápida y las posibilidades de éxito mucho mayor. Eso es lo que llamamos, en dirección y gestión de proyectos, analizar las lecciones aprendidas de un proyecto que acaba de finalizar al objeto de mejorar nuestras estimaciones para futuros proyectos.

Finalmente nos gustaría utilizar este trabajo para plasmar la importancia que tiene, en los primeros años de formación, el ir introduciendo conocimientos y habilidades que en edades más avanzadas tendrán que aplicarse a problemas más complejos. Propuestas como el proyecto TACCLE3 (García-Peñalvo, 2016) debería ser extensiva en otros ámbitos del conocimiento.

Este trabajo está estructurado según lo siguiente: en el apartado 2, comenzamos con la definición del Proyecto Barbacoa y sus aspectos más importantes alternándolos con los Procesos y Áreas de Conocimiento que utilizaremos según el PMBOK (PMI, 2014), en el apartado 3 aplicamos todo lo

anterior para organizar el Proyecto Barbacoa, en el apartado 4 proponemos algunas herramientas sencillas para facilitar la realización de un plan de proyectos, su control y ejecución; y algunas lecturas relacionadas que pueden aportar información de interés para motivar al alumnado en los temas tratados en este trabajo, el apartado 5 está dedicado a recoger las conclusiones de este trabajo, finalmente aportamos los agradecimientos y la bibliografía referenciada.

2. El proyecto Barbacoa y el PMBOK

En este apartado iremos simultaneando las decisiones que tomará el alumnado para celebrar la barbacoa con algunos de los procesos y áreas de conocimiento del PMBOK. Comprobaremos que, aunque nuestro alumnado no llegue al nivel de formalidad del PMBOK porque lo desconocen, sí lo sigue en gran medida.

2.1. Descripción de la barbacoa: ¿Es un proyecto?

Seguramente nuestro alumnado de forma escrita u oral hará una descripción de lo que quiere hacer muy parecida a lo siguiente, en la que ya está implícita la justificación y los objetivos de lo que se pretende hacer:

Los alumnos del Grupo 3 de cuarto curso de ESO decidimos realizar una barbacoa para celebrar el final de los exámenes. Muchos de nosotros no nos veremos hasta después del verano y nos gustaría hacer una fiesta antes de marcharnos.

Existen otros grupos que suelen organizar actividades de este tipo cuando se termina el curso y a nosotros nos gustaría también hacer algo parecido.

Nuestra idea es celebrar una barbacoa al aire libre en el jardín de la casa de un compañero (José Manuel Pérez) a la que asistamos toda la clase y solo la clase. Es un sitio que está bien comunicado y ya en otras ocasiones hemos celebrado allí algunas quedadas. En el jardín hay una barbacoa muy bien montada y los padres de José Manuel son muy simpáticos.

El equipo organizador se encargará de las compras necesarias (comida, bebidas, servilletas, vasos, platos, cubiertos, etc.). Como muy tarde tendremos que empezar con los preparativos el día 5 de junio para que el día 24 por la mañana (día de la barbacoa) esté todo listo. El día 25 lo dedicaremos a recogerlo todo y dejar el jardín limpio, hacer recuento final y repartirnos lo que haya sobrado. Hemos acordado con los padres de José y con los vecinos colindantes que la barbacoa empezará a las 14h y que acabará como muy tarde a las 01h del día 25, que solamente asistiremos los que somos de la clase y que el espacio para realizar la barbacoa será solo el jardín.

Hemos hablado con unos amigos de otros grupos que celebran fiestas parecidas y estiman que, si lo hacemos en casa de algún amigo que ya tenga barbacoa instalada en el jardín, nos podríamos gastar unos 400 euros.

Nuestro objetivo con la barbacoa es conocernos mejor y, sobre todo, pasarlo bien.

La persona que se encargará de todo será nuestra delegada de clase (Rosa Martínez) que junto con los que se han ofrecido (José Manuel Pérez, Mario Ramírez, Juana Muñiz, Alejandro Silva y Nuria Fernández) formarán el equipo de trabajo.

Mario Ramírez, se ha ofrecido a ser el encargado de recoger el dinero y administrarlo para hacer todas las compras y gastos previstos. También se encargará de pedir más dinero si hubiese que aumentar la cuota que hemos calculado.

Tenemos que decidir qué grupos de WhatsApp se crearán, quién los gestionará y qué información se enviará.

Ya sabemos, mucho, de lo que quiere hacer el alumnado, ahora lo primero que tenemos que preguntarnos es: ¿es esto un proyecto?

Cualquier definición de proyecto incluye que:

- Está formado por un conjunto de actividades interrelacionadas entre sí llevadas a cabo por un equipo para cumplir uno o más objetivos.
- Se transforman un conjunto de recursos en unos resultados con un determinado nivel de calidad.
- Tiene una duración (fecha de inicio y finalización) y presupuesto estimados.
- Conlleva un determinado nivel de incertidumbre que dependerá en gran medida (aunque no siempre) de los requisitos del mismo. Todo esto hace, frente a las operaciones repetitivas, que cada proyecto sea único e irrepetible.

Si repasamos la descripción que ha dado el alumnado sobre lo que quiere hacer y la definición de proyecto que hemos aportado, podemos afirmar que organizar una barbacoa sí es un proyecto: la organización y ejecución de la barbacoa conlleva la realización de un conjunto de actividades que consumen recursos (horas dedicadas del equipo, un espacio, víveres y otros suministros), para cubrir unos objetivos (fomentar el compañerismo, conocerse y pasarlo bien), llevadas a cabo por un equipo (Rosa, José Manuel, Mario, Juana, Alejandro y Silvia), es decir, requiere esfuerzo que se realizará durante un tiempo, con una fecha de inicio y de finalización (del 5 al 25 de junio), que costará dinero (400 euros) y tendrán que elaborar un presupuesto, que esperan que cumplan con unas expectativas

o nivel de calidad (ambiente agradable, buena compañía, buena comida, etc.) y que aunque pondrán su mayor esfuerzo para que todo salga bien es posible que algo falle (mal tiempo, la negativa de los vecinos, conflictos personales, etc.). También esta barbacoa será única e irrepetible. Habrá otras, pero las expectativas, los objetivos, los asistentes, el lugar, y otros aspectos serán diferentes. Por tanto, a partir de ahora a este proyecto le llamaremos Proyecto Barbacoa o simplemente Proyecto. Para este Proyecto la clase completa será simultáneamente financiadores (*sponsor*) y usuarios. El equipo será el equivalente a la parte contratada para dirigirlo y gestionarlo.

Formalmente y en un primer estadio, los aspectos más significativos de un proyecto se recogen en el Acta de Constitución (apartado 3.1, (PMI, 2014)). Una vez aprobado el acta por el *sponsor*, la persona responsable del proyecto puede comenzar con la definición del Plan para la Dirección del Proyecto en el que se definirán con mayor nivel los requisitos técnicos, de alcance, tiempo, coste y calidad de un proyecto (PMI, 2014).

En el caso que nos ocupa, con una buena y completa redacción del Acta de Constitución del Proyecto Barbacoa sería suficiente. La realización del Plan completo nos daría para otro trabajo.

3. Procesos y áreas de conocimiento del PMBOK aplicados al Proyecto Barbacoa

3.1. Grupos de procesos principales

La Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK®) (PMI, 2014) es un conjunto de buenas prácticas para llevar a cabo de manera sistemática la dirección y gestión de un proyecto. En esta sección destacaremos solamente los aspectos más importantes para abordar el Proyecto Barbacoa.

En la Figura 1, se representan los cinco grupos principales de procesos que se deben llevar a cabo para la realización de un proyecto y las dependencias establecidas entre los mismos. La salida de un proceso normalmente se convierte en la entrada de otro proceso, o es un entregable del proyecto.



Figura 1. Grupos de procesos principales para la dirección de proyectos según el PMBOK

-
- Procesos de Inicio: grupo de procesos donde se definen las características del proyecto, a muy alto nivel, recogidas en el Acta de Constitución, firmada por el *sponsor* y en la que se nombra a la persona responsable del proyecto y se le autoriza a comenzar con la planificación del mismo.
 - Procesos de Planificación: grupo de procesos que definen con detalle la planificación del proyecto para establecer las líneas de base (del coste, tiempo y alcance) contra las cuales se gestionará la implementación del mismo. Los cambios importantes que ocurren a lo largo del ciclo de vida del proyecto generan, normalmente, la necesidad de reconsiderar uno o más de los procesos de planificación y, posiblemente, alguno de los procesos de inicio siempre con el visto bueno del *sponsor*.
 - Procesos de Ejecución o Implementación: procesos que llevan a cabo las actividades de gestión y dirección del proyecto y de apoyo en la producción de los entregables de acuerdo con lo planificado para realizar y completar el trabajo definido en el plan para la dirección del proyecto. Estos procesos implican una importante coordinación de las personas y de los recursos, así como integrar y realizar las actividades del proyecto acorde con el plan establecido.
 - Procesos de Seguimiento y Control: procesos que miden y controlan el avance del proyecto según el plan del mismo al objeto de tomar acciones preventivas y correctivas, si fuese necesario, y proponer los cambios oportunos para lograr los objetivos establecidos. Podemos decir, que estos procesos “vigilan” el trabajo realizado durante la ejecución del proyecto para ajustarnos en cada momento al plan establecido.
 - Procesos de Cierre: Una vez finalizado el proyecto, estos procesos permiten cerrar formalmente el proyecto, tanto desde el punto de vista del cliente como de la entidad que lo ejecuta y las relaciones establecidas con los proveedores. Finalmente se redactan las lecciones aprendidas durante la ejecución del proyecto para “aprender” de la experiencia adquirida.

Estos grupos principales de procesos se descomponen en otros procesos más específicos (subprocesos) y se clasifican, según el PMBOK, dentro de diez áreas de conocimiento, cada área de conocimiento constituye un conjunto específico de conocimientos para poder abordar determinados procesos.

¿Realiza el alumnado el Proyecto Barbacoa según la estructura de la Figura 1? En primer lugar, comienzan con los Procesos de Inicio poniéndose de acuerdo en los aspectos más importantes del proyecto, nombrando a la persona que lo liderará (Rosa) y viendo quiénes serán los interesados en el mismo, a partir de este momento Rosa y el equipo comenzarán a realizar el plan que van a seguir, Planificación (recopilar requisitos, definir las actividades a realizar, estimar la duración de cada una, hacer un cronograma, calcular el presupuesto, definir la calidad, definir las comunicaciones, identificar

los riesgos, etc.) para determinar, con detalle, el tamaño, el tiempo de duración, el presupuesto, la calidad deseada y cómo se van a comunicar tanto los miembros del equipo organizador como con el resto de interesados. Una vez definido el plan comenzaremos con la gestión del mismo (compras, hablar con los vecinos, recoger el dinero, etc.) y lo llevarán a cabo en la Ejecución de la barbacoa. Durante la barbacoa estarán pendientes de que no falte nada y que todo vaya según lo previsto, Seguimiento y Control, tanto en el alcance, la calidad y otros aspectos como el tiempo de duración que hemos acordado y el presupuesto estimado. Si vemos que algo se está saliendo del plan tendremos que realizar algunos cambios, siempre con el visto bueno de Rosa. Finalmente, cuando llegue la hora establecida tendremos que finalizar el Proyecto, Cierre, recogiendo el jardín, analizando cómo ha ido todo y seguramente dándoles las gracias a los padres de José Manuel. Si todo ha salido como desean seguro que volverán a quedar para organizar otra barbacoa, posiblemente con la experiencia adquirida y sabiendo lo bien que ha funcionado el equipo, en lugar de hacerla en casa de un amigo la harán en el campo e invitarán a más compañeros. Es decir, aunque hagan otra barbacoa será otra diferente (otro proyecto) pero la organizaran mejor y con más rapidez por lo que han aprendido.

