

PROGRAMACIÓN INFORMÁTICA Y ROBÓTICA EN LA ENSEÑANZA BÁSICA

/

COMPUTER PROGRAMMING AND ROBOTICS IN BASIC EDUCATION

José Manuel Cabrera Delgado

Inspector de Educación de la Comunidad Autónoma de Canarias

jcabdel@gmail.com

Resumen

Con este artículo se pretende obtener una visión general del proceso de inclusión de la programación informática y la robótica en los currículos de educación de la enseñanza básica de varios países europeos, incluido España. Para lo cual se analiza someramente los casos de Estonia e Inglaterra, dos países de la Unión Europea, que pueden considerarse pioneros en implantar tales enseñanzas. Asimismo, en relación con España, se analizan algunas de las iniciativas actuales puestas en marcha por algunas Comunidades Autónomas en este mismo sentido.

Palabras clave: educación; enseñanza básica; programación informática; robótica.

Abstract

This article aims to get an overview of the process of including the computer programming and the robotics in the educational curriculum of the basic education in several European countries, including Spain. For this purpose, the cases of Estonia and England are briefly analyzed, two countries in the European Union, which can be considered pioneers in implementing such teaching. Also, in relation to Spain, it is analyzed some of the current initiatives implemented by some Autonomous Communities in this sense.

Key words: education; basic education; computer programming; robotics.

Introducción

El veinticinco de julio de 2014, la Vicepresidenta de la Comisión Europea y responsable de la Agenda Digital para Europa, Neelie Kroes, y la Comisionada de Educación, Cultura, Multilingüismo y Juventud, Androulla Vassiliou, enviaban una carta conjunta a los Ministros de Educación de la Unión Europea. En la misma exponían que el desempleo juvenil era uno de los desafíos más grandes a los que debía enfrentarse la Unión Europea en las próximas décadas, y que las previsiones para el año 2020 pronosticaban que existiría un déficit de 900.000 profesionales de las tecnologías de la información y la comunicación (en adelante, TIC) en el mercado laboral europeo. Aconsejando, como parte de la solución para evitar lo anterior, la promoción de la programación informática en Europa. En su carta alertan que el número de empleos que requieren habilidades y competencias digitales aumentan, mientras que el número de graduados de informática en toda Europa se ha estancado, lo cual va a implicar una oportunidad perdida y una debilidad competitiva futura, que es necesario afrontar a través de mejorar las competencias digitales de nuestros jóvenes. Para ello, aconsejan, hay que considerar que la programación no debe ser solamente un soporte para otros estudios. La programación informática ayuda directamente a que el alumnado desarrolle habilidades transversales como el pensamiento analítico, la resolución de problemas, el trabajo en equipo y la creatividad. Asimismo, comenzar a edades tempranas implicará tener mayor número de alumnado que considere, como buena opción de futuro laboral, los estudios de informática y las carreras relacionadas con las TIC.

En la misma carta se señala que la programación informática en la escuela está creciendo. Citando como ejemplos, las escuelas de Estonia que desde el año 2012 la imparten, así como, el Reino Unido que la incluirá en su currículo nacional. También se hacía eco de las intenciones de Francia, la cual había anunciado la introducción de un curso de programación opcional en las escuelas de primaria, y de Finlandia e Italia, países que también están considerando iniciativas de codificación para los jóvenes. Por último, se describen múltiples proyectos que hoy en día siguen en marcha como “*CoderDojo*” (clubes de programación gratuitos para jóvenes) y “*Rails Girls*” (agrupaciones sin fines de lucro que organiza eventos centrados en las mujeres para motivarlas con la tecnología y la innovación).

La antedicha misiva finaliza dando la bienvenida a todas estas iniciativas e invitando a los diferentes países de la Unión Europea, a que, con el pleno respeto a sus competencias y

a el principio de subsidiariedad, realicen esfuerzos en apoyar la formación digital del profesorado y las familias, y proporcionar al alumnado actual oportunidades para aprender la programación informática en la escuela.

Sin lugar a dudas, algo se mueve. En el año 2012 Estonia introducía la programación informática y la robótica en sus colegios desde la enseñanza básica. En ese mismo año, en enero de 2012, *“La Royal Society”*, una de las sociedades científicas de más prestigio del mundo publicaba un informe con un título más que indicativo: *“Shut down or Restart”*. En tal informe instaba al Departamento de Educación del Reino Unido, a que era necesario mejorar la enseñanza de las “Ciencias de la computación”. El 1 de septiembre de 2014 una nueva materia denominada *“Computing”* comenzaba a aplicarse en los colegios del Reino Unido.

En nuestro país también comienzan a percibirse modificaciones con respecto a la enseñanza de la programación informática y la robótica en los colegios e institutos. Entre ellas, la de mayor significación es la implantada por la Comunidad de Madrid en la etapa de secundaria con la nueva materia *“Tecnología, Programación y Robótica”* que de forma obligatoria cursa el alumnado de secundaria durante los tres primeros cursos. En lo que respecta a la educación primaria, es relevante también la incorporación efectuada por la Comunidad de Navarra en los cursos cuarto y quinto de primaria dentro del área de matemáticas. Otras Comunidades Autónomas comienzan a incluir nuevas materias o áreas a través de las asignaturas de libre configuración autonómica, y los colegios e institutos, dentro del margen de su autonomía, comienzan a propiciar la creación de diversos proyectos utilizando la programación y la robótica como elementos sustanciales.

Pero todo lo anterior, no nos puede llevar a creer que es un camino sencillo de recorrer. La historia de los países precursores nos revela que tales medidas, para que realmente sean efectivas, requieren de recursos materiales, formación adecuada para el profesorado, y algo que a veces no se está dispuesto a conceder, tiempo. La falta de estos elementos puede conllevar, a que una vez más, la implantación efectiva en los colegios o institutos no sea la adecuada, con riesgo a que una nueva oportunidad de llevar la programación informática y la robótica a las escuelas, no se ajuste a lo que realmente requiere el alumnado de nuestro tiempo.

ESTONIA: UNO DE LOS PAÍSES PIONEROS

En el año 2012, Estonia, país que presentó en ese mismo año unos excelentes resultados en PISA, acaparaba titulares al introducir la programación informática y la robótica en sus colegios desde la enseñanza básica. Tal introducción se realizaba con la implementación de un programa educativo institucional denominado “*ProgeTiger*”, financiado por el gobierno de Estonia a través de su Ministerio de Educación e Investigación.

