

LAS CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN EN EL CURRÍCULO EDUCATIVO

/

COMPUTATIONAL SCIENCE IN THE EDUCATIONAL CURRICULUM

José-Manuel Cabrera-Delgado

Inspector de Educación de la Comunidad Autónoma de Canarias

jcabdel@gmail.com

DOI

<https://doi.org/10.23824/ase.v0i27.584>

Resumen

Cómo incorporar la Ciencias de la Computación (CC) en el currículo educativo de la enseñanza básica sigue siendo motivo de controversia en el ámbito europeo. Sin que exista una estrategia definida por parte de la Unión Europea al respecto, varios países han comenzado su incorporación adelantando las ventajas y dificultades de tal actuación. Elementos principales de las CC, como el pensamiento computacional y la programación informática, han comenzado a enseñarse en las escuelas estableciendo la necesidad de un currículo adaptado a las edades del alumnado, formación para el profesorado y recursos suficientes. La finalidad de este artículo, desde el conocimiento de la experiencia de estos países, es responder, o por lo menos reflexionar, acerca de las respuestas a las siguientes preguntas: qué son las CC, cuáles son sus elementos principales, por qué son necesarias, a qué edad debe comenzarse su aprendizaje, qué requerimientos exige su incorporación.

Palabras clave: ciencias de la computación; pensamiento computacional; programación; currículo educativo.

Abstract

How to incorporate Computer Science (CS) into the basic education curriculum continues to be subject of controversy at the European level. Without there being a defined strategy on behalf of the European Union in this respect, several countries have begun their incorporation showing us the advantages and difficulties of such action. Main elements of CS, such as computational thinking and coding, are already being taught in schools, establishing the need for a curriculum adapted to the ages of the students, training for teachers and enough resources. The purpose of this article, from the knowledge of the experience of these countries, is to respond, or at least to reflect, on the answers to the following questions: what is CS?, what are their main elements?, why is it necessary?, at what age should CS be taught?, what requirements are needed for their incorporation?

Key words: computer science; computational thinking; coding; educational curriculum.

1. Introducción

Naughton, J. (2012), profesor emérito de tecnología de la Universidad Abierta del Reino Unido (The Open University), en su artículo “A manifesto for teaching computer science in the 21st century”¹, publicado en “The Guardian” en marzo de 2012 y dirigido a Michael Gove, por aquel entonces Secretario de Estado de Educación del Reino Unido, afirmaba que:

Enseñamos física elemental a cada niño, no principalmente para formar físicos, sino porque cada uno de ellos vive en un mundo gobernado por sistemas físicos. De la misma forma, todos los niños deben aprender ciencias de la computación desde una edad temprana porque viven en un mundo en el que la computación es omnipresente. (p.1)

Tal afirmación no puede ser discutida, el mundo de la computación nos rodea a la vez que la velocidad de los avances tecnológicos derivados de la revolución digital, nos sitúa ante lo que algunos han venido a llamar la cuarta revolución industrial. Cómo la escuela debe responder a estos cambios vertiginosos es tema controvertido y de debate. Sin que existan evidencias científicas contundentes que avalen la mejor forma de actuar, si es cierto que algunos países han tomado decisiones al respecto por miedo a que sus ciudadanos queden atrás en habilidades necesarias en la sociedad actual y futura.

Que las CC desarrollan habilidades como la resolución de problemas, la creatividad, el pensamiento crítico y aprender a aprender, son los argumentos empleados por organismos, empresas, entidades y asociaciones sin ánimo de lucro que consideran necesario su incorporación en la escuela. De igual forma, se argumenta una relación directa entre su estudio temprano y la promoción de las áreas STEM², áreas donde el número de estudiantes a nivel europeo sigue descendiendo y donde la demanda de titulados universitarios en ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas se

¹ Naughton, J. (2012). 'A manifesto for teaching computer science in the 21st century'. The Observer, 31 de marzo. Recuperado el 26 de abril de 2017 de <http://www.guardian.co.uk/education/2012/mar/31/manifesto-teaching-ict-education-minister>

² Acrónimo en inglés de Science, Technology, Engineering y Mathematics

espera que aumente en Europa en un 13% hasta 2025 (European Commission, 2014). De forma similar, se vincula su estudio como medio eficaz para la eliminación de estereotipos de género que permita disminuir la brecha existente en estas mismas áreas entre hombres y mujeres. Según datos de la OCDE³, en relación a las pruebas PISA del año 2006 para alumnado de 15 años, menos del 5% de las niñas (valor promedio) tienen en mente continuar estudios en una carrera de ingeniería o informática, muy lejos del porcentaje cercano al 20% de los niños (OCDE, 2015).