3.2. Subprocesos más significativos

En la Tabla 1, se muestran los subprocesos, que hemos considerado más significativos para el propósito que nos ocupa, respetando la denominación de los subprocesos recogidos en (PMI, 2014) y algunas de las preguntas, no todas, que hemos aportado en un lenguaje coloquial (próximo a nuestro alumnado) para mostrar lo que se pretende abordar en cada subproceso y a las que tendrán que responder. Estos subprocesos, de manera consciente o no, lo llevará a cabo el alumnado para el Proyecto Barbacoa. Se ha valorado el poder introducir notaciones gráficas tanto para definir las actividades y tareas de un proyecto como para la propia organización del proyecto, con el fin de transmitir de una manera más sencilla y atractiva la organización de proyectos. Sin embargo, estudios existentes como (García Borgoñón, Barcelona, García García, Alba, y Escalona, 2014) indican que estas notaciones son complejas de entender y utilizar y aún están evolucionando, por lo que finalmente se ha descartado.

A continuación, vamos a desarrollar algunos de los procesos de la Tabla 1 y utilizaremos algunas propuestas sencillas del PMBOK para abordarlos. Es importante resaltar que los datos aportados en los siguientes apartados corresponderían a las decisiones tomadas por Rosa y el equipo organizador para la realización del Proyecto Barbacoa.

Procesos	Preguntas claves a las que tendrán que dar respuesta nuestro alumnado
Desarrollar el Acta de Constitución	¿Tenemos claro lo que queremos hacer? ¿Lo escribimos para informar al resto? ¿Quién se encargará de todo?
Identificar a los interesados	¿Quiénes asistirán? ¿Quiénes tienen mayor influencia? ¿Quién puede poner problemas? ¿Qué podemos hacer para que todos estén contentos?
Recopilar requisitos	¿Qué queremos hacer exactamente? ¿Qué esperamos?
Definir el alcance	¿Qué cosas haremos y qué otras cosas no haremos?
Controlar el alcance	¿Estamos haciendo todo lo que nos habíamos propuesto en el plan? ¿Falta algo? ¿Estamos haciendo algo que no habíamos decidido?
Definir las actividades	¿Qué actividades vamos a realizar? ¿Quiénes serán los responsables?
Realizar el control de la calidad	¿Las bebidas y la comida que hemos comprado están buenas? ¿Estamos teniendo suficientes vasos y platos?
Duración de las actividades	¿Cuánto tiempo tenemos para cada actividad?
Desarrollar el cronograma	¿Hacemos un esquema para ver cómo se llevarán a cabo las actividades en el tiempo?
Controlar el cronograma	¿Nos estamos pasando de tiempo respecto de lo que habíamos previsto? ¿Cuál es el tiempo máximo que tenemos?
Determinar el presupuesto	¿Cuánto nos vamos a gastar y en qué? ¿En total, cuánto nos vamos a gastar?
Controlar los costes	¿Estamos gastando más de lo previsto? ¿Tenemos algún remanente por si hay gastos extras?
Planificar las comunicaciones	¿Cómo vamos a estar conectados? ¿Usamos WhatsApp? ¿Abrimos una página de Facebook? ¿Todos vamos a estar informado de todo?
Identificar los riesgos	¿Qué puede salir mal? ¿Hará buen tiempo? ¿Faltará mucha gente? ¿Vendrán más de los previstos? ¿Nos dejarán hacerla? ¿Conseguiremos el dinero?
Planificar la calidad	¿Vamos a comprar muchas bebidas? ¿Y comidas? ¿Compraremos bebidas y comidas de marcas blancas? ¿Pondremos algunos dulces y chucherías? ¿Estaremos de pie o pondremos sillas? ¿Hay alguien con alguna intolerancia a algo parecido?
Cerrar el proyecto	¿Hemos hecho todo lo que habíamos pensado? ¿A qué hora quedamos para recoger y cerrar las cuentas? ¿Ha habido algún extra con el que no contábamos? ¿Estamos contentos? ¿Hacemos lista con lo que más nos ha gustado y con los problemas que hemos tenido?
Cerrar las adquisiciones	¿Hemos recibido todo lo que habíamos encargado? ¿Se ha pagado todo? ¿Hay que devolver algo (envases, sillas, etc.)?

Tabla 1. Procesos y preguntas usuales a las que debemos dar respuesta para la realización del Proyecto Barbacoa.

Fuente: (PMI, 2014) y elaboración propia

Subproceso Desarrollar el Acta de Constitución	<ul style="list-style-type: none"> • ¿Tenemos claro lo que queremos hacer? • ¿Lo escribimos para informar al resto? • ¿Quién se encargará de todo?
---	---

Tabla 2. Desarrollo del acta de constitución

Este subproceso, Tabla 2, pertenece al Área de Conocimiento de la Gestión de la Integración del Proyecto y al Grupo de Procesos de Inicio

Anteriormente ya se ha indicado qué es un Acta de Constitución y el acta de nuestro Proyecto se parecería bastante a la descripción aportada por el alumnado ampliada con las respuestas a las preguntas planteadas en la Tabla 1. A continuación desarrollaremos algunos de los subprocesos contestando a dichas preguntas.

Subproceso Identificar a los interesados	<ul style="list-style-type: none"> • ¿Quiénes asistirán? • ¿Quiénes tienen mayor influencia? • ¿Quiénes pueden poner problemas? • ¿Qué podemos hacer para que todos estén contentos?
---	--

Tabla 3. Identificación de los interesados

Este subproceso, Tabla 3, pertenece al Área de Conocimiento de la Gestión de los Interesados del Proyecto y al Grupo de Procesos de Inicio (PMI, 2014).

Los interesados de un proyecto son personas o entidades que tienen algún interés en el proyecto, bien para que sea un éxito o bien para que sea un fracaso.

Puede parecer que todos los interesados del Proyecto Barbacoa son aquellos que quieren ir, pero también estarán los que quieran ir pero no se les permita (por ejemplo, alumnado de otros grupos). Estos también son interesados en el Proyecto y como tal tendremos que considéralos por si pudieran influir negativamente sobre el mismo.

En la Tabla 4, hemos recogido los interesados más importantes del Proyecto Barbacoa indicando para cada uno: el papel que juega, el impacto que tiene (alto, medio o bajo), es decir, en qué medida puede afectar al éxito o fracaso del proyecto, la prioridad o importancia que tiene (alta, media o baja), así como la estrategia de gestión a seguir. Entendemos por estrategia de gestión las acciones que llevaremos a cabo con los interesados para aumentar su apoyo al Proyecto y minimizar cualquier impacto negativo que pudieran tener sobre el mismo.

Para nuestro Proyecto los interesados más importantes además de Rosa y el equipo organizador son: los que tienen mucho interés por saber lo que haremos, aunque no pueden influir mucho (poco poder) como los vecinos próximos de José Manuel y alumnos de otros cursos. A los vecinos le

propondremos un horario de finalización que sea razonable y procuraremos que nos conozcan para que vean que somos responsables. A los compañeros de otras clases le comentaremos cómo ha salido la barbacoa ya que tienen interés en hacer algo parecido. Es muy importante para poder hacer la barbacoa hablar con los padres de José Manuel ya que, aunque tienen poco interés en los que hagamos, sin su permiso no podríamos realizar la barbacoa.

Interesado	Papel que juega	Impacto	Prioridad	Estrategia
Equipo organizador	Realizar el plan definido	Alto	Alta	Informar continuamente del trabajo que se está realizando y de posibles desviaciones en el plan
Rosa	Responsable del plan definido	Alto	Alta	Estar informada del trabajo realizado por cada miembro del equipo y aceptar los cambios a realizar
Resto del alumnado de la clase	Disfrutar de la barbacoa	Medio	Media	Informar sobre el plan y los avances producidos
Padres del anfitrión	Dejar la zona ajardinada de la casa para realizar la barbacoa	Alto	Alta	Informar sobre las medidas que se tomarán para que no se produzcan conflictos ni destrozos
Padres de los alumnos asistentes	Dar permiso para asistir a la barbacoa	Medio	Baja	Informar sobre el lugar y horarios de la barbacoa
Vecinos del anfitrión	Vigilar de que no se produzcan conflictos o volumen excesivo de ruidos	Bajo	Baja	Informar de los horarios
Alumnado de otros grupos	Interés en conocer el proyecto	Bajo	Baja	Informar sobre la organización y lecciones aprendidas

Tabla 4. Registro de Interesados del Proyecto Barbacoa. Fuente: (PMI, 2014) y elaboración propia

En la Figura 2, se muestra una Matriz Interés/Poder (PMI, 2014) para conocer la prioridad e impacto de cada uno de los interesados. Esta matriz nos permite clasificar cada uno de los interesados en base al interés y el poder (de menor a mayor para ambas variables) que pudiera tener sobre el Proyecto y nos permite analizar y visualizar rápidamente quiénes serán los interesados claves. Para el Proyecto Barbacoa, según la matriz, vemos que los padres del anfitrión pueden tener poco interés por la barbacoa, pero si, en algún momento, nos deniega el permiso para hacerlo en su jardín, o no se podría realizar el Proyecto o tendríamos que replantearlo de nuevo. Por otro lado, todo el equipo tiene un gran interés en que se realice el Proyecto y de ellos depende su éxito.