Los orígenes de “*ProgeTiger*” se remontan a finales de los 90, en particular a 1997. En ese año, se establece la “*Tiger Leap Foundation*”, fundación responsable de la estrategia nacional de las TIC para la docencia en Estonia. A partir de entonces, surgen en el tiempo diferentes programas para gestionar el desarrollo de las TIC: “*Tiger Leap Program*” (1997-2000), “*Tiger Leap Plus Program*” (2001-2005), “*Learning Tiger*” (2006-2009). Estos programas vienen a poner los cimientos que hacen posible el programa “*ProgeTiger*” actual, en particular, posibilitan que los colegios dispongan de conexión de banda ancha, proporcionan formación al profesorado en uso de las TIC, y posibilitan la utilización de entornos de enseñanza virtual para crear material didáctico electrónico.

En el año 2013, la “*Tiger Leap Foundation*”, en combinación con la EITSA (“*Estonian Information Technology Foundation*”) y la EENet (“*Estonian Education and Research Network*”) se unen formando la fundación HITSA (“*Information Technology Foundation for Education*”). HITSA, se convierte de esta forma, en una asociación sin fines de lucro establecida por la República de Estonia, la Universidad de Tartu, la Universidad Tecnológica de Tallin, Eesti Telekom y la Asociación Estonia de Informática y Telecomunicaciones, que tiene entre sus cometidos, la gestión del programa educativo “*ProgeTiger*”.

El programa educativo “*Progetiger*” tenía como objeto principal en sus comienzos el enseñar programación informática en la educación primaria. Para eso, a partir de 2012, se iniciaron en varios colegios proyectos pilotos y se comenzó la preparación del profesorado. Hoy en día sus objetivos se han ampliado. Como se extrae de la documentación publicada por HITSA, el programa se dirige a diferentes niveles educativos, principalmente, educación básica y educación vocacional, a la vez que establece como finalidad principal, la de animar al alumnado a aprender ingeniería dando sentido a las Tecnologías de la Información y la Comunicación con el propósito de formar

profesionales a los que les guste la tecnología y entender cómo funcionan las cosas. Asimismo, HITSA, en relación con “*ProgeTiger*”, mantiene las siguientes actuaciones:

- Apoya la integración de la tecnología dentro de las diferentes áreas curriculares.
- Ofrece materiales educativos al profesorado así como oportunidades de formación.
- Desarrolla diversas metodologías y métodos de cómo integrar la tecnología en las áreas curriculares.
- Financia por parte de las escuelas infantiles y colegios la adquisición de diferentes componentes programables (Kits, robots, etc.).
- Organiza concursos y competiciones de alumnado.
- Proporciona conferencias y seminarios a grupos de profesorado y equipos de dirección de colegios.

La aplicación del programa en la educación primaria se realiza, principalmente, de dos formas. La primera, a través de la incorporación de un elemento transversal denominado “*Technology and Innovation*” el cual requiere que el profesorado implemente tecnología en sus respectivas enseñanzas. El profesorado integra la tecnología en las diferentes áreas, por ejemplo, usando el lenguaje de programación “*Scratch*” en matemáticas, programas musicales en el área de música, etc. No se exige específicamente que usar, sino que es el profesorado quién elige la tecnología a utilizar. La segunda, a través de diferentes áreas tecnológicas (programación, robótica, diseño 3D, etc.) que los colegios pueden seleccionar para añadir dentro de su currículo propio (aproximadamente el 67% de los colegios de Estonia, según HITSA, tienen implantadas una o más de estas áreas opcionales en su currículo). Como ejemplo de áreas que el profesorado incluye en los distintos niveles educativos se pueden citar las siguientes:

- En enseñanzas de educación infantil, el profesorado enseña y usa, entre otros, “*LEGO WeDO*”, “*KODU Game Lab*”, aplicaciones en “*tablets*”, programas para realizar animaciones, etc.
- En la enseñanza básica, el profesorado enseña y usa, entre otros, “*Kodu Game Lab*”, “*Logo MSW*”, “*Scratch*”, “*Lego Minsdstorms EV3*”, entornos de programación para realizar aplicaciones para móviles, aplicaciones y entornos de enseñanza de aplicación al aprendizaje de las distintas áreas.

- En la enseñanza superior y enseñanza de adultos, el profesorado enseña y usa diferentes lenguajes de programación (“Python”, “JavaScript”, etc.), cursos de plataformas de enseñanza interactivas como “Codecademy.com”, aplicaciones para gráficos 3D, robótica, programación de juegos, diseño de páginas Web, etc.

Todo lo anterior, enmarcado en la estrategia que se ha propuesto HITSA para el año 2020: alcanzar el objetivo de que las habilidades proporcionadas al alumnado en las TIC apoyen el progreso digital de Estonia y sean fuente de prosperidad para el país. Para esta fundación, el desarrollo de las habilidades TIC y el desarrollo de sistemas inteligentes de educación que las fomenten deben hacer posible la mejora de la calidad de vida y la productividad de la economía de Estonia. En ese sentido, HITSA se ha planteado los dos objetivos estratégicos siguientes para el año 2020:

- Objetivo nº 1: los titulados de todos los niveles de la educación deben contar con competencias digitales.
- Objetivo nº 2: el uso inteligente de las TIC en la enseñanza, el aprendizaje y la organización de la enseñanza, debe mejorar la calidad de la educación.

INGLATERRA: EL CAMBIO DECIDIDO

En 1988 la Ley de Reforma Educativa (“*The Educational Reform Act 1988*”) determinó un único currículo nacional para todos los centros públicos de Inglaterra y Gales. Este currículo establecía para la educación primaria la subdivisión curricular en dos etapas, al igual que para la educación secundaria. Así, la educación primaria comprendía al alumnado desde los cinco a los once años (“*Key Stage 1*” y “*Key Stage 2*”), y la educación secundaria al alumnado desde los doce a los dieciséis (“*Key Stage 3*” y “*Key Stage 4*”). Asimismo, determinaba la impartición, tanto en primaria como secundaria, de tres materias troncales (matemáticas, ciencias e inglés), y de otras materias básicas, seis en la etapa de primaria (tecnología, geografía, historia, arte, música y educación física), y siete en secundaria (tecnología, geografía, historia, arte, música, educación física, lengua extranjera).

En el año 1999, el currículo nacional se somete a una revisión sustancial, introduciendo la materia “*Information and Communication Technology*” (ICT) de forma efectiva desde el 1

de agosto del año 2000 en las dos etapas de enseñanza.