2. ¿Qué son las Ciencias de la Computación (CC)?

Para Wing, J. M. (2006), vicepresidenta actual de Microsoft Research y una de las autoras más influyentes en esta materia, es “la ciencia que estudia los procesos que pueden ser realizados por una computadora de forma más eficiente que los humanos y la forma de implementarlos” (p.34). Definición utilizada en la comunicación titulada *Computational Thinking* publicada por la asociación educativa y científica más grande en lo que a computación se refiere, la ACM (Association for Computing Machinery).

La CSTA, K. (12)⁴, con objeto de establecer estándares para la enseñanza de las CC en la enseñanza básica de los Estados Unidos (K-12), la define como "el estudio de las computadoras y de los procesos algorítmicos, incluidos sus principios, diseños de hardware y software, aplicaciones y su impacto en la sociedad" (p.1).

Por último, y como ejemplo de las múltiples definiciones que se le otorgan, *FECYT* (Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología), *Google* y *Everis* en el Informe titulado *Educación en Ciencias de la Computación en España 2015*⁵, la define como “la forma en que los ordenadores son diseñados y cómo generar las instrucciones precisas para que puedan ejecutar tareas y resolver problemas” (p.13).

Definiciones que deben ser complementadas con su carácter actual de disciplina científica, lejos ya de la negación minoritaria que experimentó en el pasado por no

³ The Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD)

⁴ Computer Science Teachers Association. <https://www.csteachers.org/>

⁵ FECYT, Google y Everis (2016)

estar relacionada con las leyes fundamentales de la naturaleza. Para The Royal Society (2012), las CC presentan una naturaleza de disciplina rigurosa al mismo nivel que otras como las Matemáticas o la Física, conteniendo todas las características que hacen que una materia sea considerada una disciplina científica: un cuerpo de conocimiento, un conjunto de técnicas y métodos rigurosos, una forma de pensar y trabajar que proporciona una perspectiva distinta a la de otras disciplinas, un conjunto estable de conceptos, una existencia independiente de tecnologías específicas que puedan aparecer y desaparecer en un momento dado.

3. ¿Cuáles son los elementos principales de las CC?

Para Denning, P.J. (2000) el estudio de las CC tiene dos partes significativas. La primera tiene como objeto el estudio de la representación de la información, así como las tareas a seguir para su procesamiento eficiente. La segunda se ocupa de llevar a término lo diseñado utilizando un sistema de computación.

A partir de esa división, dos son los elementos de referencia que inciden en cada una de las partes: el pensamiento computacional y la programación o codificación.

3.1. El pensamiento computacional

El pensamiento computacional tiene sus inicios en los trabajos de Papert, S. (1980) y su lenguaje de programación *Logo*. *Logo* permitió utilizar de forma educativa las computadoras a los niños y niñas de una forma simple con objeto de resolver problemas comunes. En 2006, el término pensamiento computacional fue recuperado por Wing, J. M. (2006), que años más tarde lo redefinía (Wing, J. M., 2011)⁶ como “los procesos de pensamiento implicados en la formulación de problemas y sus soluciones, para que estas últimas estén representadas de forma que puedan llevarse a cabo de manera efectiva por un procesador de información” (p.1).

⁶ <https://www.cs.cmu.edu/link/research-notebook-computational-thinking-what-and-why>

La CSTA (2011) en colaboración con ISTE⁷, buscando una definición más operativa, lo caracterizaba por un proceso de resolución de problemas que incluye, pero no está limitado, a:

- Formular problemas de una manera que nos permita usar una computadora y otras herramientas para ayudar a resolverlos.
- Organizar y analizar datos de una manera lógica.
- Representar datos a través de abstracciones tales como modelos y simulaciones.
- Automatizar soluciones mediante el pensamiento algorítmico (una serie de pasos ordenados).
- Identificar, analizar e implementar posibles soluciones con el objetivo de conseguir la combinación más eficaz de pasos y recursos.
- Generalizar y transferir este proceso de resolución a una amplia variedad de problemas.

Este proceso de resolución de problemas o procesos de pensamiento, utilicemos una u otra definición, tiene desde su origen como conceptos, mecanismos y habilidades para su ejecución las siguientes:

- La división o descomposición del problema.

Resolución de problemas complejos a través de la división del mismo en partes más simples susceptibles de solución.

- Reconocimiento de modelos o patrones.

Identificación de similitudes y conexiones, de tal modo que la solución de un nuevo problema pueda ser alcanzada en base a problemas ya resueltos anteriormente.

- Abstracción.