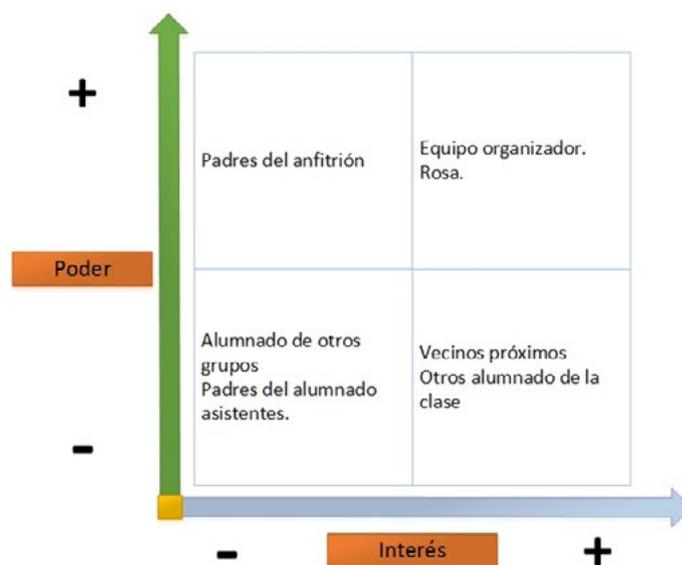


Figura 2. Matriz Poder/Interés para analizar la prioridad de los interesados en el Proyecto Barbacoa. Fuente: (PMI, 2014) y elaboración propia

Los criterios definidos, intervalos de valoración y decisiones tomadas en la Tabla 4 y Figura 2 se acuerdan entre el equipo organizador y la responsable del Proyecto.

Subproceso Determinar el presupuesto	<ul style="list-style-type: none"> • ¿Cuánto nos vamos a gastar y en qué? • ¿En total, cuánto nos vamos a gastar?
---	---

Tabla 5. Determinación del presupuesto

Este subproceso, Tabla 5, pertenece al Área de Conocimiento de la Gestión del Coste Proyecto y al Grupo de Procesos de Planificación del PMBOK.

Para elaborar un presupuesto tendremos que analizar las partidas de las que constará (recursos humanos, consumibles, espacios, mantenimiento, costes de estructura, financieros y un largo etc.). Nos centraremos solo en las partidas necesarias para el Proyecto Barbacoa.

El alumnado ha hablado con amigos de otros grupos que también celebran fiestas parecidas y estiman que si lo hacen en casa de algún amigo que ya tiene barbacoa en el jardín se podrían gastar unos 400 euros. En la Tabla 6, se recoge el desglose del presupuesto.

Concepto	Coste (€)
Bebidas (refrescos de varios tipos)	120
Comida (carne, salchichas, hamburguesas, aceite, chacinas, patatas fritas, palomitas, tortillas, aceitunas, pan, etc.)	180
Otros (mantel de papel, servilletas, cubiertos, carbón, pastillas para encender la barbacoa, bolsas de basura, etc.)	30
Limpieza (si nosotros no lo hacemos)	20
Otros para imprevistos	50
Total	400

Tabla 6. Presupuesto del Proyecto Barbacoa. Fuente: elaboración propia

Como esperamos asistir todos, los 25 alumnos y alumnas de la clase, tendremos que aportar cada uno 16 euros.

Los padres de José nos dejarán que usemos su equipo de música para tener música ambiente en el jardín durante la barbacoa y las mesas y sillas que tienen por lo que no será necesario que llevemos nada de esto.

Subproceso Identificar los riesgos	<ul style="list-style-type: none">• ¿Qué puede salir mal?• ¿Hará buen tiempo?• ¿Faltarán mucha gente?• ¿Vendrán más de los previstos?• ¿Nos dejarán hacerla?• ¿Conseguiremos dinero?
---	---

Tabla 7. Presupuesto del Proyecto Barbacoa. Fuente: elaboración propia

Este subproceso, Tabla 7, pertenece al Área de Conocimiento de la Gestión de los Riesgos del Proyecto y al Grupo de Procesos de Planificación del PMBOK.

Como cualquier proyecto que desarrollemos, siempre existe la posibilidad de que algo no salga como habíamos previsto.

Un aspecto que suele sorprender al alumnado es que hay riesgos positivos además de los riesgos negativos. Por ejemplo, para proyectos de este tipo un riesgo positivo sería la asistencia de más personas de las esperadas al evento (¡esto no ocurrirá en el Proyecto Barbacoa porque han puesto el requisito de que solo asistirá el alumnado de la clase!). Esto implicaría que nuestro poder de convocatoria ha sido grande y como tal hay que verlo como algo positivo. Pero este riesgo, si no se gestiona adecuadamente, puede hacer que se consuman los recursos antes de lo previsto o que no se tenga espacio suficiente para estar con comodidad.

Para cada uno de los posibles riesgos que identifiquemos en un proyecto tenemos que valorar el impacto que puede tener sobre el proyecto, la probabilidad de que se produzca y la estrategia de gestión a seguir, es decir, cómo tenemos que actuar para que el riesgo no se produzca o bien minimicemos su impacto en el caso de que se produzca.

En la Tabla 8, se muestran los posibles riesgos del Proyecto Barbacoa. Para cada uno de los riesgos definidos se valora el posible Impacto en el Proyecto, valorándolo como Alto si dicho riesgo puede poner en peligro la realización de la barbacoa, Medio para un riesgo que permite realizar la barbacoa, pero con cambios importantes y Bajo para riesgos que pueden ser solventados fácilmente en caso de producirse. La probabilidad, en la Tabla 8, describe la posibilidad que tiene el riesgo de ocurrir o no valorándola como Probable (si la posibilidad de ocurrencia es mayor del 50%) o Improbable (si la posibilidad de ocurrencia es menor del 50%) y la estrategia de gestión propuesta.

Riesgo	Impacto	Probabilidad	Estrategia (¿Qué haremos?)
Riesgo de lluvia	Alto	Improbable	Solicitar permiso para trasladar la barbacoa al garaje, que está cubierto
Sobran víveres	Bajo	Probable	Al final de la barbacoa se repartirán las sobras entre los miembros del equipo
Faltan víveres	Bajo	Improbable	Tener anotado dónde está el súper más próximo para comprar más víveres
Falta de presupuesto	Medio	Improbable	Ampliar la aportación de los asistentes con la cuota que decida el equipo y recaudar lo más rápido posible
Asistentes que no han pagado al comienzo de la barbacoa	Bajo	Probable	Enviarles mensajes antes de la barbacoa para recordárselo. Si el motivo está justificado asumirlo con el presupuesto que tengamos
Falta de transporte para todos	Medio	Improbable	Hacer una lista de vehículos y de compañeros que no tengan medios para ir y hacer una distribución. Si no, hablar con algunos padres para que los lleven y recojan, ya que el transporte público no nos vale
Asistencia de personas conflictivas	Alto	Probable	Designar a miembros del equipo para que estén pendientes y procurar evitar encuentros entre ellas. Dejar claro que ante cualquier conflicto entre los asistentes se les expulsará de la barbacoa
No recoger los residuos y demás elementos utilizados al finalizar la barbacoa	Medio	Probable	Se dejará una cantidad acordada del presupuesto para contratar a una persona que deje el jardín limpio. José Manuel nos confirmará de si se ha hecho bien o no

Tabla 8. Registro de riesgos del Proyecto Barbacoa. Fuente: (PMI, 2014) y elaboración propia

Subproceso Definir las actividades	<ul style="list-style-type: none"> • ¿Qué actividades vamos a realizar? • ¿Quiénes serán los responsables?
Subproceso Duración de las actividades	<ul style="list-style-type: none"> • ¿Cuánto tiempo tenemos para cada actividad?

Tabla 9. Definición de actividades

Estos subprocesos, Tabla 9, pertenecen al Área de Conocimiento de la Gestión del Tiempo del Proyecto y al Grupo de Procesos de Planificación del PMBOK.

Para la realización del cronograma de un proyecto es necesario, una vez definidos los requisitos y el alcance del mismo, en el que tendremos que indicar con claridad qué forma parte del proyecto y qué no lo forma, tenemos que realizar los siguientes subprocesos: Definir las actividades, Secuenciar las actividades, Estimar los recursos y la Duración de cada actividad y desarrollar el Cronograma.

El alumnado seguramente realizará, al menos, los subprocesos de Definir las actividades y Estimar su duración. En la Tabla 10, hemos recogido las principales actividades que tienen que realizar indicando para cada una las restricciones de tiempo que tienen y quién será la persona responsable. El Proyecto comenzará el día 5 de junio y finalizará el día 25 del mismo mes. Rosa controlará que todas las actividades se realicen según lo previsto

Tareas	Tiempo (días junio)	Responsable
Reunión inicial para concretar los detalles y asignar trabajo	El día 5 a las 17h	Rosa. Asistirá todo el equipo
Recaudar el dinero	Desde el 6 al día 23	Mario Ramírez
Comprar la comida	Entre los días 20 y 23	Juana Muñiz
Comprar la bebida	Entre los días 20 y 23	Alejandro Silva
Comprar el resto de cosas	Entre los días 20 y 23	Alejandro Silva
Reunión de seguimiento	Día 19 a las 17h	Rosa. Asistirá todo el equipo
Elaborar carteles informativos	Desde el día 6 al 17	Juana Muñiz
Controlar el transporte	Desde el 6 al día 23	Nuria Fernández
Controlar las comunicaciones	Desde el 6 al día 25	Nuria Fernández
Preparar y controlar la parrilla durante la barbacoa	Día 24	José Manuel Pérez
Disfrutar de la barbacoa	Día 24 entre las 14h y 01h del día 25	Toda la clase
Repartir la comida y bebida durante la barbacoa	Día 24 entre las 14h y 01h del día 25	Todo el equipo salvo José Manuel Pérez
Recoger y limpiar el jardín	Día 25 a las 12h	Equipo completo
Recoger Lecciones Aprendidas	Día 25 una vez finalizada la limpieza	Rosa y todo el equipo

Tabla 10. Relación de actividades, restricciones temporales y responsable. Fuente: elaboración propia

Subproceso Planificar las comunicaciones	<ul style="list-style-type: none"> • ¿Cómo vamos a estar conectados? <ul style="list-style-type: none"> • ¿Usamos WhatsApp? • ¿Abrimos una página de Facebook? • ¿Todos vamos a estar informado de todo?
---	---

Tabla 11. Planificación de comunicaciones

Este proceso, Tabla 11, pertenece al Área de Conocimiento de la Gestión de las Comunicaciones del Proyecto y al Grupo de Procesos de Planificación del PMBOK.

Como se ha visto en la identificación de los interesados en el Proyecto, no todos tienen las mismas

implicaciones, por tanto, las necesidades de comunicación entre ellos también serán diferentes. Nuestro alumnado tendrá que decidir: qué información va a recibir el equipo organizador, los asistentes a la barbacoa y el resto de interesados; y cómo se va hacer, es decir, qué herramienta van a utilizar para cada grupo. Rosa y el equipo tendrán que decidir si solamente utilizarán grupos de WhatsApp, si utilizarán alguna herramienta para definir un cronograma y hacer el presupuesto, si montarán o no una página Facebook abierta a todos o si utilizarán alguna herramienta para almacenar información sobre el trabajo que se está desarrollando.

Con el uso intensivo que se hace hoy día de los móviles y *tablets* seguro que nuestros jóvenes utilizarán algunas herramientas para cubrir sus necesidades de comunicación. En la sección siguiente comentamos alguna de ellas.