En el año 2014, la materia “*Information and Communication Technology*” (en adelante, ICT) es sustituida por la materia “*Computing*”, aplicándose en los colegios de Inglaterra desde el 1 de septiembre de 2014. La materia “*Computing*” se considera de nuevo obligatoria (“*compulsory subject*”) en las etapas de primaria (KS1, KS2) y secundaria (KS3, KS4).

¿Por qué se incorpora la nueva materia “*Computing*”?

En el enero de 2012, “*La Royal Society*”, una de las sociedades científicas de más prestigio del mundo con sede en Londres, publicaba el informe “*Shut down or Restart*”. El informe era el resultado de un proyecto iniciado por “*La Royal Society*” en agosto de 2010, que había sido impulsado por el alto grado de preocupación, expresada en muchos sectores y documentado en varios informes (entre otros, “*ICT in schools 2008–11*”), sobre los aspectos de la enseñanza en computación que se impartían en las escuelas del Reino Unido. En el informe se expresaba, con nitidez y claridad, que la actual enseñanza de la computación a través del currículo establecido en la materia de ICT era altamente insatisfactorio. En concreto, se afirma en el informe que a pesar de que el currículo de la materia ICT es amplio y permite margen para que, el profesorado inspire al alumnado a desarrollar sus intereses por la computación, la mayoría del alumnado no iba más allá de conseguir habilidades básicas de alfabetización digital, tales como el uso de un procesador de textos o una base de datos. En particular, se indicaban las siguientes razones para que lo anterior estuviera sucediendo:

- El currículo de ICT podía ser ampliamente interpretado y ser reducido a un nivel bajo, donde profesorado no especialista pudiera impartirlo.
- Hay escasez de profesorado que sea capaz de enseñar más allá de la alfabetización digital básica.
- No existe un desarrollo profesional continuo para el profesorado que imparte la materia de computación.
- Las características de la infraestructura escolar inhiben una enseñanza efectiva de la computación.

Asimismo, se expresaba la necesidad de mejorar la comprensión de la naturaleza y el alcance de la informática en las escuelas, reconociendo las “Ciencias de la Computación” como una disciplina académica rigurosa de gran importancia para las carreras futuras del alumnado.

Como necesidades de urgente e inmediata acción se proponían, entre otras, las siguientes:

- La revisión del currículo nacional en Inglaterra debería utilizarse como una oportunidad para efectuar un cambio radical de la incorporación de las TIC en las escuelas, proporcionando claridad sobre los diferentes aspectos de la computación.
- Los objetivos finales de la materia deberían ser establecidos y supervisados por profesorado especialista en Informática.
- El Gobierno debería establecer un nivel mínimo de desarrollo profesional para el profesorado, buscando el apoyo de la industria para hacer posible una formación adecuada en esta materia.
- Los proveedores de servicios de infraestructura de las escuelas, deberían ofrecer a éstas más flexibilidad sobre los mismos, con objeto de cumplir con los requerimientos efectivos necesarios para un aprendizaje y enseñanza adecuada de la computación. Asimismo, recursos técnicos deseables (kits de robótica, software, guías) deberían estar a disposición de las mismas.
- Información, orientación, e incentivos, deberían ser proporcionados a los equipos directivos de las escuelas, para que ellos puedan apreciar la naturaleza y el alcance de la computación, y cómo algunos de los problemas que implica su enseñanza, puedan ser abordados.

Siguiendo las recomendaciones de este informe y en colaboración con expertos convocados por la “*British Computer Society*” y “*The Royal Academy of Engineering*”, el gobierno del Reino Unido vino a considerar que el currículo nacional necesitaba de una nueva materia que incluyera tres áreas distintas pero interrelacionadas. Las tres áreas a considerar, que debería abarcar la nueva materia “*Computing*” en su currículo, eran las siguientes:

- La ciencia de la computación, como disciplina académica rigurosa que cubre los

algoritmos, las estructuras de datos y la programación informática.

- Las competencias digitales, como capacidad para utilizar los ordenadores con confianza, seguridad y eficacia.
- Las tecnologías de la información, como el diseño y aplicación de sistemas digitales para satisfacer las necesidades que puedan plantearse para supuestos particulares.

¿Que incorpora la nueva materia “*Computing*”?

La incorporación de esta materia en primaria, según el currículo nacional actual, busca alcanzar en el alumnado los siguientes objetivos:

- Poder entender y aplicar los principios fundamentales y conceptos de las ciencias de la computación incluyendo la abstracción, la lógica, la algoritmia y la representación de datos.
- Poder analizar problemas en términos computacionales y poder escribir programas informáticos que los puedan resolver.
- Poder evaluar y aplicar tecnología de la información, incluyendo las nuevas tecnologías emergentes, de forma analítica con el objeto de resolver problemas.
- Ser responsables, competentes, y usar de forma responsable y creativa las tecnologías de la información y la comunicación.

El currículo nacional realiza una distribución gradual de objetivos que debe perseguir la enseñanza de la materia “*Computing*” en cada una de las etapas de la enseñanza básica. A modo de ejemplo, para que el lector pueda hacerse una idea de lo que se persigue, se exponen algunos objetivos establecidos por el currículo con la finalidad de que se aprecie la graduación en complejidad desde las etapas educativas iniciales.

Etapa KS1 (5 a 7 años)

- Entender qué es un algoritmo, cómo pueden ser implementados en dispositivos digitales a través de programas informáticos y cómo son ejecutados mediante un conjunto preciso de instrucciones.
- Crear y depurar sencillos programas informáticos.

- Usar el razonamiento lógico para predecir el comportamiento de programas sencillos.

Etapa KS2 (7 a 11 años)

- Diseñar, escribir y depurar programas que logren objetivos específicos, incluyendo el control y la simulación de sistemas físicos; así como la resolución de problemas mediante la descomposición de los mismos en partes más simples.
- Usar estructuras de secuenciales, de selección y repetitivas para escribir programas informáticos; trabajar con variables de datos y a través de diversas formas de entrada y salida de información.
- Usar el razonamiento lógico para explicar algoritmos sencillos y detectar y corregir errores en algoritmos y programas.

Etapa KS3 (11 a 14 años)

- Diseñar, usar y evaluar modelos computacionales que modelen el estado y el comportamiento de los problemas del mundo real y sistemas físicos
- Entender los algoritmos claves que reflejan el pensamiento computacional, como los de ordenación y búsqueda; usar razonamiento lógico para comparar la utilidad de algoritmos alternativos de solución del mismo problema.
- Usar dos o más lenguajes de programación, al menos uno de ellos en modo texto, para resolver distintos problemas computacionales, utilizando estructuras de datos apropiadas, por ejemplo, listas tablas, vectores; diseñar y desarrollar módulos de programas utilizando procedimientos o funciones.