⁷ International Society for Technology in Education <http://www.iste.org/docs/ct-documents/computational-thinking-operational-definition-flyer.pdf>

Búsqueda de principios, modelos o patrones que, detectados para la solución de un problema específico, pueden ser aplicados a una generalidad de problemas que compartan las mismas características esenciales.

➤ Pensamiento algorítmico

Generación de secuencias de operaciones que, aplicadas de forma sistemática, permiten resolver un problema.

3.2. La programación o codificación

FECYT, Google y Everis (2016) definen la programación informática como: “El proceso de desarrollar e implementar instrucciones de forma que se permita a un ordenador ejecutar una tarea, resolver un problema y permitir la interacción con humanos” (p.13).

En los últimos tiempos se ha incidido reiteradamente en las capacidades de expresión que otorga la programación o codificación. Mitch Resnick, creador del lenguaje de programación Scratch⁸, en su famosa charla TED⁹: “Let's teach kids to code”¹⁰ hace una analogía entre la lectura y la escritura y el aprendizaje de la programación o codificación. Para Resnick (2012) los jóvenes tienen mucha experiencia y confianza interactuando con las nuevas tecnologías, pero muchos menos crean y se expresan con ellas. Es casi como si pudieran leer, pero no escribir con las nuevas tecnologías.

Cuando aprenden a leer y escribir, se les abren oportunidades para aprender muchas otras cosas. Cuando aprenden a leer, pueden luego seguir aprendiendo a través de la lectura. Y es lo mismo con la codificación. Si aprenden a codificar, pueden aprender codificando. Algunas de las cosas que pueden aprender son obvias. Aprenden más sobre cómo funcionan las

⁸ <https://scratch.mit.edu/>

⁹ TED es una organización sin ánimo de lucro dedicada a difundir ideas, generalmente en forma de charlas (<https://www.ted.com>)

¹⁰ https://www.ted.com/talks/mitch_resnick_let_s_teach_kids_to_code?language=es

computadoras. Pero eso es solo el comienzo. Cuando aprenden a codificar, se abre una oportunidad para aprender muchas otras cosas. (Resnick, 2012)

Para Resnick es necesaria una nueva forma de relación de la tecnología con los niños y niñas de nuestro tiempo. Algo que ya nos había anticipado antes Papert, S. (1980): “los niños deben programar la computadora en lugar de ser programados por ella” (p.5).

4. ¿Por qué es necesario incluir las CC en la escuela?

A falta de estudios que determinen una base científica sólida que así lo atestigüe, dos son las razones que se argumentan como relevantes para su incorporación inmediata en la enseñanza obligatoria.

La primera es que las CC ayudan a que el alumnado adquiera competencias que son necesarias en la sociedad actual. Entre otras, las competencias clave para el aprendizaje permanente identificadas por la Recomendación 2006/962/EC , del Parlamento Europeo y del Consejo, de 18 de diciembre de 2006. A este respecto cabe señalar, que si bien las CC aparece en ocasiones relacionada con una de ellas, en concreto, con la competencia digital, es imprescindible desvincular su equivalencia absoluta con las dos siguientes matizaciones:

- Las CC posibilitan la adquisición de varias competencias clave para el aprendizaje, no circunscribiéndose a ninguna en concreto. A través del pensamiento computacional y la programación el alumnado debe adquirir una nueva forma de expresión y comunicación, debe mejorar y utilizar nuevos modos de razonamiento para la resolución de problemas, debe utilizar el aprendizaje como un medio de mejora para alcanzar resultados, utilizar el trabajo cooperativo para superar dificultades, en definitiva, habilidades que son parte integrante de varias competencias clave.
- Si bien las CC inciden en la adquisición de la competencia digital, tal competencia requiere de otros conocimientos, habilidades y actitudes que no están incluidas en ella. Para lo cual se hace necesario, como así ha dejado

patente diversos estudios e informes¹¹, diferenciar las CC de la alfabetización digital (habilidades digitales) y de las TIC (Tecnologías de la Información y la Comunicación). Distinción que aparece reflejada en el proyecto DIGCOMP¹², puesto en marcha por el JRC (Joint Research Centre)¹³, con objeto de elaborar un marco común de referencia a nivel europeo que determine que debe entenderse por ser un ciudadano competente digitalmente. Proyecto que en su última versión 2.0 (2016) establece cinco áreas competenciales principales a desarrollar:

- Información y alfabetización informacional
- Comunicación y colaboración
- Creación de contenido digital
- Seguridad
- Resolución de problemas

Un estudio pormenorizado de esas áreas y su contenido permite delimitar que habilidades, conocimientos y actitudes están relacionados directamente con las CC, que otros con la utilización de herramientas tecnológicas de forma eficaz (alfabetización digital), y por último, cuáles con las tecnologías de la información y la comunicación. Observándose que las CC, además de participar en la adquisición de otras competencias, no llega a abarcar la totalidad de los contenidos y capacidades propios de la competencia digital.