4. Propuesta de algunas herramientas y lecturas recomendadas

A continuación, se presentarán algunas herramientas de soporte al Proyecto Barbacoa y algunas lecturas que permitirán al alumnado y al profesorado interesado entusiasmarse con la gestión y dirección de proyectos.

4.1. Herramientas de soporte al Proyecto Barbacoa

¿Utilizará el alumnado sus móviles o *tablets* para organizar la barbacoa? Seguro que sí. Por ello, identificaremos algunas herramientas de uso común que permiten dar soporte a las preguntas y respuestas, planteadas en el Apartado 2 para organizar el Proyecto, y son accesibles para todos los públicos.

Proponemos, por tener funcionalidades diferentes y por su facilidad de aplicación, WhatsApp (<https://web.whatsapp.com>), Trello (<https://trello.com>) y Google Drive (<https://drive.google.com>). Lógicamente, se puede emplear cualquiera otra, por ejemplo, Facebook en lugar de WhatsApp para centralizar la comunicación del equipo. Estas herramientas cuentan con interfaz web y aplicaciones específicas para móviles y *tablets*, con lo cual se integran fácilmente en los hábitos digitales del alumnado. Los recursos disponibles, de manera gratuita, de estas herramientas son más que suficientes para gestionar el Proyecto, aunque Trello y Google Drive también ofrecen alternativas de pago.

Estas herramientas también permiten irradiar información y minimizar la posibilidad de que surjan silos de información en el proyecto. Un silo de información se genera cuando una persona o grupo de personas aísla información necesaria para que otros grupos de personas actúen (Figura 3). Por ejemplo, un silo de información podría surgir si los encargados de hacer la compra no indican cuánto han comprado, por lo que otros miembros del equipo organizador no podrían saber si se han realizado las compras previstas y cuánto se lleva gastado.

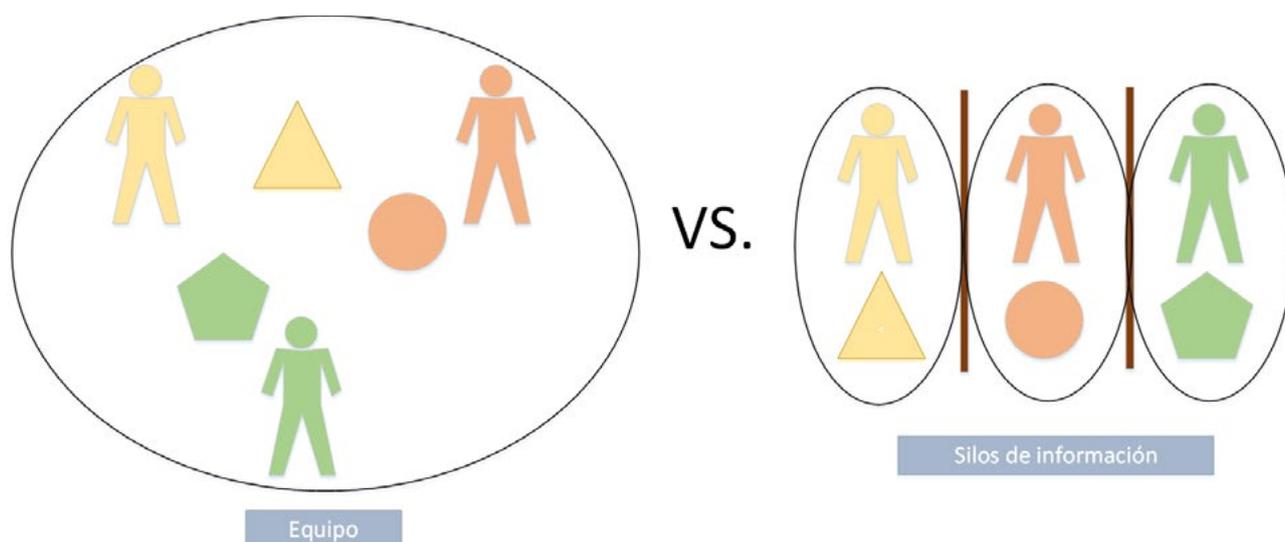


Figura 3. Organización que comparte información (equipo) vs. silos. Fuente: elaboración propia

WhatsApp es una de las herramientas más utilizadas por los jóvenes (y menos jóvenes) para comunicarse, por lo que es una de las mejores candidatas en este segmento. WhatsApp permite organizar grupos de tal manera que los mensajes que se escriban o los archivos que se compartan estén solo disponibles para los miembros de dichos grupos.

La segunda herramienta propuesta es Trello. Esta es una herramienta web, que cuenta también con una aplicación específica para dispositivos móviles, que permite trabajar con tableros y tarjetas. Utilizando estos dos sencillos elementos, Trello permite organizar las tareas de un equipo, visualizar su avance y compartir esta información en un grupo de trabajo.

En Trello definimos listas de tareas que se van colocando de izquierda a derecha. Todas las tareas estarán dentro de alguna lista de tareas (por ejemplo: tareas pendientes, tareas en ejecución o tareas terminadas) e irán viajando de izquierda a derecha a través de las listas a medida que se vayan completando. Además, en cada tarea se puede indicar: la fecha límite para su realización, los responsables y participantes, colores para agruparlas en tipos de tarea o prioridades, e iconos. En la Figura 4 hemos recogido un ejemplo con un subgrupo de actividades. Hemos asignado el amarillo para las actividades relacionadas con temas económicos, naranja para las relacionadas con las compras y morado para las relacionadas con el transporte de los asistentes. Inicialmente todas las actividades definidas estarían a la izquierda. En la Figura 4 (web) y Figura 5 (tablet) podemos ver el avance del trabajo en un momento dado. Se puede comprobar que, a la vista de este tablero, es posible conocer el estado del Proyecto sin necesidad de preguntar a los miembros del equipo. Una vez que el Proyecto haya finalizado todas las tareas estarán en la columna de la derecha.

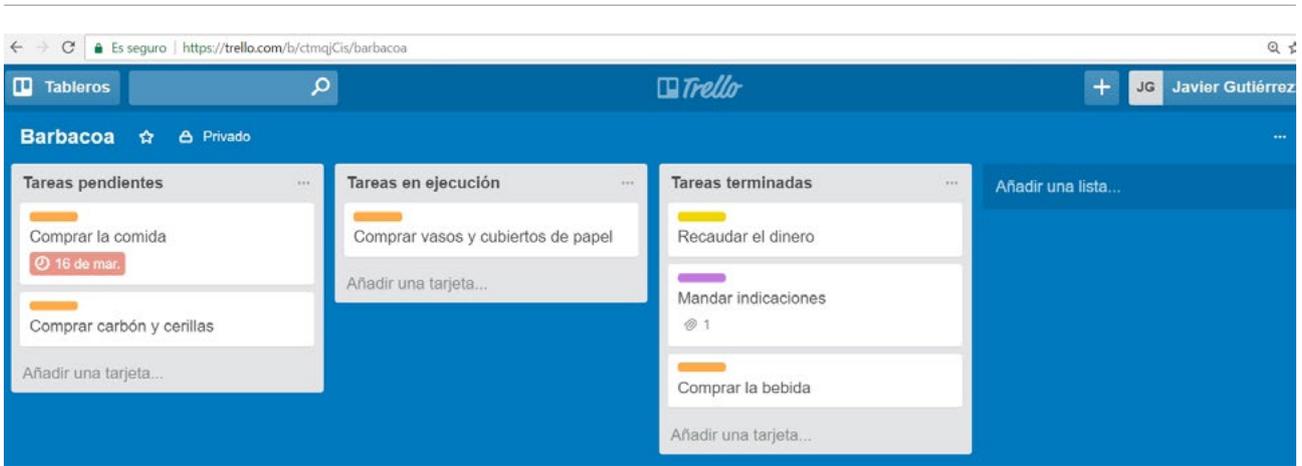


Figura 4. Interfaz web del tablero de Trello para gestionar las actividades del Proyecto Barbacoa. Fuente: Elaboración propia

Trello evita los silos de información permitiendo que cualquier persona interesada pueda ver, pero no modificar si no tiene los permisos necesarios, los tableros. Además, ofrece la posibilidad de invitar a otros usuarios para que todos, en este caso el equipo, puedan trabajar con el mismo tablero.



Figura 5. Utilización del tablero de Trello mediante Tablet para gestionar las actividades del Proyecto Barbacoa. Fuente: Elaboración propia

Con las dos herramientas anteriores ya es posible organizar la comunicación del Proyecto y llevar toda la gestión de tareas. Sin embargo, aún quedan algunos detalles que son difíciles de gestionar, por ejemplo: ¿cuántos coches tenemos?, ¿cuál es la lista de conductores?, etc. Esta información, o cualquier otra, podría estar disponibles para todos los interesados del Proyecto, incluso, se podría elaborar de manera colaborativa. Por ello proponemos una tercera herramienta, Google Drive, que puede utilizarse para lograr este objetivo.

Google ofrece como parte de sus herramientas en línea la herramienta Google Drive, que permite

elaborar documentos de texto u hojas de cálculo a través de un navegador y de manera colaborativa. El documento puede enlazarse con una tarea de Trello, de manera que se pueda abrir y editar desde la propia tarea. Además del enlace a través de Trello, cualquier persona que reciba un enlace podría acceder y/o editar un documento de Google Drive. Google también ofrece una aplicación específica de Google Drive para dispositivos móviles.

4.2. Lecturas recomendadas

En el ámbito de la difusión de la gestión y dirección de proyectos para estudiantes existen diferentes propuestas. En este apartado se presentan algunas de ellas.

La novela (Kim, Behr y Spafford, 2014) está basada en hechos reales en la que se muestra la vida de Bill, recién ascendido a responsable de desarrollo de sistemas de información en una gran empresa dedicada a la fabricación de accesorios para coches. Desde el momento en que todo se desborda en su trabajo, por culpa de una mala gestión de proyectos, Bill comienza a analizar cuáles son las peores y mejoras prácticas llevadas a cabo. El libro está muy enfocado a proyectos de sistemas de información y pone de relieve, de manera novelada, las ventajas de Lean y Devops (Kim, Willis, Debois y Humble, 2016).

El libro (Graham, 2015) pertenece a la famosa serie de libros para "Dummies". Un Dummy es un muñeco que representa a un humano y en algunos contextos esta palabra significa principiante o alguien de pocas luces. Este libro expone el trabajo que compete a un director de proyectos y da recetas desde una perspectiva no técnica para intentar conseguir el éxito, es decir, según el libro, finalizar los proyectos en el tiempo y presupuesto previsto. El libro cuenta ya con cuatro reediciones e incluso una edición adaptada al Reino Unido, lo cual es un indicio del interés de la gestión de proyectos desde una perspectiva sencilla y práctica.

El artículo (Liegel, 2007) presenta una serie de plantillas para facilitar la recogida de información de nuestro proyecto. Por ejemplo, se proponen plantillas para recoger los objetivos del proyecto, para identificar a los interesados, definir el plan de comunicaciones, etc. No se incluyen ejemplos ni descripciones en detalle de esos elementos.