Etapa KS4 (14 a 16 años)

- Desarrollar su capacidad, creatividad y conocimiento en ciencias de la computación, medios digitales y tecnologías de la información.
- Desarrollar sus habilidades para resolver problemas en términos de análisis y diseño computacionales.
- Comprender cómo los cambios tecnológicos afectan a la seguridad, incluyendo nuevas formas de proteger la privacidad y la identidad.

Estructuras de apoyo necesarias

En el desarrollo del currículo de la materia “*Computing*” dos instituciones han participado de una forma destacada: “*BCS, The Chartered Institute for IT*” y “*Computing at school*”.

“*BCS, The Chartered Institute for IT*”: es el colegio profesional de trabajadores de la computación más grande del Reino Unido. El colegio profesional promueve un progreso social y económico a través de la promoción de las tecnologías de la información. Para ello, tienen como objetivos compartir conocimientos, promover nuevas ideas, informar el diseño de nuevos planes de estudio, asesorar en las políticas públicas a desarrollar y proporcionar información al público.

“*Computing at school*”: es una asociación donde sus miembros participan de forma voluntaria y libremente con el objetivo de promover y dar soporte en las escuelas a la ciencia de la computación (“*Grassroots association*”). Como asociación ha formado una alianza estratégica con “*BCS, The Chartered Institute for IT*” y es financiada, además de por esta última, por empresas de renombre como Microsoft o Google. Entre sus funciones se encuentran: proporcionar estrategias, recursos y liderazgo a todas aquellas personas involucradas en la enseñanza en las escuelas de la ciencia de la computación. Entre sus miembros incluyen profesorado de más de 350 colegios, así como profesorado de universidad, asesores educativos y personas representativas del ámbito industrial y profesional.

Dificultades y costes para la implantación

La implantación de la nueva materia “*Computing*” en las escuelas del Reino Unido ha requerido, como no podía ser de otro modo, una etapa de formación del profesorado destinado a impartir la misma. Etapa de formación que ha llevado aparejado costes económicos y un periodo de formación muy ajustado, inferior a dos años, lo cual ya adelantó, desde su comienzo, críticas y rechazo por parte del profesorado implicado en impartir la materia.

En abril de 2013, el departamento de educación de Inglaterra, “*Department for Education*” (DfE), hacía público la aportación de 2 millones de libras para la creación de una red de 400 profesores y profesoras especialistas (“*master teachers*”) que transmitirían su conocimiento y habilidades en la enseñanza de la “Ciencia de la computación” a los

16000 colegios de primaria y secundaria. Cada “*master teacher*” debería atender una media de 40 colegios.

En diciembre de 2013 se anunciaba por parte del departamento de educación una nueva partida de 1.1 millones de libras para “*BCS, The Chartered Institute for IT*” con objeto de ayudar a formar al profesorado de educación primaria a través de recursos online y grupos de trabajo en los colegios. De tal forma que nueve meses antes de comenzar la aplicación en los colegios, el Gobierno había destinado a la tarea de formar al profesorado unos 3.1 millones de libras. Sin embargo, tal cantidad resultaba todavía claramente insuficiente ante la complejidad de lo pretendido.

En febrero de 2014 el departamento de educación realizaba una nueva aportación de medio millón de libras al objeto de que empresas y organizaciones realizaran propuestas de proyectos de formación destinados al profesorado. En relación con esa iniciativa, en junio de 2014 el departamento de educación anunciaba la puesta en marcha de siete programas de formación donde intervenían empresas de reconocido prestigio como Microsoft, IBM y Google, además de universidades y otras asociaciones.

En enero de 2015 el departamento de educación anunciaba cinco nuevos proyectos complementarios a todos los anteriores donde intervenían de nuevo empresas de tecnología como Google y O2.

Así, el gobierno de Inglaterra ha destinado directamente a la formación del profesorado la cantidad de 3.6 millones de libras (aproximadamente unos 5 millones de euros). Y ha contado con la participación de grandes empresas de tecnología, reafirmando la idea de que la educación actual debe requerir el apoyo del sector privado en materias donde la capacitación del profesorado es esencial. A pesar de ello, críticas sobre la formación proporcionada se han hecho visibles desde el colectivo del profesorado, pues no se puede obviar que la formación se ha realizado sin la antelación que hubiera sido deseable, teniendo el profesorado que impartir una materia a la vez que se formaba en ella.

ESPAÑA: PRIMEROS PASOS

En España, de acuerdo con su estructura autonómica, el currículo básico establecido por

el gobierno con objeto de asegurar una formación común a todas las Comunidades Autónomas, no ha establecido en la educación primaria un área que incorpore contenidos de programación informática o robótica. Sin embargo, en la etapa de secundaria, la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación, si introdujo dos materias que significaron el primer acercamiento del alumnado a la informática, aunque no a la programación informática ni en general a la robótica.

La primera de ellas, la materia “Tecnologías”, materia obligatoria en los tres primeros cursos de la etapa de secundaria, incorporaba dentro de sus múltiples contenidos referencias a la utilización de sistemas operativos, aplicaciones informáticas y uso de Internet.

La segunda, la materia opcional “Informática”, materia que el alumnado de cuarto curso podía cursar opcionalmente, al igual que la primera, tenía como objetivo principal la capacitación como usuarios avanzados en el uso de aplicaciones informáticas y en el tratamiento de la información.

La nueva modificación a la Ley Orgánica 2/2006 efectuada por la Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa (LOMCE), realizó una modificación con respecto a las materias anteriores en lo que respecta a su obligatoriedad. De tal forma, la materia “Tecnologías” pasó a denominarse “Tecnología” y se imparte, en función de la regulación y de la programación de la oferta educativa que establezca cada Administración educativa, en los tres primeros cursos de educación secundaria. Por otro lado, la materia “Informática” tiene como materia asimilable, después de la nueva regulación, la materia “Tecnologías de la Información y la Comunicación”, que también será opcional, según la programación de la oferta educativa, y que se imparte en el cuarto curso de la etapa educativa de secundaria. Sin embargo, con respecto a los criterios de evaluación y estándares de aprendizaje evaluables fijados en el currículo básico, ninguna de las materias realiza modificaciones sustanciales con respecto a impartir programación informática o robótica en las mismas. Algo que si se observa en las materias homónimas de Bachillerato, donde si existen bloques de contenidos dedicados exclusivamente a la programación informática.