La segunda de las razones es su fuerza como elemento de equidad para disminuir desigualdades de género, de raza, de origen social o nivel económico. En relación con el género, múltiples estudios vienen confirmando la brecha existente entre

¹¹ Entre otros, "INTEF (2016). *El Pensamiento Computacional en la Enseñanza Obligatoria (Computhink)*". Informe diseñado y financiado por el Centro Común de Investigación (JRC) de la Comisión Europea, y llevado a cabo por el Instituto de Tecnologías Educativas del Consejo Nacional Italiano de Investigación junto a European Schoolnet.

¹² Ferrari, A. (2013). DIGCOMP: A framework for developing and understanding digital competence in Europe. Recuperado en abril de 2017 de <https://www.openeducationeuropa.eu/en/article/DIGCOMP%3A-a-Framework-for-Developing-and-Understanding-Digital-Competence-in-Europe>

¹³ Centro que realiza investigaciones con el fin de proporcionar asesoramiento científico independiente y de apoyo a las políticas de la Unión Europea.

estudiantes hombres y mujeres en carreras científicas y CC. Y entre otras medidas para eliminar los estereotipos que dificultan que las mujeres se interesen por estos estudios, desde el año 2000¹⁴ se expresaba la conveniencia de incluir las CC en el currículo educativo, no solamente en áreas relacionadas con la ingeniería o la ciencia, sino también a otras como pudiera ser la música y el arte. Desde entonces, múltiples iniciativas internacionales encaminadas a reducir esta brecha inciden en que el lugar más efectivo y de impacto, para acceder a todos los estudiantes sin diferenciación, es la escuela en sus niveles educativos elementales.

5. ¿A qué edad debemos incorporar las CC a la escuela?

La tendencia actual es que la incorporación de las CC a la escuela debe realizarse desde edades tempranas. Aún lo anterior, sectores minoritarios contradicen esta opinión esgrimiendo como argumento que es necesario que el niño o niña haya alcanzado una capacidad de abstracción suficiente para que esa incorporación sea efectiva. Una tendencia reduccionista que olvida la complejidad de habilidades que se ponen en funcionamiento tanto en el pensamiento computacional como en la programación o codificación. Para Zapata-Ros, M. (2015) estamos ante una competencia compleja o más bien un complejo de habilidades de las que participan, entre otras: el análisis ascendente, el análisis descendente, la heurística, el pensamiento divergente, la creatividad, la resolución de problemas, el pensamiento abstracto, la recursividad, la iteración, los métodos por aproximaciones sucesivas, los métodos colaborativos, los patrones, la sinéctica, la metacognición.

Debate distinto, y a la vez más actual, es otro que dirige su atención a como incorporar las CC. Principalmente, en si su inclusión debe realizarse como un área o materia adicional o si debe integrarse en otras existentes, o incluso si debe tener un carácter opcional u obligatorio. En lo que respecta a la Unión Europea, por ahora no existe una respuesta homogénea a como debe ser su inclusión, lejos de la unanimidad que si parece existir en relación a la necesidad de que las CC estén

¹⁴ American Association of University Women. Educational Foundation. Commission on Technology, Gender, & Teacher Education. (2000). *Tech-Savvy: educating girls in the new computer age*. American Association of University Women.

presentes en el currículo educativo. En Europa, la mayoría de países que han revisado su currículo en los últimos años han impulsado las CC en la enseñanza obligatoria además de, aquellos que plantean introducirlas en un futuro próximo. Inglaterra la ha incorporado como una materia adicional obligatoria que la cursarán todos los alumnos hasta la finalización de la enseñanza obligatoria. Francia lo ha hecho recientemente (2014) en la etapa de primaria de forma opcional y extracurricularmente con vistas a extenderla en la etapa de secundaria (*collège* y *lycée*). Finlandia, parece dirigirse a un trabajo más interdisciplinario donde determinadas competencias sean desarrolladas por todo el alumnado. El nuevo currículo finlandés incorpora la programación como materia curricular obligatoria transversal desde el primer curso escolar.

En nuestro país no se observa una estrategia definida para la incorporación de las CC en el currículo educativo. Es más, la fragmentación y elevado número de áreas y materias parece condicionar tales decisiones, quedando la decisión a merced de cada una de las distintas administraciones educativas regionales, las cuales, para incorporarlas como materias o áreas adicionales solo tienen la posibilidad de realizarlo, bien a través del bloque de asignaturas de libre configuración autonómica, bien mediante complementar el currículo básico establecido.