La serie de cuatro libros (y de un quinto próximamente) Project Kids Adventures (Nelson, 2013) también describe la gestión y dirección de proyectos para un público muy joven. Existe un proyecto de traducción de estos libros al castellano.

El libro (Gómez, 2016) presenta varios aspectos de gestión de proyectos relacionándolos con los personajes y sucesos de los libros y serie de Juego de Tronos. Es una lectura muy recomendable, pero antes habría que ver la serie o leerse el libro de Juego de Tronos.

5. Conclusiones

En este trabajo se ha querido mostrar el conocimiento natural que tiene el alumnado sub 18 para la dirección y gestión de proyectos sin que seguramente ni ellos mismos lo sepan; y el potencial que puede tener este conocimiento previo para definir sus futuros planes formativos y profesionales. Para ello, se ha propuesto organizar una barbacoa utilizando como base las directrices y buenas prácticas recogidas en el estándar internacional Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos, más conocido como PMBOK, desarrollado por el PMI. Hemos simultaneado conceptos básicos sobre gestión y dirección de proyectos con lo que haría el alumnado para organizar el Proyecto Barbacoa. Como soporte a este proyecto y conociendo la utilización que hacen los jóvenes de sus móviles y *tablets*, se han mostrado algunas herramientas gratuitas y sencillas para facilitar la realización del plan del proyecto, así como su control y ejecución. Hemos considerado de interés presentar algunas lecturas amenas dirigidas al alumnado, pero también para aprender, nosotros mismos como docentes, y motivarlos.

En definitiva, con este trabajo queremos plantear la siguiente reflexión: ¿por qué esperar a los últimos cursos de la carrera universitaria o módulos superiores para enseñarle a nuestro alumnado buenas prácticas sobre este ámbito de conocimiento? Proponemos empezar su enseñanza desde el inicio de su formación para facilitarles la planificación y ejecución de sus primeras actividades formativas y mostrar la importancia que tiene para los jóvenes (y para los no tan jóvenes!) aplicar estas buenas prácticas en la toma de decisiones, tanto en nuestras actividades cotidianas como en las profesionales.

6. Agradecimientos

Este trabajo ha sido apoyado por el proyecto POLOLAS (TIN2016-76956-C3-2-R) y por la Red SoftPLM (TIN2015-71938-REDT) del Ministerio de Economía y Competitividad.

7. Referencias

García Borgoñón, L., Barcelona, M. A., García García, J. A., Alba, M., & Escalona, M. J. (2014). Software process modelling languages: A systematic literature review. *Information and Software Technology*, 56(2), 103-116. doi: <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2013.10.001>

García-Peñalvo, F. J. (2016). Proyecto TACCLE3 – Coding. En F. J. García-Peñalvo & J. A. Mendes (Eds.), *XVIII Simposio Internacional de Informática Educativa, SIIE 2016* (pp. 187-189). Salamanca, España: Ediciones Universidad de Salamanca.

Gómez, J. (2016). *El Juego de Tronos de los Proyectos: 15 Lecciones magistrales sobre Liderazgo y Dirección de Proyectos exitosa*. USA: Createspace Independent Publishing Platform.

Graham, N. (2015). *Project Management for Dummies*. USA: John Wiley & Sons Inc.

Kim, G., Behr, K., & Spafford, G. (2014). *The Phoenix Project: A Novel About IT, DevOps, and Helping Your Business Win*. USA: It Revolution Press.

Kim, G., Willis, J., Debois, P., & Humble J. (2016). *The Devops Handbook: How to Create World-Class Agility, Reliability, and Security in Technology Organizations*. USA: It Revolution Press

Liegel, K. M. (2007). *Empowering Kids through Project Skills*. Recuperado el 04 de marzo de 2017 de <https://www.pmi.org/learning/library/empowering-kids-through-project-skills-7220>

Nelson, G. M. (2013) *The Ultimate Tree House Project: Volume 1 (Project Kids Adventures)*. USA: Createspace Independent Publishing Platform.

Project Management Institute (PMI) (2014) *Guía de los fundamentos para la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK®)*. USA: Project Management Institute, Inc.

Python como primer lenguaje de programación textual en la Enseñanza Secundaria

Python as First Textual Programming Language in Secondary Education

José Carlos García Monsálvez

Profesor de Enseñanza Secundaria - Especialidad de Informática. Conselleria de Educació, Investigació, Cultura y Deporte - Generalitat Valenciana, España. garcia_josmon@gva.es

Resumen

Con la reciente introducción de la Programación en el currículo preuniversitario, se abre una oportunidad para incluir conceptos fundamentales de las Ciencias de la Computación. Este artículo presenta el origen y evolución de Python, las principales características que lo configuran como un lenguaje idóneo, así como una revisión y clasificación de herramientas educativas disponibles en su ecosistema. Dichas herramientas abarcan un amplio y variado abanico de recursos; desde libros interactivos hasta librerías que facilitan la creación de elaborados artefactos *software* por parte de los alumnos. En este trabajo se presenta una propuesta multidisciplinar para utilizar el lenguaje de programación Python en todos los niveles de Secundaria.

Palabras Clave

Python; Enseñanza Secundaria; Currículum; Computación; Informática; Pensamiento computacional; Introducción a la programación

Abstract

With the recent introduction of Programming in the K-12 curricula there is an opportunity to include Computer Science fundamental concepts. This paper presents the origin and evolution of Python as well as their main features that configure it as an ideal programming language. We also review and classify some educational tools in the Python ecosystem. Such tools cover a wide-open spectrum of resources from interactive books to libraries which ease the construction of student elaborated software artefacts. This work presents a multidisciplinary proposal to use the Python programming language in all levels of Secondary Stage.

Keywords

Python; K-12 levels; Curricula; Computing; Informatics; Computational Thinking; Introductory programming

1. Introducción

1.1. Situación actual y previsible futuro

Debido al aumento de la importancia de las Ciencias de la Computación en la sociedad actual, tanto en la vida cotidiana como en el ámbito laboral (con un peso muy determinante en el I+D+i), muchos países han decidido incorporarlas en las etapas obligatorias de su currículo (Hubwieser, et al., 2015; García-Peñalvo, et al., 2016). Dicha incorporación varía desde la troncalidad de la asignatura de Computación, tanto en Primaria como Secundaria, en el Reino Unido o la estrategia de más largo recorrido como Israel (Hazzan, 2008; Ragonis, 2010; Gal-Ezer, 2014) hasta el escaso tratamiento que se da actualmente en España.

A pesar de la proliferación de iniciativas en nuestro entorno (Balanskat, et al., 2015), ello no se ha traducido en un avance curricular a nivel nacional (MEC) y todo queda en decisiones unilaterales de las comunidades autónomas (en base a las competencias transferidas en enseñanza). Así pues, contamos con casos puntuales en Andalucía, Comunitat Valenciana, Madrid, Cataluña y Navarra (que analizaremos con más detalle en el apartado 4).

La proliferación y avance del resto de iniciativas, tanto en el entorno de la Unión Europea como en otros países desarrollados, empujará a la lógica conclusión de introducir a nivel nacional (posiblemente en la futura ley de educación que se pretende consensuar) una nueva asignatura. Está por determinar la dedicación (asignatura troncal u optativa, dedicación semanal), el enfoque (ciencias de la computación vs. pensamiento computacional vs. programación) y modelo (basado en alguna de las experiencias de las comunidades autónomas o en casos de éxito de otros países como Israel o Estonia).

1.2. Ciencias de la computación y pensamiento computacional

Tal como se indica en *The great principles of computing* (Denning, 2003), la Computación puede ser el cuarto gran dominio científico, junto con la Física, la Biología y las Ciencias Sociales. En dicho artículo, Denning propone 7 categorías: “computation, communication, coordination, recollection, automation, evaluation and design”. Así pues, las ciencias de la computación tienen entidad suficiente como para reclamar una asignatura troncal en –al menos– toda la enseñanza secundaria.

En los últimos años el *Pensamiento Computacional* se ha convertido en tema central dentro del marco de iniciativas a nivel global que pretenden llevar las Ciencias de la Computación a la enseñanza preuniversitaria (Riesco, 2014; Tedre y Denning, 2016). Hay que tener claro que Computación y

Pensamiento Computacional no son conceptos equivalentes a pesar de tener claros solapamientos. El campo de la Computación es mucho más amplio y podemos destacar como ejemplo “[that] we need to show our students what their programs are controlling before they can understand how to design programs that produce intended effects” (Tedre y Denning, 2016).

1.3. Pensamiento computacional y programación

Aunque no hay una definición académica aceptada sobre pensamiento computacional, en la extensa revisión de la literatura (García-Peñalvo, et al., 2016, cap. 2) del proyecto TACCLE3 (García-Peñalvo, 2016a) tenemos la definición más reciente del propio García-Peñalvo (2016): “the application of high level of abstraction and an algorithmic approach to solve any kind of problems”.

Por otro lado, aunque algunas iniciativas pueden caer en el error de equiparar pensamiento computacional con programación, desde luego, la forma más efectiva de desarrollar dicho pensamiento computacional implica la introducción de la programación (Compañ-Rosique, et al., 2015).

No obstante, no hay resultados concluyentes sobre la transferencia del pensamiento computacional a otras áreas distintas a la programación (Guzdial, 2015a). Sin embargo, parecen evidentes las ventajas directas para niveles posteriores en la educación (Ciclos Formativos de la familia de Informática o con módulos –de otras familias profesionales– relacionados con la programación, así como primeros cursos de Universidad en carreras de Ciencia e Ingeniería –obviamente también en las carreras de Informática–) y en otros ámbitos; no solo el sector de las TIC, sino cualquier actividad que requiera un uso continuado de manipulación y procesamiento de datos (principalmente –aunque no en exclusividad– las relacionadas con Ciencia e Ingeniería).

2. Selección del lenguaje de programación

Uno de los elementos clave en la introducción a la programación es el lenguaje escogido; siendo los otros elementos: el currículo, la pedagogía y las herramientas empleadas en el proceso de enseñanza+aprendizaje (Pears, et al., 2007). La selección del lenguaje de programación se ha estudiado únicamente en 22 estudios primarios que van desde los años cincuenta hasta 2012 (Stefik, et al., 2015).

Aunque se puede seguir un proceso formal y bien estructurado para la selección del lenguaje empleado en la introducción a la programación (Parker, et al., 2006), ya existen multitud de experiencias y estudios que avalan las ventajas de Python como candidato bien posicionado.

Tanto en el ámbito universitario (Guo, 2013; Ateeq, et al., 2014; Peña, 2015a; Peña, 2015b; Koulouri,

2015; Murphy, et al., 2016) como en enseñanza secundaria (Elkner, 2000; Grandell, et al., 2006; Mészárosová, 2015) se analizan las características y aplicación de Python como lenguaje introductorio (que enunciaremos en el apartado 3.2).