Aún a pesar de lo expuesto, la nueva modificación de la Ley Orgánica 2/2006 si ha posibilitado la inclusión de estos contenidos de una forma más visible y general que la ya

consabida complementación de contenidos por parte de cada una de las Administraciones educativas, o de los centros docentes en uso de su autonomía. Tal mecanismo de inclusión de contenidos se ha realizado a través de las denominadas asignaturas de libre configuración autonómica. Áreas o materias, según la etapa que consideremos, donde las Administraciones educativas de cada Comunidad Autónoma pueden fijar los contenidos, criterios de evaluación, estándares de aprendizaje evaluables y horario de las mismas. Este ha sido el mecanismo utilizado por algunas Comunidades Autónomas para la incorporación de la programación informática y, en menor medida, la robótica. Incorporación en nuestro país que se ha realizado de forma tímida y, casi exclusiva, en la etapa de secundaria en una minoría de Comunidades.

En tal sentido, y en lo que respecta a la programación informática, es de destacar la incorporación efectuada por la Comunidad de Navarra desde el curso escolar 2014/2015, en los cursos cuarto y quinto de la educación primaria, al introducir contenidos de programación informática en el área de matemáticas. En lo que respecta a la etapa de secundaria, la mayor novedad y apuesta la ha realizado la Comunidad de Madrid, al incorporar una nueva materia, de modo obligatorio para todo el alumnado en los tres primeros cursos, que incorpora elementos de programación informática y robótica en sus contenidos. Así también, pero no de forma obligatoria sino opcional, la Comunidad Valenciana ha incorporado una materia de libre configuración autonómica denominada "Informática", con un bloque específico de programación entre sus contenidos, que podrá cursar el alumnado en los tres primeros cursos. De igual forma, Galicia ha incorporado como materia de libre configuración autonómica la materia "Programación", la cual podrá ofertarse en primero y/o segundo curso de educación secundaria, con una carga horaria de una hora semanal.

En lo que respecta a la enseñanza de la robótica, es preciso mencionar la inclusión realizada por la Comunidad de Murcia, al introducir como materia de libre configuración en el segundo curso de la educación secundaria, elegible por el alumnado, entre otras, la materia "Robótica". Y a la Comunidad de Castilla-La Mancha que incorpora como materia elegible dentro de las asignaturas de libre configuración autonómica, en el cuarto curso de la educación secundaria, la materia "Tecnología robótica" en la opción de enseñanzas académicas.

En definitiva, podemos indicar, que los primeros pasos se están dando, no solo desde las

comunidades autonómicas citadas que han puesto en marcha ya diferentes materias con contenido curricular explícito, sino también desde otras, comenzando o previendo incorporar estos contenidos de forma curricular, o como complemento de áreas o materias, o por medio de proyectos o creación de redes de centros educativos con profesorado especializado en programación o robótica.

Navarra: la incorporación en la etapa de primaria

Sin lugar a dudas, Navarra ha sido la primera Comunidad Autónoma en llevar la programación informática a las aulas de primaria, realizándolo de una forma original e innovadora al introducir los contenidos en el área instrumental de matemáticas. El 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, introduce en los cursos cuarto y quinto de primaria contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje relacionados con la programación informática. A su vez, este mismo Decreto, al igual que lo hace el establecido para la etapa de secundaria, establece nítidamente como elemento transversal en el artículo siete que *“los centros educativos establecerán a través de proyectos acciones destinadas a la adquisición y mejora de las destrezas básicas de programación informática”*. Permitiendo que los centros puedan comenzar proyectos relacionados con la programación informática desde cualquier curso de primaria, incluyendo proyectos de programación donde hagan uso de robots educativos.

En su primer año, de los datos proporcionados por el Departamento de Educación, unos noventa centros comenzaron a enseñar programación en sus aulas. De ellos, unos treinta pertenecían a la “Red de Centros de Innovación en Ciencia y Tecnología (área de robótica educativa)”.

En lo que respecta a la formación del profesorado, el Departamento de Educación de Gobierno de Navarra, ha creado un espacio virtual dedicado al aprendizaje de programación, robótica educativa, y otras tecnologías emergentes, denominado “Código 21” (<http://codigo21.educacion.navarra.es/>). En dicho espacio, en el cual colabora junto al Departamento de Educación, la Universidad Pública de Navarra y el Planetario de Pamplona, se pone a disposición de la comunidad educativa múltiples recursos relacionados con la enseñanza de estas tecnologías. Entre otros: guías, cursos, software. Todos ellos relacionados con diferentes lenguajes de programación y robótica educativa.

Por citar algunos ejemplos: “Scratch”, “Enchanting”, “Snap!”, “Arduino”, “Mindstorms NXT”, “Mindstorms EV3”, “WeDo”, “Bee-Bots”, etc.

Contenidos del Bloque 1. Procesos, métodos y actitudes en matemáticas.	Criterios de evaluación	Estándares de aprendizaje evaluables
4º curso de Educación Primaria		
“Integración de las tecnologías de la información y la comunicación, así como de los lenguajes y herramientas de programación en el proceso de aprendizaje.”	14. Utilizar herramientas y lenguajes de programación para modelizar y resolver problemas.	14.1 De manera guiada, realiza un proyecto de programación donde hay que describir el algoritmo, descomponer el problema en partes más pequeñas y codificarlo con un lenguaje de programación visual formal.
5º curso de Educación Primaria		
“Integración de las tecnologías de la información y la comunicación, así como de los lenguajes y herramientas de programación en el proceso de aprendizaje.”	14. Utilizar herramientas y lenguajes de programación para modelizar y resolver problemas.	14.1 Diseña y realiza proyectos de programación donde se utilizan secuencias de comandos, bucles, condicionales, variables, así como distintas formas de entrada y salida de datos.

Figura 1. Contenido, criterio de evaluación y estándar de aprendizaje evaluable incorporado en el área de Matemáticas en Primaria.

Comunidad de Madrid: la incorporación en la etapa de secundaria

Es la Comunidad Autónoma que se ha implicado de forma más decidida en la incorporación de las “Ciencias de la Computación” y la robótica en su currículo. Principalmente en la etapa de secundaria dónde, de forma novedosa, incorpora la materia de libre configuración autonómica: “Tecnología, Programación y Robótica”.