Como casos más representativos de nuestro país hay que citar a Navarra y Madrid. Navarra ha optado por introducir contenidos de programación informática en el área de matemáticas en los cursos cuarto y quinto de educación primaria. Por su parte, la Comunidad de Madrid ha incluido elementos de las CC, a través de la materia “Tecnología, Programación y Robótica”, en los tres primeros cursos de la educación secundaria.

6. ¿Qué requerimientos exige las CC para su incorporación en la escuela?

Para que la inclusión de las CC responda a las necesidades actuales de nuestra sociedad, partiendo de las experiencias previas de los países mencionados, se observan como factores determinantes los siguientes:

- La mejora de la formación del profesorado en CC.
- El diseño de un currículo progresivo adaptado a las distintas edades.

- La puesta a disposición del profesorado de recursos técnicos y curriculares suficientes.

En relación con la formación del profesorado, en nuestro país el Marco Común de Competencia Digital Docente¹⁵ presenta las siguientes cinco áreas con competencias y descriptores de logro asociados:

- Informatización y alfabetización informacional
- Comunicación y colaboración
- Creación de contenidos digitales
- Seguridad
- Resolución de problemas

Si bien todas ellas inciden en formación necesaria para impartir las CC en la escuela, tanto el área de creación de contenidos digitales como el área de resolución de problemas son fundamentales. Máxime cuando una de las competencias del área de creación de contenidos digitales hace referencia directa a la programación informática en los siguientes términos: “Realizar modificaciones en programas informáticos, aplicaciones, configuraciones, programas, dispositivos, entender los principios de la programación, comprender qué hay detrás de un programa”.

A este respecto, es de resaltar la iniciativa del Departamento de Educación del Gobierno de Navarra en la creación de un espacio virtual dedicado al aprendizaje de la programación, robótica educativa y otras tecnologías emergentes denominado “Código 21”¹⁶, donde colabora junto al Departamento de Educación la Universidad Pública de Navarra y el Planetario de Pamplona. Espacio virtual donde se ponen a disposición de la comunidad educativa múltiples recursos relacionados con la enseñanza de estas tecnologías, en especial aquellos relacionados con el profesorado de primaria.

¹⁵ El Marco Común de Competencia Digital Docente nace en el año 2012 con la intención de ser una referencia descriptiva con fines de formación, evaluación, acreditación y certificación para el profesorado en lo referente a la competencia digital. Coordinado por el Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y Formación del Profesorado (INTEF) y con la colaboración de las Comunidades Autónomas y asesores externos, ha sido actualizado en el año 2017.

¹⁶ <http://codigo21.educacion.navarra.es/>

Mas allá de nuestras fronteras, la mayoría de los países que han incorporado las CC en la educación primaria han establecido un plan de formación específico e individualizado destinado a este profesorado. Muchos de ellos, con la colaboración de empresas multinacionales que han aportado recursos técnicos y personales para que la misma pudiera llevarse a cabo. Al respecto cabe decir, pese a la iniciativa comentada de Navarra, que nuestro país está lejos aún de mantener una relación de colaboración con empresas tecnológicas como la establecida por países como Inglaterra o Estados Unidos. Algo que sin duda debiera ser objeto de reflexión y mejora al ser las administraciones educativas uno de sus mejores clientes.

Por otro lado, es requisito indispensable que la formación del profesorado de primaria esté adaptada a los objetivos planteados para esta etapa educativa. Objetivos ya establecidos por países como Inglaterra o Estados Unidos que pueden servir de referencia a los países que tienen previsto incorporar las CC en su currículo. En Inglaterra, los objetivos de los dos primeros niveles (KS1, KS2), que comprende las edades de los 5 a los 11 años, van encaminados a que los niños sean capaces de crear y depurar pequeños programas informáticos, entender algoritmos que den respuesta a problemas sencillos, y conocer las principales estructuras de programación (selección, repetición) que les permita escribir pequeños programas informáticos. En Estados Unidos, el objetivo del nivel de primaria (K-6) para los estándares K-12¹⁷ establecidos por CSTA, K. (12), es el siguiente:

Se introduce a los alumnos de primaria en los conceptos fundamentales de las Ciencias de la Computación, a través de integrar habilidades básicas tecnológicas con ideas simples de pensamiento computacional. Las experiencias de aprendizaje creadas a partir de estos estándares deberían ser inspiradoras y atractivas, ayudando a los alumnos a ver las ciencias de la computación como una parte importante de su mundo. Estos deben ser diseñados enfocándose en el aprendizaje activo, la creatividad y la