La curva de aprendizaje, sintaxis simple y legibilidad de Python es reconocida en todos los casos como idónea para la introducción de la programación. Tanto es así que en ocasiones se le denomina “pseudocódigo ejecutable”.

2.1. Ciencias de la computación y pensamiento computacional

Cada vez con mayor frecuencia, la primera aproximación programación para los estudiantes tanto de Secundaria como –en algunos casos– de Primaria suele basarse en un entorno de programación visual por bloques (Scratch, Alice, etc.). A pesar de facilitar la introducción de la programación en etapas más tempranas, estos lenguajes no permiten un desarrollo más allá de su entorno visual (salvo interacciones simples mediante la informática física con herramientas como S4A¹).

Por ello, aparecen cada vez más estudios que investigan la transición de la programación visual por bloques a la programación textual (Armoni, 2015; Weintrop, 2015; Brown, 2016). Por las características que veremos más abajo, Python es escogido en varios estudios como destinatario para dicha transición a la programación textual (Dorling y White, 2015) incluso después de haber probado con la transición de programación visual a otros lenguajes como Java (Tabet, et al., 2016).

3. Python

3.1. Origen y evolución

Guido van Rossum creó Python en diciembre de 1989, basándose en el lenguaje de programación ABC que ayudó a implementar en los años 80. ABC tenía como objetivo principal la facilidad de aprendizaje para personas ajenas a las Ciencias de la Computación². Con esa herencia tan clara, no debe extrañarnos que sea tan popular en los cursos introductorios de programación. Si acaso, debería extrañarnos que no lo haya sido antes.

Conocido como lenguaje de *script* durante años, no fue hasta finales de los años 90 cuando se empezó a plantear su aplicabilidad en el aprendizaje de la programación, como primer lenguaje. Python es realmente un lenguaje de propósito general y ha ido ganando popularidad en varios ámbitos como

1 Scratch for Arduino: http://s4a.cat/index_es.html

2 <http://python-history.blogspot.com/>

el desarrollo rápido de aplicaciones web, administración de sistemas, ciencia de datos, computación científica (donde domina con diferencia), inteligencia artificial, internet de las cosas, etc.³.

3.2. Características idóneas

En los estudios comparativos (Grandell, 2006; Ateeq, 2014; Koulori, 2014; Mészárosóvá, 2015; Peña, 2015b), las principales características por las que destacan a Python son:

- Sintaxis simple.
- Alta legibilidad (sangrado obligatorio).
- Entorno amigable de desarrollo (intérprete interactivo).
- Abstracciones de más alto nivel (mayor nivel de expresividad).
- Potente librería estándar y gran cantidad de módulos de terceros (actualmente son más de 100.000).
- Multi-paradigma (imperativo, POO y funcional).
- Disponibilidad de recursos educativos abiertos.
- *Software* libre y comunidad entusiasta.

No en vano es el lenguaje más popular en los cursos introductorios de programación de las universidades en Estados Unidos (Guo, 2014), el que más resultados devuelve en una búsqueda de cursos introductorios de programación en plataformas de MOOC⁴, y es el escogido por la Fundación Raspberry Pi para su programación principal (Tollervey, 2015).

3.3. Herramientas educativas

La popularidad de Python ha propiciado también la elaboración de herramientas visuales, tanto para programar directamente (Bart, 2016) como para visualizar la ejecución de programas (Guo, 2013; Tang, 2014), o incluso estudiar en entornos táctiles como tabletas y *smartphones* (Ihantola, et al., 2014).

La comunidad de Python genera una creciente cantidad de herramientas y recursos educativos abiertos. Listamos a continuación una breve clasificación⁵:

3 <https://www.python.org/about/success/>

4 buscando en <https://www.class-central.com/>

5 Un listado más exhaustivo en: <https://github.com/quobit/awesome-python-in-education>

-
- Entornos interactivos: try.jupyter.org, Trinket.io, Snakify.org, codesters.com, pythonroom.com, repl.it, etc.
 - Libros interactivos: interactivepython.org (varios libros disponibles), learnpython.com, codeclub6, etc.
 - Juegos/competiciones: checkio.org, empireofcode.com, codecombat.com, codeandconquer.co, etc.
 - Ejercicios: exercism.io, practicepython.org, pybit.es, etc.
 - Libros (libres): Think Python, Invent With Python, Dive Into Python 3, etc.
 - *Hardware*: Raspberry Pi, Arduino, BBC:microbit, PyBoard, ESP8266, etc.
 - Documentación: docs.python.org/3, PyMOTW3, Python Guide, Full Stack Python, etc.
 - Librerías: PyGame, Python Arcade Library, Processing (Python Mode), VPython, Pilas Engine, etc.
 - Herramientas para crear cursos: Jupyter Notebook, PyCharm Edu, Runestone Interactive, etc.
 - Vídeo tutoriales: Dan Bader (dbader.org), Harrison Kinsley (pythonprogramming.net), Khan Academy, The Hello World Program, etc.

4. Análisis del currículo

Como indicamos en la introducción, existen a nivel autonómico varias iniciativas que introducen la programación en el currículo. Por un lado, tenemos el caso de Andalucía, que ha creado una nueva asignatura optativa en 2º de Bachillerato denominada “Programación y Computación” (aparte de TIC II definida en la LOMCE) y que comenzó a impartirse en el curso 2016-2017 por los profesores de la especialidad de Informática disponibles en los centros de secundaria.

Por otro lado, está el caso de Navarra, que introduce por primera vez en España la programación en Primaria (en los dos últimos cursos de Matemáticas)⁷. Aunque el más publicitado fue el de la Comunidad de Madrid, con la asignatura de libre configuración autonómica denominada “Tecnología, Programación y Robótica”. Esta asignatura comenzó a implantarse en el curso 2015-2016 en 1º y 3º ESO, y en el siguiente curso 2016-2017 finaliza la implantación en el resto de la ESO (2º y 4º). Esta asignatura introduce la programación entre otros temas muy variados propios de Tecnología y se imparte con profesores de dicha especialidad (y que han recibido un curso de programación).

6 <https://codeclubprojects.org/en-GB/python/>

7 <http://codigo21.educacion.navarra.es/normativa/nuevo-curriculo/>

Con diferencia, el caso del currículo de la Comunidad Valenciana es diferente al resto en varios aspectos: tiene más años de recorrido, se ha ofertado en todos los niveles de la ESO y Bachillerato desde un principio y ha ido adaptando sus contenidos con el paso de los años. Además, es impartido por profesores de la especialidad de Informática. Por todo ello, pasamos a analizar con más detalle sus características y currículo actual.

4.1. Comunidad Valenciana

La Comunidad Valenciana fue pionera en la introducción de la optativa de Informática en la Enseñanza Secundaria Pública Española, puesto que elaboró un currículum para cada curso de la ESO y Bachillerato en 1995 (Orden de 9^º y 10^º de mayo de 1995, respectivamente). El siguiente paso que se dio fue la obligatoriedad de la oferta de dicha optativa en todos los centros de Enseñanza Secundaria (ORDEN de 31 de mayo de 2004, de la Conselleria de Cultura, Educación y Deporte)¹⁰ lo cual generó una demanda de profesores de la especialidad de Informática (en la actualidad, 1000 docentes).

El hecho de que la asignatura sea optativa influye en una serie de problemas:

- *Discontinuidad*: los alumnos que optan por la asignatura no tienen ninguna precondition y, por lo tanto, en cualquiera de los niveles de la ESO y Bachillerato puede haber alumnos que jamás han cursado la asignatura en años anteriores.
- *Brecha de género*: aunque no existen estadísticas al respecto en Secundaria, la optatividad facilita la tendencia general reflejada en los estudios sobre la brecha de género en las Ciencias de la Computación.
- *Nivelación*: debido a la discontinuidad antes mencionada, la disparidad de niveles difícilmente permite que los grupos alcancen de manera homogénea los indicadores de éxito para cada curso.

El último paso dado en la Comunitat Valenciana corresponde a la última actualización de currículo en 2015 (DECRETO 87/2015, de 5 de junio, del Consell)¹¹, donde ya se puede contar con un bloque dedicado a la programación¹² en cada uno de los cursos de la ESO y Bachillerato.

4.1.1. Comunidad Valenciana

Pasamos a analizar la parte de Programación introducida en el currículo de la ESO y Bachillerato, tal como se ha desarrollado en la Comunitat Valenciana.

8 http://www.dogv.gva.es/datos/1995/07/05/pdf/1995_835276.pdf

9 http://www.dogv.gva.es/datos/1995/06/19/pdf/1995_835093.pdf

10 http://www.dogv.gva.es/datos/2004/06/23/pdf/2004_X6485.pdf

11 http://www.dogv.gva.es/datos/2015/06/10/pdf/2015_5410.pdf

12 Con la excepción de 4º ESO, que viene determinado por el currículo a nivel nacional dictado por el Ministerio de Educación.

- 1º ESO

“Introducción a la programación en entornos de aprendizaje. Elaboración guiada de programas sencillos a través de aplicaciones de escritorio, móviles o de portales web de aprendizaje y promoción de la programación en entornos educativos. Introducción a los conceptos de la programación por bloques: composición básica de las estructuras y encaje de bloques. Programación de gráficos, animaciones y juegos sencillos”.

El planteamiento para 1º ESO corresponde claramente a la iniciación básica de la programación mediante tutoriales interactivos en portales como Code.org o MIT Scratch. Cuando se compara con los contenidos de 2º ESO (más abajo), llama la atención que no se introduce ningún concepto como variables, estructuras de control, condiciones o descomposición de problemas. Sin embargo, se presupone que el estudiante será capaz –al final del bloque– de realizar animaciones y juegos sencillos.

- 2º ESO

“Entornos para el aprendizaje de la programación. Familiarización con el entorno de trabajo. Objetos. Gestión de la apariencia y los sonidos asociados a los objetos. Integración de imágenes creadas o retocadas mediante *software* de tratamiento de la imagen digital. Ejecución simultánea de varios objetos. Comunicación entre objetos. Uso de eventos. Bloques de movimiento. Estructuras de control del flujo del programa. Condiciones y operadores. Bucles. Creación de gráficos combinando bucles y herramientas de dibujo. Definición y uso de variables. Descomposición de problemas de mayor complejidad en conjuntos más sencillos de bloques. Realización de proyectos sencillos y compartido en línea. Evaluación de proyectos de otros compañeros”.

El planteamiento de 2º es una clara continuación de 1º. Teniendo en cuenta que, al ser una asignatura optativa, no podemos considerar que el alumno haya cursado Informática el año anterior (esto puede ocurrir en todos los cursos). Aunque 1º se presentaba como una mera exposición al entorno de programación visual por bloques, puede ser necesario volver a introducir a los alumnos que no la cursaron. Dependiendo del tiempo dedicado al bloque de programación en 1º, podrá ser más o menos necesaria la repetición de los principales conceptos para una parte del grupo.