La materia “Tecnología, Programación y Robótica”, establecida en el 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, la deberá cursar el alumnado en los tres primeros cursos de la educación secundaria de forma obligatoria y se asigna, de forma preferente, al Departamento de Tecnología, aunque también podrá ser impartida por profesorado de la especialidad de Informática, siempre que previamente estén

cubiertos en su totalidad los horarios de la Familia Profesional de “Informática y Comunicaciones”.

La materia “*Tecnología, Programación y Robótica*”, según su currículo, se ha articulado en cinco ejes principales:

- Programación y pensamiento computacional.
- Robótica y la conexión con el mundo real.
- Tecnología y el desarrollo del aprendizaje basado en proyectos.
- Internet y su uso seguro y responsable.
- Técnicas de diseño e impresión 3D.

Articulación, que sin embargo, no aparece clara y diáfana en los contenidos y criterios de evaluación asociados mostrando, una vez más, un currículo amplio que difícilmente podrá ser impartido en su totalidad a través de las dos horas semanales que se establecen para la materia. En tal sentido, hubiera sido deseable un currículo más reducido centrado en la programación y en la robótica. Un simple vistazo a los contenidos propuestos en el currículo da idea de la amplitud que se propone.

1º ESO

1. Internet: páginas Web, aplicaciones que intercambian datos.
 - Uso seguro de Internet.
2. Privacidad y responsabilidad digital.
3. Herramientas de programación por bloques
4. Aplicaciones para dispositivos móviles.
5. Proyectos tecnológicos
 - Fases del proyecto tecnológico y su documentación
 - Representación gráfica en proyectos tecnológicos.
 - Innovación y creatividad tecnológica.
 - Proyectos de desarrollo de aplicaciones informáticas.
6. Materiales de uso tecnológico
7. Electricidad y circuitos eléctricos en continua.
 - Análisis, simulación, montaje y medida de circuitos eléctricos.

2º ESO

1. Análisis y resolución de problemas mediante algoritmos.
2. Internet: arquitectura y protocolos.
3. Seguridad en Internet.
4. Aplicaciones y servicios para internet y nuevas tendencias en la red.
5. Páginas Web. Gestores de contenidos (CMS) y herramientas de publicación.
6. Estructuras y mecanismos.
7. Diseño e impresión 3D.

8. Conceptos básicos de señales y sistemas de comunicaciones.
9. Sistemas electrónicos analógicos y digitales.
 - Componentes eléctricos y electrónicos.
 - Análisis, simulación, montaje y medida en circuitos electrónicos.
10. Programación de sistemas electrónicos (robótica).

3º ESO

1. Formulación de un proyecto tecnológico. Identificación del problema. Análisis de su naturaleza.
2. Innovación y creatividad para la búsqueda de soluciones tecnológicas.
3. Diseño y representación gráfica de los elementos de un proyecto tecnológico.
4. Documentación de un proyecto para la elaboración de un prototipo tecnológico.
5. Divulgación de la evolución de un proyecto tecnológico a través de la Web.
6. Diseño y fabricación de los elementos mecánicos de un proyecto tecnológico mediante impresión 3D.
7. Diseño, montaje y medida de los circuitos electrónicos de un proyecto tecnológico.
8. Programación de los circuitos electrónicos de un proyecto tecnológico.
9. Documentación de un prototipo desarrollado a través de un proyecto tecnológico.

Figura 2. Contenidos de la materia “Tecnología, Programación y Robótica”.

La Comunidad de Madrid, asimismo, incorpora en la etapa de primaria el área “Tecnología y recursos digitales para la mejora del aprendizaje”. Área no obligatoria, que podrá ser sustituida por los centros en desarrollo de su autonomía por algún área del bloque de asignaturas específicas no cursadas, por un área de profundización o refuerzo de las asignaturas troncales. Esta nueva área, también incorpora elementos de programación informática en sus contenidos y criterios de evaluación, aunque de forma muy puntual, mostrando una relevancia mayor aquellos dirigidos a que el alumnado sea usuario de las Tecnologías de la Información y la Comunicación.

1. Utilizar las Tecnologías de la Información y la Comunicación para obtener información, aprender y recoger opiniones.
2. Desarrollar la responsabilidad, la capacidad de esfuerzo y la constancia en el estudio utilizando las Tecnologías de la Información y la Comunicación.
3. Realizar búsquedas guiadas de información en la red sobre temas trabajados en el aula y de actualidad.
4. Realizar trabajos y presentaciones que supongan la búsqueda, selección y organización de información, utilizando las tecnologías de la información y comunicación.
5. Enviar y recibir correos electrónicos como medio de comunicación con la familia, los amigos y otras personas conocidas.
6. Investigar mediante el uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación, la información necesaria para planificar un proyecto
7. Conocer los fundamentos de la programación.
8. Programar juegos sencillos, animaciones e historias interactivas.

9. Desarrollar habilidades y conocimientos operativos necesarios para utilizar el equipo electrónico e informático.

Figura 3. Criterios de evaluación del área “Tecnología y recursos digitales para la mejora del aprendizaje”.

Aún a pesar de lo expuesto, se debe resaltar que la Comunidad de Madrid ha sido la primera en apostar por la programación informática y la robótica de una forma decidida en nuestro país. Su incorporación, de modo obligatorio a todo el conjunto del alumnado, no ha sido secundado por ninguna otra Comunidad Autónoma hasta el momento. Tal apuesta ha conllevado críticas en los siguientes términos:

- Necesidad de una mínima inversión para ser impartida en condiciones aceptables (placas “arduino”, robots educativos, etc.).
- Contenidos curriculares ya incorporados en el área de tecnología, por lo que solo es necesario reforzar la materia actual.
- Se necesita proporcionar formación al profesorado destinado a impartirla.
- Improvisación en su aplicación.

Sin quitar en su totalidad la razón a las críticas vertidas, la realidad actual nos indica que el coste de los recursos materiales desciende de forma efectiva cada año. Así, desde el punto de vista del hardware, proyectos como “*Raspberry Pi*” y “*Arduino*” son ejemplos de hardware libre para ser utilizados en la introducción de la programación y la robótica. Al igual, lenguajes de programación orientados a la enseñanza como “*Scratch*” o la plataforma “*Google App Inventor*”, plataforma para crear aplicaciones de software para el sistema operativo Android, son gratuitos y descargables fácilmente desde la red.

Referente a la formación del profesorado, la Comunidad de Madrid hizo público un acuerdo con la empresa Telefónica y su división “*Telefónica Learning Services (TLS)*” para proporcionar formación al profesorado, sin que esto supusiera coste efectivo para las arcas públicas. Tal formación se proporciona a través de la plataforma “*Code Madrid*”. Plataforma creada por la Consejería de Educación, Juventud y Deportes de la Comunidad de Madrid, en colaboración con “*Telefónica Educación Digital*”, para apoyar a los docentes de Tecnología e Informática. La metodología se basa en un modelo de curso “*MOOC*” (curso online masivo y abierto) más un taller presencial de diez horas y la entrega de una guía didáctica. Tal acuerdo suscitó críticas en el sentido de que podría ser un punto inicial

de apertura de la formación del profesorado al sector empresarial privado. Algo desmentido por la empresa, situando su colaboración dentro de su estrategia de Responsabilidad Social Corporativa. Aún lo anterior, la colaboración de las empresas privadas de una forma desinteresada en la enseñanza ya se viene aceptando y se considera imprescindible en otras etapas educativas, por ejemplo, en la formación profesional. Por tanto, la misma cuando hablamos de empresas tecnológicas de grandes dimensiones no solo debe verse como beneficiosa sino hasta exigible, más si cabe teniendo en cuenta que la Administración participa como uno de sus mejores clientes.

Comunidad Valenciana y Galicia: la incorporación como materia de libre configuración autonómica opcional

Comunidad Valenciana

El Decreto 87/2015, de 5 de junio, del Consell, por el que establece el currículo y desarrolla la ordenación general de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato en la Comunitat Valenciana, establece que el alumnado de la Comunidad Valenciana podrá cursar de primero a tercer curso de la educación secundaria obligatoria una materia adicional dentro del bloque de asignaturas de libre configuración autonómica denominada “*Informática*”. Esta materia, de oferta obligada, será opcional para el alumnado que lo desee, siempre y cuando no opte por la materia de “*Refuerzo Instrumental*” que se ofertará en el primer curso, o por una materia específica adicional que no deba cursarse obligatoriamente en el curso correspondiente.

La materia incorpora, en los tres cursos, un bloque específico de programación informática diseñado para que el alumnado, a medida que avanza en la etapa educativa, alcance un mayor grado de desarrollo de sus capacidades con objeto de crear aplicaciones informáticas cada vez más complejas.

Curso 1º ESO. Bloque 4: Introducción a la programación.	
Contenidos	Criterios de evaluación
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 de las estructuras básicas y encaje de bloques. Programación de gráficos,	BL4.1. Crear aplicaciones sencillas, como animaciones o videojuegos, utilizando un entorno para el aprendizaje de la programación y siguiendo una estrategia guiada.

animaciones y juegos sencillos.	
Curso 2º ESO. Bloque 3: Programación.	
Contenidos	Criterios de evaluación
Entornos para el aprendizaje de la programación. Familiarización con el entorno de trabajo. Objetos. Gestión de la apariencia y de 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 compartición en línea. Evaluación de proyectos de otros compañeros	BL3.1. Crear aplicaciones sencillas, como animaciones o videojuegos, utilizando un entorno para el aprendizaje de la programación y planificando, supervisando y evaluando el proceso.
Curso 3º ESO. Bloque 3: Programación.	
Contenidos	Criterios de evaluación
Lenguajes de programación. Concepto, funcionalidad y tipos de lenguajes. Derechos de autor en las aplicaciones. Tipos 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 fotografías, 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: condicionales, bucles y funciones. Definición y uso de variables. Uso de componentes multimedia. Integración de imágenes, audio y vídeo propios, creados o modificados mediante el 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.	BL3.1. Crear aplicaciones de creciente nivel de dificultad y de forma individual o cooperativa utilizando un entorno de programación para dispositivos móviles y planificando, supervisando y evaluando el proceso.

Figura 4. Contenidos y criterios de evaluación de la materia “Informática”

Galicia

La Orden de 15 de julio de 2015, por la que se establece la relación de materias de libre configuración autonómica de elección para los centros docentes en las etapas de educación secundaria obligatoria y bachillerato, y se regula su currículo y su oferta, establece como una de las materias elegibles por los centros educativos, la materia

“Programación”. La materia de libre configuración autonómica podrá ofrecerse en primero, y/o segundo curso de educación secundaria y tendrá como carga horaria una hora semanal. El currículo de la materia incorpora el aprendizaje de las estructuras básicas de programación y la creación de contenidos para “web 2.0”, desglosándose el mismo, en tres bloques principales y que, en lo referente a contenidos y criterios de evaluación propuestos, se puede observar en la figura siguiente. Nuevamente, un currículo excesivamente amplio, muy complejo de llevar a las aulas.

Bloque 1. Diagramas de flujo	
Contenidos	Criterios de evaluación
B1.1. Diagramas de flujo: elementos, símbolos y su significado; herramientas. B1.2. El término “algoritmo”. Diseño de algoritmos utilizando diagramas de flujo. B1.3. Técnicas de resolución de problemas. B1.4. Elementos de un programa informático: estructuras y bloques fundamentales. B1.5. Estructuras de control: secuenciales, condicionales e iterativas. B1.6. Programación estructurada: procedimientos y funciones.	B1.1. Representar algoritmos mediante diagramas de flujo. B1.2. Resolver problemas sencillos utilizando algoritmos. B1.3. Analizar la estructura de un programa informático, identificando los elementos propios del lenguaje de programación utilizado y su función.
Bloque 2. Programación por bloques	
Contenidos	Criterios de evaluación
B2.1. Elementos de la sintaxis del lenguaje. B2.2. Elementos del entorno de trabajo. B2.3. Diseño de algoritmos utilizando herramientas informáticas. B2.4. Instrucciones básicas: movimiento, apariencia, sonidos y dibujo. B2.5. Instrucciones de control de ejecución: condicionales y bucles B2.6. Operadores aritméticos y lógicos. B2.7. Estructuras de almacenamiento de datos. Variables y listas. B2.8. Instrucciones de manejo de controles, sensores y eventos. B2.9. Ejecución. Diseño y realización de pruebas: tipos de pruebas y casos de prueba. B2.10. Depuración y documentación de programas.	B2.1. Emplear las construcciones básicas de un lenguaje de programación por bloques para resolver problemas. B2.2. Resolver problemas sencillos en un lenguaje de programación por bloques empleando instrucciones básicas. B2.3. Resolver problemas en un lenguaje de programación por bloques empleando instrucciones iterativas. B2.4. Resolver problemas en un lenguaje de programación por bloques empleando variables y estructuras de datos. B2.5. Resolver problemas en un lenguaje de programación por bloques empleando controles, eventos e hilos. B2.6. Verificar el funcionamiento de

	los programas para depurarlos o para optimizar su funcionamiento.
Bloque 3. Programación web	
Contenidos	Criterios de evaluación
B3.1. Lenguajes de marcas para la creación de documentos web.HTML. B3.2. Accesibilidad y usabilidad en internet. B3.3. Herramientas de creación de contenidos de la web 2.0.	B3.1. Emplear los elementos de los lenguajes de marcas para crear contenidos accesibles. B3.2. Elaborar y publicar contenidos en la web integrando información textual, gráfica y multimedia.