¹⁷ https://c.ymcdn.com/sites/www.csteachers.org/resource/resmgr/Docs/Standards/CSTA_K-12_Spanish_version.pdf

exploración y a menudo pueden estar incrustados dentro de otras áreas curriculares como las ciencias sociales, artes, matemáticas y ciencia. (p.8)

De igual forma y atendiendo a la simplicidad que requieren estas edades, se ha generalizado como instrumento operativo para trabajar las CC la pertinencia de utilizar lenguajes de programación visuales donde además, de adquirir conocimientos básicos, se fomente la motivación y creatividad de los niños y niñas atendiendo al trabajo con imágenes y música, principalmente. En tal sentido, entornos de programación como Alice¹⁸, Greenfoot¹⁹ y en particular Scratch²⁰ son ampliamente utilizados, permitiendo realizar proyectos personales como crear juegos, contar historias y realizar animaciones.

En cuanto a la educación secundaria, se observa que la mayoría de los países que han optado por la incorporación de las CC en el currículo, o bien han optado por su inclusión como materia diferenciada, o bien como complemento a materias relacionadas con áreas STEM donde el profesorado haya tenido experiencia previa con las mismas. Lo cual se deriva, principalmente, de la mayor complejidad que requiere los objetivos que se plantean. En particular, en esta etapa educativa los objetivos van encaminados a que el alumnado sea capaz de usar dos o más lenguajes de programación, entender algoritmos complejos de búsqueda y ordenación, utilizar estructuras de datos, resolver problemas a través de su análisis, diseñar soluciones computacionales, desarrollar la capacidad creativa, en definitiva, objetivos que requiere al profesorado destinado a impartirla una formación sólida en CC.

Esta formación especializada, ya sea la destinada a educación primaria o a secundaria, va a requerir inevitablemente el diseño de unas estructuras de formación que permitan lograrlo. En este sentido, la colaboración de empresas, instituciones, asociaciones y en especial, las universidades, se antoja fundamental y necesaria

¹⁸ <https://www.alice.org>

¹⁹ <https://www.greenfoot.org/>

²⁰ <https://scratch.mit.edu/>

tanto en formación inicial como en formación continua. Los países con experiencia reciente en su incorporación han asumido tal necesidad.

En Inglaterra, Computing at School²¹ es una asociación donde sus miembros, profesorado de más de trescientos cincuenta colegios, así como profesorado de universidad, asesores educativos y personas representativas del ámbito industrial y profesional, participan de forma voluntaria y libremente con el objetivo de promover y dar soporte a las CC. Computing at School es un proyecto financiado por empresas de renombre como *Microsoft, Google, BT*. A su vez, y en consideración con formación más especializada según la etapa educativa, ha surgido el proyecto Barefoot Computing²², que con el objetivo de apoyar la enseñanza en primaria además, de la creación de recursos adaptados, ha propiciado la creación de comunidades Barefoot, comunidades compuestas por grupos de profesores que comparten ideas y buenas prácticas en relación a la enseñanza de las CC.

En Francia, el Informe “Teaching computer science in France (Tomorrow can't wait)”²³ de la Académie des Sciences, dedica un apartado especial en el mismo a la formación del profesorado considerándola una prioridad absoluta, a la vez que establece una diferenciación entre la formación inicial del futuro profesorado y la formación de aquel que se encuentra en servicio activo. De igual forma, diferencia la formación a recibir por el profesorado de la etapa de primaria, de la formación a recibir por el profesorado de secundaria.

Como último ejemplo significativo, debemos citar a los Estados Unidos y la organización *Code.org*²⁴, organización sin fines de lucro dedicada a expandir el acceso a la informática, famosa por organizar el evento mundial “La Hora del Código”²⁵ que llega a decenas de millones de estudiantes en más de ciento ochenta países. La organización está financiada por múltiples fundaciones y empresas

²¹ <https://www.computingatschool.org.uk/>

²² <http://barefootcas.org.uk>

²³ Académie des Sciences (2013)

²⁴ <https://code.org/>

²⁵ <https://hourofcode.com/es>

tecnológicas: *Google, Facebook, Microsoft*. En relación a la formación del profesorado, según su informe anual de 2016²⁶, *Code.org* participó en la preparación de cincuenta y dos mil profesores y profesoras en los estándares de CC (K-12) y estableció políticas de apoyo para el fomento de las CC en treinta y uno de los cincuenta estados.

Conclusiones

A la espera de estrategias comunes por parte de la Unión Europea y de nuestro país en relación a la incorporación de las CC en el currículo educativo, países que ya han comenzado a aplicarlas en la escuela nos comienzan a mostrar factores que se deben considerar para que la misma produzca resultados valiosos.