- 3º ESO

“Lenguajes de programación. Concepto, funcionalidad y tipos de lenguajes. Derechos de autor en las aplicaciones. Tipo de *software*: el *software* libre y el *software* propietario. Licencias de *software*. Programación de aplicaciones para dispositivos móviles como videojuegos, de comunicación, de

captura y edición de fotos, de integración de elementos multimedia, etc. Familiarización con el entorno de trabajo. Diseño de la interfaz de usuario.

Inserción, configuración y distribución en pantalla de los componentes de la interfaz de usuario de la aplicación. Estructuras de control del flujo de la aplicación: condicional, bucles y funciones. Definición y uso de variables. Uso de componentes multimedia. Integración de imágenes, audio y vídeo propios, creados o modificados por medio del *software* de edición correspondiente. Gestión de la comunicación: llamadas, mensajes, GPS, etc. Operaciones matemáticas y de cadenas de texto. Descomposición de problemas de mayor complejidad en módulos más sencillos. Funciones. Gestión de interfaces de la aplicación. Realización de proyectos de diferentes niveles de dificultad de forma individual o cooperativamente. Ejecución de la aplicación en dispositivos móviles o en emuladores. Descarga e instalación de la aplicación en el dispositivo. La distribución de aplicaciones para dispositivos móviles.

Evaluación de proyectos de otros compañeros”.

Nos encontramos el mismo caso que en 2º ESO, pero con un aumento en la complejidad del tipo de aplicaciones a elaborar y una semejanza clara con otro entorno reconocible: MIT App Inventor. En este caso se hace un mayor hincapié en la estética y el diseño de la interfaz y la interacción tanto con el usuario como con diferentes subsistemas propios de dispositivos móviles.

- 1º Bachillerato

“Representación del problema o proyecto mediante el modelado. Análisis de requisitos de una aplicación. Entrada y salida de los datos. Restricciones del programa. Diseño de diagramas sencillos de casos de uso o de diagramas de contexto. Aplicación de algoritmos y de diagramas de flujo en la resolución de problemas sencillos. Resolución de un problema dividiéndolo en subproblemas de menor complejidad que facilite la elaboración de algoritmos para su resolución, y combinando las soluciones para resolver el problema original. Resolución de un problema a través de la generalización de ejemplos particulares. Lenguajes de programación. Definición. Tipos de lenguajes de programación. Análisis del código fuente de un pequeño programa informático. Obtención de resultados a partir de unas condiciones iniciales predeterminadas y realizando las trazas de ejecución. Programación de pequeñas aplicaciones mediante un lenguaje de programación determinado: para la programación de aplicaciones de escritorio, para el desarrollo web, para el diseño de aplicaciones de dispositivos móviles o para la creación de programas de control robótico y su ejecución en plataformas de hardware. Sintaxis y semántica de un lenguaje de programación determinado. Estructura de un programa. Variables y constantes. Tipos de datos sencillos. Entrada y salida. Operadores. Estructuras de control: bifurcaciones y bucles. Funciones y procedimientos”.

En este curso tenemos la opción de elegir el tipo de aplicación: escritorio, web, móvil o IoT (Internet de las Cosas). Cabe destacar que hay un bloque de contenidos de este mismo curso, se contempla el modelo relacional y la creación de bases de datos, por lo que se podría aprovechar dicha circunstancia para poder elaborar artefactos *software* más complejos. Como actualmente, la Informática no forma parte de las pruebas de acceso a la Universidad, cabe esperar una influencia negativa a la hora de ser escogida (tanto en 1º como 2º de Bachillerato). El alumno que escoja esta optativa debe estar motivado ante los retos planteados en el temario y no obtener una compensación en el actual baremo empleado en el acceso a la Universidad. A todo esto, hay que añadir la posibilidad –comentada anteriormente– de no haber cursado previamente Informática en ninguno de los cursos anteriores.

- 2º Bachillerato

“Representación del problema o proyecto mediante el modelado. Análisis de requisitos de una aplicación. Entrada y salida de los datos. Restricciones del programa. Diseño de Diagramas de Flujos de Datos o de casos de uso, de clases y de secuencias. El paradigma de la programación orientada a objetos (POO). Objetos y clases. Aplicación de algoritmos y de diagramas de flujo en la resolución de problemas de mediana complejidad. Resolución de un problema dividiéndolo en subproblemas de menor complejidad que facilite la elaboración de algoritmos para su resolución, y combinando las soluciones para resolver el problema original. Resolución de un problema a través de la generalización de ejemplos particulares. Técnicas simples de diseño de algoritmos. Programación de aplicaciones de mediana complejidad mediante un lenguaje de programación determinado: para la programación de aplicaciones de escritorio, para el desarrollo web, para el diseño de aplicaciones de dispositivos móviles o para la creación de programas de control robótico y su ejecución en plataformas de hardware. Sintaxis y semántica de un lenguaje de programación determinado. Aplicación de los conceptos básicos de la POO. Definición de clases.

Instanciación de objetos. Herencia. Tipos de datos estructurados. Módulos. Acceso a bases de datos. Uso de entornos de desarrollo de *software*. Análisis del código fuente de un programa informático. Obtención de resultados a partir de unas condiciones iniciales predeterminadas y realizando las trazas de ejecución. Depuración y optimización de programas”.

Siguiendo con el planteamiento de 1º de Bachillerato (con respecto a la motivación intrínseca necesaria para cursar una asignatura que no puntúa en el baremo de acceso a la Universidad) y con un aumento de la complejidad (modularización, programación orientada a objetos, etc.), el número de estudiantes que escojan esta optativa se verá reducido drásticamente.

Cuando analizamos el currículo actual de la ESO, vemos que el diseño se realizó pensando en unas

herramientas muy concretas (Scratch y App Inventor). De esta manera caemos en la tradicional enseñanza del manejo de aplicaciones (p. e. ofimática) y centrándonos más en el uso en lugar de plantear la resolución de problemas más abiertos que conduzcan al aprendizaje del pensamiento computacional.

5. Propuesta metodológica multidisciplinar

En los cursos de introducción a la programación, tradicionalmente se ha planteado al alumno una serie de retos de mayor o menor dificultad una vez explicados los constructos elementales del lenguaje de programación que debe emplear (Guzdial, 2015b). Aunque, más bien al contrario, dedicar mayor tiempo a la lectura de código antes de comenzar a programar ha resultado mucho más efectivo. La legibilidad de Python nos facilita pues esta tarea, pudiendo ser más efectivos en la lectura comparado con otros lenguajes.

En general, hay claros resultados positivos cuando se aplican algunos enfoques activos (Freeman, 2014) al proceso de enseñanza+aprendizaje en las ciencias de la computación. Algunos de ellos son: el PBL (Nuutila, 2005), la introducción de juegos (Papastergiou, 2009) o los presentados por Porter, Guzdial y otros (Porter, 2013): *media computation* (Guzdial, 2015a), *pair programming* (Braught, 2011) y *peer instruction* (Stoilescu, 2010; Zingaro, 2014).

El aprendizaje basado en proyectos (PBL) permite al alumno enfatizar en la propia actividad aprendiendo sobre los problemas, fijando sus propias metas de aprendizaje además de realizar una búsqueda activa y análisis de la información. Un ejemplo claro y motivador es el desarrollo de juegos (para el que Python tiene varias librerías y recursos educativos) que puede servir incluso de integrador de otros bloques de contenidos (como los de multimedia).

Precisamente, el empleo de elementos multimedia (audio, imágenes y vídeo) en la introducción a la programación, ha jugado un papel determinante tanto en la motivación y resultados como para reducir la brecha de género antes mencionada (Guzdial, 2015a). Existen gran cantidad de recursos (módulos, códigos de ejemplo, secciones de libros con licencia libre, etc.) que permiten la manipulación de elementos multimedia con Python.

La programación por parejas se ha confirmado como efectiva en el aprendizaje de la programación desde hace años. Curiosamente tendemos a buscar lo contrario en las aulas de Informática ("Un alumno, un ordenador" ha sido más de una vez el *slogan*). Tanto la programación por parejas como la Instrucción entre pares puede resultar más efectiva todavía por el empleo de un lenguaje como Python, que permite la interacción inmediata (por ser interpretado) y por lo tanto una barrera menor que facilita la ejecución de estas metodologías.

6. Conclusiones

Algunas características del lenguaje Python (facilidad de aprendizaje, interpretado, librería amplia y módulos de terceros¹³, *software* libre, multitud de recursos educativos abiertos) le dan una versatilidad clara para adaptarse a cualquiera de los planteamientos anteriores (y aplicables a cualquier otro currículo autonómico actual). En definitiva, permite crear un ecosistema idóneo para la educación del pensamiento computacional.

Es necesario un replanteamiento de los objetivos que ha de perseguir una asignatura de Ciencias de la Computación. El profundo debate que ha existido en otros países no parece haber afectado a las autoridades educativas en España. Deberíamos ser capaces de inspirarnos en el trabajo que presentó el creador de Python: *Computer Programming for Everybody* en el que se planteó la pregunta: "What will happen if users can program their own computer?" y en los Grandes Principios de la Computación (Denning, 2003). Otra fuente de inspiración deberían ser los casos de éxito en otros países, en especial Israel por su trayectoria.

Como propuestas de investigación futura cabría proponer una metodología para la elaboración de recursos educativos abiertos (bien partiendo de cero o mediante traducciones a nuestra lengua de otros recursos de gran aceptación). Otro ámbito de interés podría ser la creación de herramientas de ayuda para el aprendizaje de la programación, como por ejemplo el análisis del código generado por el alumno. Un ejemplo de este tipo de herramienta para MIT Scratch es DrScratch¹⁴ (casualmente programada en... Python).

7. Referencias

Armoni, M., Meerbaum-Salant, O., & Ben-Ari, M. (2015). From scratch to "real" programming. *ACM Transactions on Computing Education (TOCE)*, 14(4), 25. doi: <https://doi.org/10.1145/2677087>

Ateeq, M., Habib, H., Umer, A., & Rehman, M. U. (2014, April). C++ or Python? Which One to Begin with: A Learner's Perspective. In *Proceedings of the 2014 International Conference on Teaching and Learning in Computing and Engineering (LaTiCE)* (pp. 64-69). EEUU: IEEE. doi: <https://doi.org/10.1109/LaTiCE.2014.20>

Balanskat, A., & Engelhardt, K. (2015). *Computing our future. Computer programming and coding. Priorities, school curricula and initiatives across Europe*. European Schoolnet, Brussels.