Figura 5. Contenidos y criterios de evaluación de la materia “Programación”.

Conclusiones

La programación informática y la robótica comienzan a llegar a la enseñanza básica, y a falta de recibir las conclusiones de diversos estudios científicos que lo confirmen, es casi patente que, no solo intervienen en mejorar las competencias necesarias para obtener un puesto de trabajo en el futuro, sino que inciden en el alumnado mejorando entre otros aspectos su creatividad, su emprendimiento, su motivación, su autonomía, el desarrollo de estrategias de resolución de problemas, la creación nuevas vías de comunicación de ideas.

Sin embargo, desde la experiencia de países como Estonia y Reino Unido, pioneros en aplicar la enseñanza de la programación y la robótica en etapas educativas tempranas, se vislumbra que su implantación, para que sea efectiva, no es tarea sencilla. Es necesario contar con recursos materiales y, más importante, recursos personales cualificados. Asimismo, un currículo específico adaptado a lo que se pretende que no sea ni excesivamente amplio que permita la dispersión, ni excesivamente encorsetado que limite la creatividad y el emprendimiento. De no ser así, caeremos de nuevo en los errores conocidos de impartir materias donde el profesorado no inspira a que el alumnado desarrolle sus intereses por la computación, imposibilitando que vayan más allá de ser usuarios avanzados en el uso de la tecnología digital. A su vez, la experiencia nos confirma que la formación del profesorado es crucial. En tal sentido, los países citados anteriormente, además de aportar fondos para la formación, no han dudado en establecer convenios y acuerdos de colaboración con universidades, asociaciones, empresas tecnológicas de gran prestigio, colegios profesionales, y cualquier institución que aportara

recursos a este objetivo. Junto a todo lo anterior, se añade la necesidad de tiempo y previsión. El rechazo que puede traer consigo la aplicación apresurada de una nueva materia, puede suponer un lastre que conlleve a que su implantación efectiva sea un fracaso.

En definitiva, estamos ante el reto ilusionante de enseñar programación y robótica de una forma que permita que los niños desarrollen, además de sus habilidades cognitivas, las habilidades sociales, el trabajo en equipo, la erradicación de estereotipos entre mujeres y hombres, el emprendimiento, la creatividad. Las generaciones futuras nos exigen que aprovechemos esta oportunidad.

Financiación

Sin financiación expresa.

Conflicto de Intereses

Ninguno.

Referencias bibliográficas

Carta conjunta de la Vicepresidenta de la Comisión Europea, Neelie Kroes (Agenda Digital), y la Comisaria Europea de Educación, Cultura, Multilingüismo y Juventud, Androulla Vassiliou, enviada a los Ministros de Educación de la UE (Brussels, 25 July 2014). Recuperado en diciembre de 2015 de

http://ec.europa.eu/information_society/newsroom/cf/dae/document.cfm?doc_id=6597

HITSA. ProgeTiger Programme. Recuperado en diciembre de 2015 de <http://www.hitsa.ee/it-education/educational-programmes/progetiger>

Republic of Estonia. Ministry of Education and Research. The Estonian Lifelong Learning Strategy 2020. Recuperado en diciembre de 2015 de https://www.hm.ee/sites/default/files/estonian_lifelong_strategy.pdf

The Royal Society (2012). Shut down or restart? The way forward for computing in UK schools. Recuperado en diciembre de 2015 de <https://royalsociety.org/~media/education/computing-in-schools/2012-01-12-computing-in-schools.pdf>

- House of Commons. Children, Schools and Families Committee. National Curriculum. Fourth Report of Session 2008–09. Recuperado en diciembre de 2015 de <http://www.educationengland.org.uk/documents/pdfs/2009-CSFC-national-curriculum.pdf>
- House of Commons. Library (2014). National Curriculum Review. Recuperado en diciembre de 2015 de <http://www.parliament.uk/briefing-papers/SN06798.pdf>
- The Office for Standards in Education, Children's Services and Skills (Ofsted) (2011). ICT in schools 2008–11. Recuperado en diciembre de 2015 de https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/181223/110134.pdf
- Department of Education (2014). The national curriculum in England. Framework document. July 2014. Recuperado en diciembre de 2015 de https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/335116/Master_final_national_curriculum_220714.pdf
- Department of Education (2013). Computing programmes of study: key stages 1 and 2. National curriculum in England. Recuperado en diciembre de 2015 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 diciembre de 2015 de https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/239067/SECONDARY_national_curriculum_-_Computing.pdf
- GOV.UK Press release (24 April 2013). Facebook, Microsoft and BCS back government funding for computer science teaching. Recuperado en diciembre de 2015 de <https://www.gov.uk/government/news/facebook-microsoft-and-bcs-back-government-funding-for-computer-science-teaching>
- GOV.UK Press release (3 June 2014). Microsoft, Google and IBM to help train computing teachers. Recuperado en diciembre de 2015 de <https://www.gov.uk/government/news/microsoft-google-and-ibm-to-help-train-computing-teachers>

GOV.UK Press release (21 January 2015). £3.6 million for technology experts to train computing teachers. Recuperado en diciembre de 2015 de <https://www.gov.uk/government/news/36-million-for-technology-experts-to-train-computing-teachers>

Referencias legislativas

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.

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.

Decreto 87/2015, de 5 de junio, del Consell, por el que establece el currículo y desarrolla la ordenación general de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato en la Comunitat Valenciana.

Decreto 86/2015, de 25 de junio, por el que se establece el currículo de la educación secundaria obligatoria y del bachillerato en la Comunidad Autónoma de Galicia.

Orden de la Xunta de Galicia, de 15 de julio de 2015, por la que se establece la relación de materias de libre configuración autonómica de elección para los centros docentes en las etapas de educación secundaria obligatoria y bachillerato, y se regula su currículo y su oferta.