En primer lugar, la formación del profesorado parece ser a todas luces uno de los principales elementos a cuidar. Formación que deberá acomodarse a las decisiones que deben tomar las distintas administraciones educativas en relación con las CC. Por tanto, si se opta en educación primaria de seguir el camino trazado por la mayoría de los países de incorporar las CC dentro del currículo de otras áreas, tal decisión implica inexorablemente una formación generalizada para todos los maestros y maestras, actuales y futuros, que requerirá de estructuras de formación adecuadas para tal propósito. En este sentido, la decisión de una formación inicial que incluya las CC para el profesorado que en estos momentos está en las Facultades de Educación, no parece admitir mayor demora. Formación que deberá incluir por lo expuesto, conceptos básicos de pensamiento computacional y la utilización de lenguajes de programación visuales que permita que los niños y niñas puedan desarrollar en sus aulas las capacidades y la creatividad que se adelanta proporcionan las CC.

En segundo lugar, se hace necesario tanto en primaria como en secundaria, un currículo que establezca de forma nítida los objetivos que se plantean para cada etapa, así como la metodología a trabajar para alcanzarlos. Así, si en educación primaria la opción parece avanzar por un trabajo interdisciplinario de varias áreas

²⁶ <https://code.org/about/2016>

curriculares en las que se trabajen los elementos esenciales de las CC, en secundaria, las decisiones que se están tomando parecen repetir errores que ya debieran estar superados. No se puede volver a caer en el error de equiparar las CC a la alfabetización digital, sea más o menos avanzada. Las CC deben tener su espacio propio, dentro de otras materias o con materia adicional, sin que se diluyan sus objetivos y contenidos con otros encaminados a que los alumnos sean usuarios avanzados en el uso de las tecnologías de la información o la comunicación, o expertos usuarios de aplicaciones informáticas.

Por último, una vez establecido lo anterior, es necesario que tanto el profesorado como el alumnado pueda disponer de recursos suficientes y de calidad para que el aprendizaje de las CC sea el esperado según los objetivos planteados. A día de hoy, la cantidad de recursos es inagotable y sigue en aumento. Existiendo recursos que permiten trabajar las CC con ordenador y recursos, denominados “unplugged”, donde no es necesario su uso pues se trabaja principalmente el pensamiento computacional. Aún esto, su elección, conforme a los niveles y etapas a los que va dirigido, no resulta cuestión menor. Malas decisiones pueden conllevar a que los objetivos no se alcancen y por consiguiente, a la decepción de los chicos y chicas y del propio profesorado. En tal sentido, al igual que con la formación, las reuniones de profesorado ya sea con expertos, asesores, o en comunidad, con el fin de debatir y reflexionar sobre la planificación y selección de recursos, se concreta como una de las mejores opciones a considerar.

Financiación

Sin financiación expresa.

Conflicto de intereses

Ninguno.

Referencias bibliográficas

Académie des Sciences. (2013). Teaching computer science in France. Tomorrow can't wait. Recuperado en abril de 2017 de http://www.academie-sciences.fr/pdf/rapport/rads_0513gb.pdf

- American Association of University Women. Educational Foundation. Commission on Technology, Gender, & Teacher Education. (2000). *Tech-Savvy: educating girls in the new computer age*. American Association of University Women. Recuperado en abril de 2017 de <http://history.aauw.org/files/2013/01/TechSavvy.pdf>
- Balanskat, A., & Engelhart, K. (2014). Computing our future: Computer programming and coding-Priorities, school curricula and initiatives across Europe. European Schoolnet. Recuperado en abril de 2017 de http://www.eun.org/c/document_library/get_file?uuid=521cb928-6ec4-4a86-b522-9d8fd5cf60ce&groupId=43887
- Bocconi, S., Chiocciariello, A., Dettori, G., Ferrari, A., & Engelhardt, K. (2016). *Developing Computational Thinking in Compulsory Education-Implications for policy and practice* (No. JRC104188). Joint Research Centre (Seville site).
- CSTA. (2011). Operational definition of computational thinking. Recuperado en abril de 2017 de <http://www.iste.org/docs/ct-documents/computational-thinking-operational-definition-flyer.pdf>
- CSTA, K. (12). Computer science standards. *Computer Science Teachers Association*. Recuperado en abril de 2017 de <http://www.education2020.ca/Content/K-12ModelCurrRevEd.pdf>
- Cabrera, J. M. (2015). Programación informática y robótica en la enseñanza básica. *Avances en Supervisión Educativa*, (24). Recuperado en abril de 2017 de <https://avances.adide.org/index.php/ase/article/view/17>
- Denning, P. J. (2000). Computer Science: The Discipline in Encyclopaedia of Computer Science, Ralston, A., and Hemmendinger. *George Mason University, Fairfax VA*.
- Department of Education (2013). Computing programmes of study: key stages 1 and 2. National curriculum in England. Recuperado en abril de 2017 de https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/239033/PRIMARY_national_curriculum_-_Computing.pdf