13 El índice de paquetes de terceros (PyPI) sobrepasa las 100.000 entradas.

14 <http://www.drscratch.org/>

Bart, A. C., Tibau, J., Tilevich, E., Shaffer, C. A., & Kafura, D. (2016, June). Implementing an Open-access, Data Science Programming Environment for Learners. In *Proceedings of the 2016 IEEE 40th Annual Computer Software and Applications Conference (COMPSAC)* (Vol. 1, pp. 728-737). EEUU: IEEE. doi: <https://doi.org/10.1109/COMPSAC.2016.132>

Brought, G., Wahls, T., & Eby, L. M. (2011). The case for pair programming in the computer science classroom. *ACM Transactions on Computing Education (TOCE)*, 11(1), Article 2. doi: <https://doi.org/10.1145/1921607.1921609>

Brown, N. C., Altadmri, A., & Kölling, M. (2016, March). Frame-Based Editing: Combining the Best of Blocks and Text Programming. In *Proceedings of the 2016 International Conference on Learning and Teaching in Computing and Engineering (LaTICE)* (pp. 47-53). EEUU: IEEE. doi: <https://doi.org/10.1109/LaTICE.2016.16>

Compañ-Rosique, P., Satorre-Cuerda, R., Llorens-Largo, F., & Molina-Carmona, R. (2015). Enseñando a programar: un camino directo para desarrollar el pensamiento computacional. *Revista de Educación a Distancia*, 46. doi: <https://doi.org/10.6018/red/46/11>

Denning, P. J. (2003). Great principles of computing. *Communications of the ACM*, 46(11), 15-20. doi: <https://doi.org/10.1145/948383.948400>

Dorling, M., & White, D. (2015, February). Scratch: A way to logo and python. In *Proceedings of the 46th ACM Technical Symposium on Computer Science Education* (pp. 191-196). New York, EEUU: ACM. doi: <https://doi.org/10.1145/2676723.2677256>

Elkner, J. (2000, January). Using Python in a high school computer science program. In *Proceedings of the 8th International Python Conference* (pp. 2000-2001).

Freeman, S., Eddy, S. L., McDonough, M., Smith, M. K., Okoroafor, N., Jordt, H., & Wenderoth, M. P. (2014). Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(23), 8410-8415. doi: <https://doi.org/10.1073/pnas.1319030111>

Gal-Ezer, J., & Stephenson, C. (2014). A tale of two countries: Successes and challenges in K-12 computer science education in Israel and the United States. *ACM Transactions on Computing Education (TOCE)*, 14(2), Article 8. doi: <https://doi.org/10.1145/2602483>

García-Peñalvo, F. J. (2016a). A brief introduction to TACCLE 3 – Coding European Project. In F. J. García-Peñalvo & J. A. Mendes (Eds.), *2016 International Symposium on Computers in Education (SIIE 16)*. USA: IEEE. doi: <https://doi.org/10.1109/SIIE.2016.7751876>

García-Peñalvo, F. J. (2016b). Proyecto TACCLE3 – Coding. In F. J. García-Peñalvo & J. A. Mendes (Eds.), *XVIII Simposio Internacional de Informática Educativa, SIIE 2016* (pp. 187-189). Salamanca, España: Ediciones Universidad de Salamanca.

García-Peñalvo, F. J. (2016c). What Computational Thinking Is. *Journal of Information Technology Research, 9*(3), v-viii.

García-Peñalvo, F. J., Reimann, D., Tuul, M., Rees, A., & Jormanainen, I. (2016). *An overview of the most relevant literature on coding and computational thinking with emphasis on the relevant issues for teachers*. Belgium. doi: <https://doi.org/10.5281/zenodo.165123>

Grandell, L., Peltomäki, M., Back, R. J., & Salakoski, T. (2006, January). Why complicate things?: introducing programming in high school using Python. In *Proceedings of the 8th Australasian Conference on Computing Education-Volume 52* (pp. 71-80). Australian Computer Society, Inc.

Guo, P. J. (2013, March). Online python tutor: embeddable web-based program visualization for cs education. In *Proceeding of the 44th ACM technical symposium on Computer science education* (pp. 579-584). New York, EEUU: ACM. doi: <https://doi.org/10.1145/2445196.2445368>

Guzdial, M. (2015a). Learner-centered design of computing education: Research on computing for everyone. *Synthesis Lectures on Human-Centered Informatics, 8*(6), 1-165. doi: <https://doi.org/10.2200/S00684ED1V01Y201511HCI033>

Guzdial, M. (2015b). What's the best way to teach computer science to beginners? *Communications of the ACM, 58*(2), 12-13. doi: <https://doi.org/10.1145/2714488>

Hazzan, O., Gal-Ezer, J., & Blum, L. (2008, March). A model for high school computer science education: The four key elements that make it! In *ACM SIGCSE Bulletin, 40*(1), 281-285. doi: <https://doi.org/10.1145/1352322.1352233>

Heintz, F., Mannila, L., & Färnqvist, T. (2016, October). A review of models for introducing computational thinking, computer science and computing in K-12 education. In *Proceedings of 2016 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*, (pp. 1-9). EEUU: IEEE. doi: <https://doi.org/10.1109/FIE.2016.7757410>

Hubwieser, P., Giannakos, M. N., Berges, M., Brinda, T., Diethelm, I., Magenheim, J., ... & Jasute, E. (2015, July). A global snapshot of computer science education in K-12 schools. In *Proceedings of the 2015 ITiCSE on Working Group Reports* (pp. 65-83). New York, EEUU: ACM. doi: <https://doi.org/10.1145/2858796.2858799>

Ihantola, P., Helminen, J., & Karavirta, V. (2013, November). How to study programming on mobile touch devices: interactive Python code exercises. In *Proceedings of the 13th Koli Calling International*

Conference on Computing Education Research (pp. 51-58). New York, EEUU: ACM. doi: <https://doi.org/10.1145/2526968.2526974>

Kirschner, P. A. (2017). Stop propagating the learning styles myth. *Computers & Education*, 106, 166-171. doi: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2016.12.006>

Koulouri, T., Lauria, S., & Macredie, R. D. (2015). Teaching introductory programming: a quantitative evaluation of different approaches. *ACM Transactions on Computing Education (TOCE)*, 14(4), Article 26. doi: <https://doi.org/10.1145/2662412>

Mészárosóvá, E. (2015). Is Python an Appropriate Programming Language for Teaching Programming in Secondary Schools? *International Journal of Information and Communication Technologies in Education*, 4(2), 5-14. doi: <https://doi.org/10.1515/ijicte-2015-0005>

Murphy, E., Crick, T., & Davenport, J. H. (2017). An Analysis of Introductory Programming Courses at UK Universities. *The Art, Science, and Engineering of Programming*, 1(2), Article 18. doi: <https://doi.org/10.22152/programming-journal.org/2017/1/18>

Nuutila, E., Törmä, S., & Malmi, L. (2005). PBL and computer programming—The seven steps method with adaptations. *Computer Science Education*, 15(2), 123-142. doi: <https://doi.org/10.1080/08993400500150788>

Papastergiou, M. (2009). Digital game-based learning in high school computer science education: Impact on educational effectiveness and student motivation. *Computers & Education*, 52(1), 1-12. doi: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2008.06.004>

Parker, K. R., Chao, J. T., Ottaway, T. A., & Chang, J. (2006). A formal language selection process for introductory programming courses. *Journal of Information Technology Education*, 5, 133-151.

Pears, A., Seidman, S., Malmi, L., Mannila, L., Adams, E., Bennedsen, J., ... & Paterson, J. (2007). A survey of literature on the teaching of introductory programming. *ACM SIGCSE Bulletin*, 39(4), 204-223. doi: <https://doi.org/10.1145/1345375.1345441>

Peña Ros, R. (2015a). Paseo por la programación estructurada y modular con Python. *ReVisión*, 8(1), 17-17.

Peña Ros, R. (2015b). Python como primera aproximación a la programación. *ReVisión*, 8(2), 17-29.

Porter, L., Guzdial, M., McDowell, C., & Simon, B. (2013). Success in introductory programming: What works? *Communications of the ACM*, 56(8), 34-36. doi: <https://doi.org/10.1145/2492007.2492020>

Ragonis, N., Hazzan, O., & Gal-Ezer, J. (2010, March). A survey of computer science teacher preparation

programs in Israel tells us: computer science deserves a designated high school teacher preparation! In *Proceedings of the 41st ACM technical symposium on Computer science education* (pp. 401-405). New York, EEUU: ACM. doi: <https://doi.org/10.1145/1734263.1734402>

Riesco Albizu, M., Díaz Fondón, M., Álvarez Gutiérrez, D., López Pérez, B., Cernuda del Río, A., & Juan Fuente, A. (2014). Informática: materia esencial en la educación obligatoria del siglo XXI. *ReVisión*, 7(3), 53-60.

Stefik, A., Daleiden, P., Franklin, D., Hanenberg, S., & Tichy, W. (2015). *Programming Languages and Learning*.

Stoilescu, D., & Egodawatte, G. (2010). Gender differences in the use of computers, programming, and peer interactions in computer science classrooms. *Computer Science Education*, 20(4), 283-300. doi: <https://doi.org/10.1080/08993408.2010.527691>

Tabet, N., Gedawy, H., Alshikhabobakr, H., & Razak, S. (2016, July). From Alice to Python. Introducing Text-based Programming in Middle Schools. In *Proceedings of the 2016 ACM Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education* (pp. 124-129). New York, EEUU: ACM.

Tang, T., Rixner, S., & Warren, J. (2014, March). An environment for learning interactive programming. In *Proceedings of the 45th ACM technical symposium on Computer science education* (pp. 671-676). New York, EEUU: ACM. doi: <https://doi.org/10.1145/2538862.2538908>

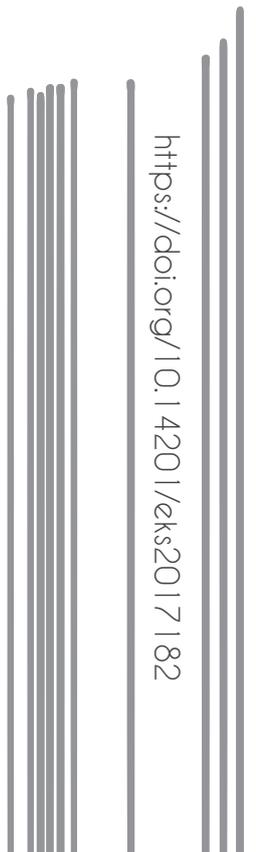
Tedre, M., & Denning, P. J. (2016, November). The long quest for computational thinking. In *Proceedings of the 16th Koli Calling Conference on Computing Education Research* (pp. 24-27). doi: <https://doi.org/10.1145/2999541.2999542>

Tollervey, N. H. (2015). *Python in Education*. Python in Education.

Van Rossum, G. (1999). Computer programming for everybody. *Proposal to the Corporation for National Research Initiatives*.

Weintrop, D. (2015, February). Minding the gap between blocks-based and text-based programming. In *Proceedings of the 46th ACM Technical Symposium on Computer Science Education* (pp. 720-720). New York, EEUU: ACM.

Zingaro, D., & Porter, L. (2014). Peer Instruction in computing: The value of instructor intervention. *Computers & Education*, 71, 87-96. doi: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.09.015>



<https://doi.org/10.14201/eks2017182>

Junio 2017
vol. 18 n.º2

e-ISSN:
2444-8729

