
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.taccle3.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](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.