Department of Education (2013). Computing programmes of study: key stages 3 and 4. National curriculum in England. Recuperado en abril de 2017 de https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/239067/SECONDARY_national_curriculum_-_Computing.pdf

European Commission. (2014). EU Skills Panorama Analytical Highlight Science, technology, engineering and mathematics (STEM) skills. Recuperado en abril de 2017 de http://skillspanorama.cedefop.europa.eu/sites/default/files/EUSP_AH_STEM_0.pdf

FECYT, Google y Everis (2016). Educación en Ciencias de la Computación en España. Recuperado en abril de 2017 de <https://www.fecyt.es/es/publicacion/educacion-de-las-ciencias-de-la-computacion-en-espana>

Ferrari, A. (2013). DIGCOMP: A framework for developing and understanding digital competence in Europe. Recuperado en abril de 2017 de <https://www.openeducationeuropa.eu/en/article/DIGCOMP%3A-a-Framework-for-Developing-and-Understanding-Digital-Competence-in-Europe>

INTEF (2016). El Pensamiento Computacional en la Enseñanza Obligatoria (Computhink). Recuperado en abril de 2017 de http://blog.educalab.es/intef/wp-content/uploads/sites/4/2017/02/2017_0206_CompuThink_JRC_UE-INTEF.pdf

Microsoft America Latina (2016). Enseñar Ciencias de la Computación: Creando oportunidades para los jóvenes de América Latina. Recuperado en abril de 2017 de https://www.yopuedoprogramar.com/CS_Whiter_Paper_Latam.pdf

Naughton, J. (2012). 'A manifesto for teaching computer science in the 21st century'. *The Observer*, 31 de marzo. Recuperado el 26 de abril de 2017 de <http://www.guardian.co.uk/education/2012/mar/31/manifesto-teaching-ict-education-minister>

OCDE. (2015). The ABC of Gender Equality in Education: Aptitude, Behaviour, Confidence. OECD. Recuperado el 26 de abril de 2017 de <https://www.oecd.org/pisa/keyfindings/pisa-2012-results-gender-eng.pdf>

Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas*. Basic Books, Inc..

Roberts, E. S., Kassianidou, M., & Irani, L. (2002). Encouraging women in computer science. *ACM SIGCSE Bulletin*, 34(2), 84-88. Recuperado en abril de 2017 de <http://www-cs.stanford.edu/people/eroberts/papers/SIGCSE-Inroads/EncouragingWomenInCS.pdf>

The Royal Society (2012). Shut down or restart? The way forward for computing in UK schools. Recuperado en abril de 2017 de <https://royalsociety.org/~media/education/computing-in-schools/2012-01-12-computing-in-schools.pdf>

Vuorikari, R., Punie, Y., Gomez, S. C., & Van Den Brande, G. (2016). *DigComp 2.0: The Digital Competence Framework for Citizens. Update Phase 1: The Conceptual Reference Model* (No. JRC101254). Institute for Prospective Technological Studies, Joint Research Centre. Recuperado en abril de 2017 de <http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC101254>

Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33-35. Recuperado en abril de 2017 de <http://www.cs.cmu.edu/afs/cs/usr/wing/www/publications/Wing06.pdf>

Wing, J. M. (2011). Research Notebook: Computational Thinking - What and Why? *The Link*. Pittsburgh, PA: Carneige Mellon. Página 20. Recuperado en abril de 2017 de <https://www.cs.cmu.edu/link/research-notebook-computational-thinking-what-and-why>

Zapata-Ros, M.(2015). Pensamiento computacional: Una nueva alfabetización digital. RED. *Revista de Educación a Distancia*, 46 (4). 15 de Septiembre de 2015. Recuperado en abril de 2017 de <http://www.um.es/ead/red/46/zapata.pdf>

Referencias normativas

Decreto Foral 60/2014, de 16 de julio, por el que se establece el currículo de las enseñanzas de Educación primaria en la Comunidad Foral de Navarra. Publicado en BON n. 174 de 05 de Septiembre de 2014.

Decreto 48/2015, de 14 de mayo, del Consejo de Gobierno, por el que se establece para la Comunidad de Madrid el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria.