



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE EDUCACIÓN
Y FORMACIÓN PROFESIONAL



intef

INSTITUTO NACIONAL DE
TECNOLOGÍAS EDUCATIVAS Y DE
FORMACIÓN DEL PROFESORADO

Programación, robótica y pensamiento computacional en el aula

Situación en España y propuesta normativa

Julio 2018

Acerca de este documento

Este documento es resultado del trabajo desarrollado en el marco de la Ponencia *Programación, robótica y pensamiento computacional en el aula*, que es parte de las acciones del Grupo de Trabajo de Tecnologías del Aprendizaje, dependiente de la Comisión General de Educación, que a su vez depende de la Conferencia Sectorial de Educación.

Este trabajo, por consiguiente, se ha desarrollado conjuntamente por el Ministerio de Educación y Formación Profesional (MEFP), a través del Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado (INTEF) y el Centro Nacional de Innovación e Investigación Educativa (CNIIE), responsables de Consejerías y Departamentos de Educación de Comunidades Autónomas, expertos, docentes e investigadores, tal como se recoge en la siguiente lista de entidades participantes:

- MEFP
 - INTEF
 - CNIIE
- Comunidades Autónomas
 - Andalucía
 - Asturias, Principado de
 - Balears, Illes
 - Cantabria
 - Castilla y León
 - Castilla-La Mancha
 - Cataluña
 - Comunitat Valenciana
 - Extremadura
 - Galicia
 - Madrid, Comunidad de
 - Murcia, Región de

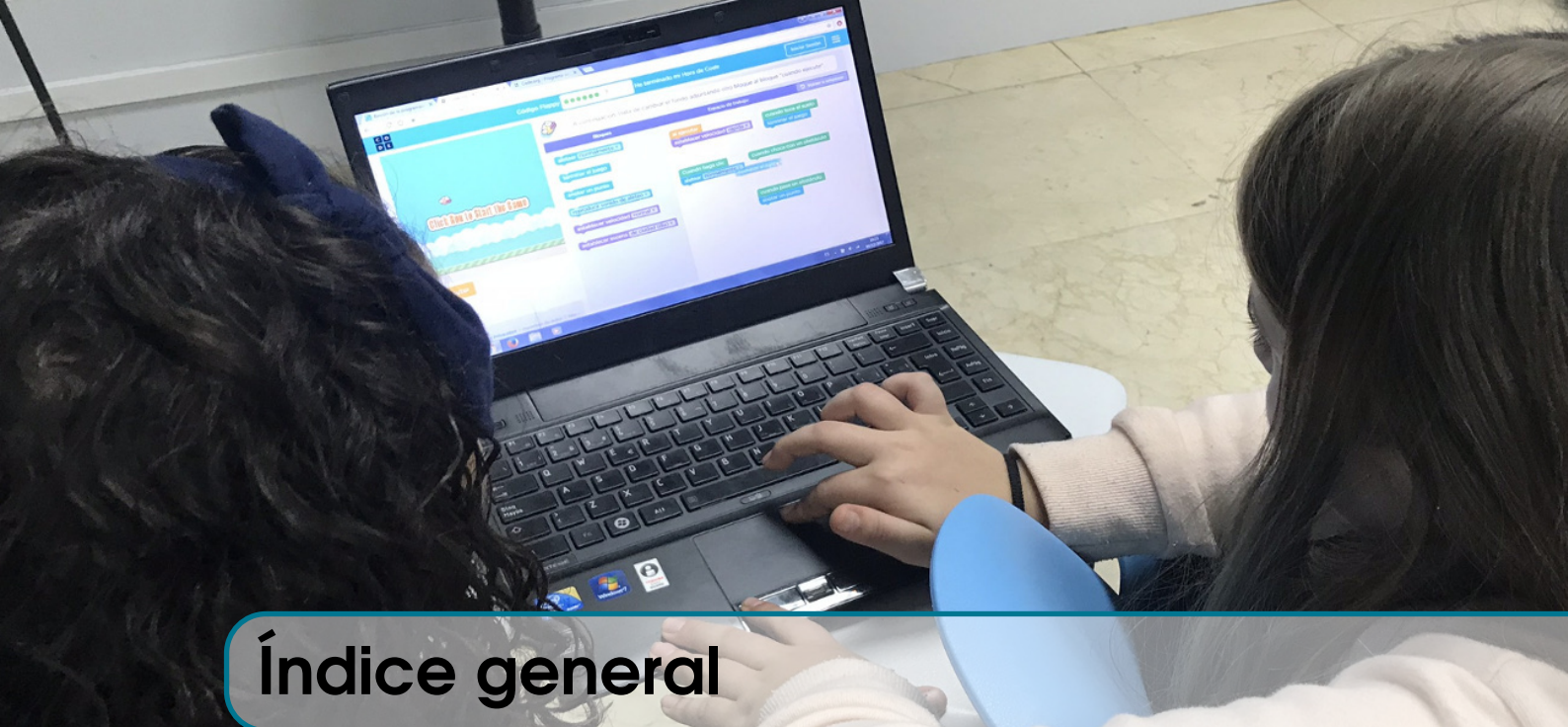
- Navarra, Comunidad Foral de
- Rioja, La
- Otras entidades
 - Apple
 - BQ
 - Everis
 - Google
 - Institución Educativa SEK
 - Microsoft
 - Programamos
 - Sociedad Científica Informática Española
 - Telefónica Educación Digital
 - Universidad Nacional de Educación a Distancia
 - Universidad de Girona
 - Universidad Rey Juan Carlos

La Ponencia *Programación, robótica y pensamiento computacional en el aula* se puso en marcha en octubre de 2017 con el objetivo de, en el plazo de un año, realizar una propuesta normativa sobre la introducción de estas habilidades en el currículo de la Educación Infantil, Primaria, Secundaria Obligatoria y Bachillerato. Para ello, en una primera fase del trabajo se realizó una revisión de la situación de la enseñanza de la programación, la robótica y el pensamiento computacional en nuestro país, que se presenta en la primera parte de este documento. A continuación se comenzó a trabajar en la propuesta normativa para Infantil y Primaria, que constituye la segunda parte de esta obra. Por su parte, la propuesta normativa para Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato se publicará en octubre de 2018, al finalizar el trabajo de esta Ponencia.

Ministerio de Educación y Formación Profesional
Julio 2018



Este obra se distribuye bajo una licencia Creative Commons
Reconocimiento-CompartirIgual 4.0 Internacional.



Índice general

I	Situación en España	
1	Introducción	3
2	Normativa e iniciativas institucionales	7
2.1	Ministerio de Educación y Formación Profesional	8
2.2	Andalucía	9
2.3	Principado de Asturias	11
2.4	Illes Balears	12
2.5	Cantabria	13
2.6	Castilla y León	14
2.7	Castilla-La Mancha	17
2.8	Cataluña	19
2.9	Comunitat Valenciana	22
2.10	Extremadura	23
2.11	Galicia	25
2.12	Comunidad de Madrid	27

2.13	Región de Murcia	28
2.14	Comunidad Foral de Navarra	29
2.15	La Rioja	30
2.16	Resumen de la situación normativa	30
3	Iniciativas no institucionales	33
3.1	KGBL3: URJC y UNED	33
3.2	UdiGitalEdu - UdG	35
3.3	Programamos	36
3.4	CLOQQ - Everis	37
3.5	Microsoft	38
3.6	Creando Código - Telefónica Educación Digital	39
3.7	Sociedad Científica Informática de España (SCIE)	40
3.8	Institución Educativa SEK	41
3.9	BQ	42
3.10	Apple	43
4	Encuesta al profesorado	45
5	Algunas conclusiones	53

II

Propuesta normativa

6	Descripción del trabajo y su alcance	57
7	Educación Infantil	59
8	Educación Primaria	63
9	E.S.O.*	67
10	Bachillerato*	69

Situación en España

1	Introducción	3
2	Normativa e iniciativas institucionales	7
2.1	Ministerio de Educación y Formación Profesional	
2.2	Andalucía	
2.3	Principado de Asturias	
2.4	Illes Balears	
2.5	Cantabria	
2.6	Castilla y León	
2.7	Castilla-La Mancha	
2.8	Cataluña	
2.9	Comunitat Valenciana	
2.10	Extremadura	
2.11	Galicia	
2.12	Comunidad de Madrid	
2.13	Región de Murcia	
2.14	Comunidad Foral de Navarra	
2.15	La Rioja	
2.16	Resumen de la situación normativa	
3	Iniciativas no institucionales	33
3.1	KGBL3: URJC y UNED	
3.2	UdiGitalEdu - UdG	
3.3	Programamos	
3.4	CLOQQ - Everis	
3.5	Microsoft	
3.6	Creando Código - Telefónica Educación Digital	
3.7	Sociedad Científica Informática de España (SCIE)	
3.8	Institución Educativa SEK	
3.9	BQ	
3.10	Apple	
4	Encuesta al profesorado	45
5	Algunas conclusiones	53



1. Introducción

Esta primera parte del documento presenta la situación actual de la enseñanza de la programación, la robótica y el pensamiento computacional en nuestro país, prestando una especial atención a la legislación vigente, pero sin olvidar otro tipo de iniciativas que se producen desde otros ámbitos, como el académico, el civil o el empresarial.

Algo de historia

En 1967, hace ya más de 50 años, un grupo de pioneros liderados por Seymour Papert creó el lenguaje de programación Logo [1] con el objetivo de que todos los estudiantes pudieran aprender a programar desde edades tempranas en la escuela y que, de ese modo, desarrollaran una serie de habilidades, como el pensamiento computacional, que les ayudaran a aprender de forma más eficiente en otras asignaturas, como las matemáticas [2].

A pesar de que durante los años 70 y 80 miles de escuelas, principalmente en Estados Unidos, incluyeron contenidos de programación, esta desapareció casi completamente del panorama educativo a mediados de los años 90 [3]. Sin embargo, desde que en 2006 Janette Wing publicó su artículo *Computational Thinking* [4], y gracias al nacimiento de nuevos lenguajes de programación y dispositivos robóticos accesibles y amigables para el público infantil y el profesorado no especialista, la inclusión de la programación, la robótica y el pensamiento computacional en el currículo escolar se ha convertido en una de las mayores tendencias en el mundo educativo en todo el planeta [5].

Movimiento internacional

En Europa, desde 2012, la comunidad científica ha liderado el debate sobre la introducción de las habilidades de pensamiento computacional en el currículo escolar al publicar

informes que defienden el reconocimiento de la informática como una disciplina de importancia similar a las matemáticas o la lengua. Ejemplos de dichos informes son los de la Royal Society en el Reino Unido [6], la Academie des Sciences en Francia [7], la Sociedad Científica Informática de España [8] o ACM (Association of Computing Machinery) Europa [9].

La Comisión Europea también ha asumido un papel activo en este movimiento. En 2014, la entonces Vicepresidenta de la Comisión Europea, Neelie Kroes, y la Comisaria de Educación, Cultura, Multilingüismo y Juventud, Androulla Vassiliou, enviaron una carta conjunta a los Ministros de Educación de la UE instándoles a promover la programación informática en las escuelas como parte de la solución al desempleo juvenil [10]. Un año antes, en 2013, el *Grupo de Jóvenes Asesores* de la Comisión había lanzado *Europe Code Week* [11], una iniciativa formada por una red de embajadores que gestiona y organiza eventos gratuitos en paralelo en toda Europa. Aunque con raíces públicas, esta iniciativa está financiada principalmente por grandes compañías tecnológicas, como Google, lo que demuestra que la industria del software comparte esta visión y respalda este movimiento. En 2018 la Comisión ha publicado el Plan de Acción de Educación Digital, que establece como uno de sus once objetivos “llevar las clases de programación a todas las escuelas de Europa, en particular aumentando la participación de estas en la EU Code Week” [12].

Como resultado, 16 países europeos ya han integrado la programación en el currículo, aunque con diferentes enfoques y en diversos niveles [13, 14].

En Estados Unidos, el gobierno federal ha lanzado recientemente *Computer Science for all*¹, una iniciativa que pretende que todos los estudiantes estadounidenses, desde educación Infantil hasta Secundaria, aprendan ciencias de la computación y adquieran las habilidades de pensamiento computacional necesarias para poder ser creadores en la economía digital, no solo consumidores. En los últimos meses, varias ciudades, como Nueva York, San Francisco o Chicago, e incluso estados enteros, como Arkansas, han anunciado planes para proporcionar acceso a la programación para todos los niños en edad escolar.

Otros ejemplos de esta tendencia mundial son *Code for Fun* en Singapur², el nuevo plan de estudios de Nigeria [15], en el que la programación y el pensamiento computacional tienen un papel protagonista, o la nueva asignatura obligatoria de Tecnologías digitales para estudiantes de Infantil, Primaria y Secundaria centrada en el desarrollo de habilidades de pensamiento computacional que ha sido introducida en el currículo de Australia³.

Alcance del trabajo de revisión de la Ponencia

En esta primera parte del documento se presenta la situación actual de la enseñanza de la programación, la robótica y el pensamiento computacional en nuestro país, prestando un especial interés a la normativa vigente que establece tanto el currículo nacional como los currículos autonómicos de las Comunidades Autónomas participantes en la Ponencia.

No obstante, tal como se ha mencionado, el movimiento mundial para llevar el pensamiento computacional a la escuela ha sido liderado por diferentes actores, incluyendo gobiernos,

¹<https://www.whitehouse.gov/blog/2016/01/30/computer-science-all>

²<https://www.imda.gov.sg/imtalent/student-programmes/code-for-fun>

³<http://www.australiancurriculum.edu.au/technologies/digital-technologies/curriculum/f-10>

figuras del mundo de la industria del software, organizaciones sin ánimo de lucro, docentes y familias, entre otros muchos. Por consiguiente, esta revisión no se limita a las iniciativas institucionales, sino que incluye también las acciones que se han producido en nuestro país desde la universidad, la sociedad civil y las empresas. Además, se ha considerado oportuno contar también con la opinión del profesorado que ya está trabajando estas habilidades en sus clases, para lo que se ha desarrollado una encuesta anónima con el objetivo de recoger su visión y sus opiniones sobre la cuestión.



2. Normativa e iniciativas institucionales

En esta sección se analiza la situación de la introducción de la programación, la robótica y el pensamiento computacional en el sistema educativo de nuestro país.

Se considera importante señalar que en Primaria, Secundaria Obligatoria y Bachillerato las asignaturas se agrupan en tres bloques: troncales, específicas y de libre configuración autonómica.

Esta distribución no obedece a la importancia o carácter instrumental o fundamental de las asignaturas, sino a la distribución de competencias entre el Estado y las Comunidades Autónomas, acorde con la Constitución española. Así, se garantizan unos contenidos comunes para todo el alumnado en el currículo básico de aquellas materias que se incluyen en el bloque de asignaturas troncales. Dentro del bloque de asignaturas específicas se permite a las Administraciones educativas establecer los contenidos propios del currículo de las materias, así como conformar su oferta. El bloque de asignaturas de libre configuración autonómica supone el mayor nivel de autonomía, en el que las Administraciones educativas pueden ofrecer asignaturas de diseño propio.

Por consiguiente, en las siguientes secciones se presenta la normativa de las diferentes Administraciones educativas participantes en el trabajo que hace referencia a las habilidades de programación, robótica y pensamiento computacional, así como las iniciativas de promoción, difusión y formación que están desarrollando en la actualidad relacionadas con esta temática.

2.1 Ministerio de Educación y Formación Profesional

Normativa

En el preámbulo de la Ley Orgánica para la mejora de la calidad educativa¹ se hace especial incidencia en las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) como elemento de transformación del sistema educativo, afirmando que “el uso responsable y ordenado de estas nuevas tecnologías por parte de los alumnos y alumnas debe estar presente en todo el sistema educativo”.

En relación a la educación Primaria, aunque en el Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero², por el que se establece el currículo básico de este nivel educativo, existen referencias al uso de las TIC en varias asignaturas tanto troncales (Ciencias de la naturaleza, Ciencias sociales, Lengua castellana y literatura, Matemáticas y Primera lengua extranjera) como específicas (Educación artística, Educación física y Valores sociales y cívicos), estas referencias se limitan fundamentalmente a algunos aspectos concretos de las áreas de información y creación de contenidos de la competencia digital³, no estando relacionadas con la programación, la robótica y el pensamiento computacional.

En educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato, por el contrario, tal como establece el Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre⁴, aparecen contenidos relacionados con estas habilidades en 4º de ESO, tanto en Tecnología, una asignatura troncal-optativa en la opción de enseñanzas aplicadas para la iniciación a la Formación Profesional, como en Tecnologías de la Información y de la Comunicación, una asignatura específica-optativa tanto para la opción de enseñanzas académicas como para la opción de enseñanzas aplicadas. En Bachillerato existen dos asignaturas específicas-optativas, Tecnología industrial y Tecnologías de la Información y la Comunicación, tanto en 1º como en 2º curso, que incluyen contenidos de estas habilidades.

Otras actuaciones

El MEFP, a través del INTEF, ofrece diversas modalidades de formación para que el profesorado español pueda formarse y comenzar a trabajar la programación, la robótica y el pensamiento computacional en sus clases.

Por un lado, en lo relativo a la formación en red, más de 6.000 docentes han participado en los cursos tutorizados, cursos masivos abiertos en red y nano experiencias de aprendizaje abiertas y en línea que el INTEF ha organizado en los últimos años. Además, en las últimas cinco ediciones de los cursos de verano que el MEFP organiza junto a la Universidad Internacional Menéndez Pelayo se ha contado con un curso dedicado específicamente a la introducción del pensamiento computacional a través de la programación y la robótica en distintos niveles educativos, en los que han participado 300 docentes.

Por otra parte, el MEFP también ha participado en la Semana Europea de la Programación Informática 2017, promovida por la Comisión Europea, organizando la jornada *Programación y pensamiento computacional en la educación*, en la que docentes y responsables

¹ <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2013-12886>

² <http://www.boe.es/boe/dias/2014/03/01/pdfs/BOE-A-2014-2222.pdf>

³ <http://aprende.intef.es/mccdd>

⁴ <http://www.boe.es/boe/dias/2015/01/03/pdfs/BOE-A-2015-37.pdf>

educativos pudieron conocer las últimas novedades en el uso de la programación informática como un recurso para el aula de la mano de expertos de reconocido prestigio, tanto nacionales como de otros países europeos.

Precisamente, durante esta jornada se presentó la nueva web Code.EducaLAB⁵, que pretende ser un punto de encuentro de la comunidad docente para el uso educativo de la programación, la robótica y el pensamiento computacional. En esta web, tal como se muestra en la Figura 2.1, pueden encontrarse informes, materiales didácticos para el aula, iniciativas y otro tipo de recursos que pretenden ayudar a los docentes que quieran comenzar a trabajar estas habilidades en sus clases.



Figura 2.1: Captura de la web Code.EducaLAB (<https://code.educalab.es>)

Recientemente se ha lanzado la sección ChicaSTEM para la web Code.EducaLAB, que pretende fomentar que niñas y chicas jóvenes participen en los campos científicos y tecnológicos al conocer de primera mano testimonios de otras mujeres que desarrollan su actividad con éxito en estos campos.

2.2 Andalucía

Normativa

Según la Orden 14 de julio de 2016, por la que se desarrolla el currículo correspondiente a la educación Secundaria⁶ y al Bachillerato⁷ en la Comunidad Autónoma de Andalucía, las materias que incluyen contenidos relacionados con la programación, la robótica y el pensamiento computacional son:

⁵<http://code.educalab.es/>

⁶http://www.juntadeandalucia.es/eboja/2016/144/BOJA16-144-00289-13500-01_00095875.pdf

⁷http://www.juntadeandalucia.es/eboja/2016/145/BOJA16-145-00325-13571-01_00095950.pdf

- 1º de ESO: Tecnología Aplicada (Libre configuración autonómica)
- 2º y 3º de ESO: Tecnología (Específica)
- 4º de ESO: Tecnología (Troncal)
- Bachillerato: Tecnología Industrial I y II, Tecnologías de la Información y Comunicación I y II, Programación y Computación (Libre configuración autonómica)

Otras actuaciones

- Clase de Tecnologías Creativas⁸. En 2015, unos 3.000 alumnos de Educación Secundaria Obligatoria participaron en el proyecto 'Clase de Tecnologías Creativas' (CTC), un programa de aprendizaje colaborativo diseñado para los centros educativos de Secundaria que deseen incorporar nuevas tecnologías en sus clases de Tecnología. El programa, con la incorporación de software y hardware de código abierto, invita a los alumnos a explorar la electrónica a través de experimentos tanto teóricos como prácticos, lo que les proporciona una comprensión integral sobre los fundamentos de la programación, la electrónica y la mecánica. De esta manera, los alumnos tienen la oportunidad de convertirse en diseñadores y programadores de dispositivos electrónicos a través de la realización de proyectos personales a los que podrán dar una orientación científica, electrónica, ingeniera, artística o matemática, según sus preferencias. Que el material sea de código abierto, tiene la ventaja, además, de que no solo resulta económico, sino expandible, intercambiable y reutilizable de forma progresiva. El programa CTC está dividido en cuatro fases: la primera consiste en la capacitación del profesorado en forma de jornadas presenciales y donde participan profesores de Tecnología de 75 institutos de Andalucía. Una vez terminadas las jornadas comienzan las fases 2 y 3, en la que los alumnos experimentan las posibilidades del kit y producen sus proyectos finales. Durante todo este proceso, tanto los alumnos y los profesores cuentan con documentación online, foros de soporte y herramientas de documentación de proyectos para los estudiantes. Al final del programa se realiza la Feria de la Tecnología, donde los alumnos exponen sus proyectos al resto de compañeros de otros centros y al público en general. Este programa se llevó a cabo con el apoyo y colaboración de la Obra Social la Caixa y Ultra-Lab, además de Arduino Verkstad Education, quienes aportaron tanto el hardware como el software.
- Feria de la Ciencia⁹. Es un proyecto educativo y cultural organizado por la Sociedad Andaluza para la Divulgación de la Ciencia, la Fundación Descubre y el Centro del Profesorado de Sevilla. Su finalidad es crear un espacio educativo que permita el intercambio, la divulgación y la comunicación de conocimientos científicos a la ciudadanía, en la que los actores-divulgadores sean los alumnos y alumnas de los centros educativos que voluntariamente participen en el proyecto. El desarrollo de esta idea pretende alcanzar los siguientes objetivos: potenciar la divulgación y la comunicación social de la ciencia; dinamizar la enseñanza de las ciencias, incorporando metodologías activas e investigativas en las programaciones de aula; contribuir al desarrollo de vocaciones científicas mediante un planteamiento activo y

⁸<http://www.juntadeandalucia.es/educacion/portalaverroes/noticias/contenido/clase-de-tecnologias-creativas>

⁹<http://www.feriadelaciencia.org>

práctico de la enseñanza de las ciencias y el contacto con investigadores en activo; y fomentar el espíritu innovador y emprendedor entre el alumnado participante.

- Proyecto de investigación educativa “Desarrollando la competencia matemática a través del pensamiento computacional”¹⁰. Proyecto de investigación actualmente en marcha que realiza un estudio comparativo para evaluar la idoneidad del uso de la programación y la robótica para fomentar entre el alumnado el desarrollo del pensamiento matemático. Para ello se realizaría el estudio en dos grupos de 3º de Primaria, un grupo experimental, donde se trabajaría un taller de programación y robótica periódicamente en la asignatura de matemáticas, y un grupo de control, que trabajaría las matemáticas de manera tradicional, es decir, usando la metodología y los recursos que se vienen utilizando hasta la fecha.
- Malakabot¹¹. Malakabot son unas jornadas malagueñas de robótica organizadas por el departamento de Electrónica del IES Politécnico Jesús Marín con la colaboración del departamento de Imagen y Sonido. Incluye varias modalidades a concurso y exhibiciones por parte de la Universidad de Málaga y de distintas empresas privadas. En las seis convocatorias celebradas hasta el momento, se dan cita cada año más de 100 robots, y se llevan a cabo diferentes tutoriales, talleres, competiciones y colaboraciones.
- Toolbox¹². Toolbox es un proyecto de software libre de Francisco Vico, profesor de informática de la Universidad de Málaga que ha desarrollado una herramienta para aprender a programar. La herramienta está siendo testada didácticamente y el servicio de Innovación de la Consejería de Educación de la Junta de Andalucía participa en esta fase. Aunque la documentación y difusión web es escasa por estar en una fase inicial se considera que puede ser interesante estudiar su evolución.

2.3 Principado de Asturias

Normativa

De cara al curso 2018-2019 el Principado de Asturias ha puesto en marcha la asignatura Robótica en el bloque de asignaturas de libre configuración autonómica del currículo de Educación Secundaria Obligatoria para 4º de ESO¹³.

El contenido de la materia se organiza en cuatro bloques que permiten introducir al alumnado en aspectos esenciales de la robótica y que invitan, además, a la reflexión ética sobre aspectos vinculados a su desarrollo. El bloque 1, Fundamentos de control, desarrolla elementos básicos de los automatismos y de los lenguajes de programación. El Bloque 2, Fundamentos de robótica, aborda aspectos técnicos y de diseño de los automatismos, las características técnicas, los procesos de integración de los componentes de un robot, así como las referencias a la impresión 3D. El Bloque 3, La robótica en la sociedad, se dedica al análisis de las aplicaciones de los robots, su impacto en la sociedad, los problemas y

¹⁰https://www.juntadeandalucia.es/educacion/portalaverroes/c/document_library/get_file?uuid=361b08aa-4770-42c8-856a-635ecdec9e43&groupId=549450

¹¹<http://malakabot.com/tutoriales/>

¹²<https://es.wikipedia.org/wiki/Toolbox>

¹³https://www.educastur.es/documents/10531/40576/2018-05_con-curriculo_libre_robotica.pdf/c63bcee0-fdd2-40b7-a4a7-e1766d7c1d6c

soluciones que plantea su uso, así como la debida reflexión ética sobre su impacto en la sociedad, no sólo en lo que atañe al tipo de tareas que pueden desempeñar y a la influencia en el mercado de trabajo, sino también en las interacciones con los seres humanos. Por último, el Bloque 4, Proyectos de robótica, integra los conocimientos que el alumnado ha adquirido y que debe plasmar en el diseño, construcción y control de un automatismo, que ha de incluir una parte de documentación técnica necesaria para el desarrollo de un proyecto.

Otras actuaciones

La Consejería de Educación y Cultura del Principado de Asturias, en colaboración con la asociación Aulablog, organiza desde el año 2017 el evento Scratch Day Asturias¹⁴ con el fin de promover el aprendizaje y el acercamiento de la programación creativa a las aulas asturianas. Se trata de una jornada diseñada para que las alumnas y los alumnos y el profesorado de los centros participantes así como sus familias pudieran conocer y compartir todo lo trabajado a lo largo de un proyecto que busca llevar la programación creativa y la robótica a las aulas de 4º, 5º y 6º de Primaria.

2.4 Illes Balears

Normativa

Según el Decreto 34/2015, de 15 de mayo, por el que se establece el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria en las Islas Baleares¹⁵, la materia que incluye contenidos relacionados con la programación, la robótica y el pensamiento computacional es:

- 4º ESO: Tecnología (Troncal). El bloque 1, tecnologías de la información y la comunicación, incluye un contenido relacionado con los conceptos básicos y la introducción a los lenguajes de programación. El bloque 4 se dedica enteramente al control y la robótica.

Por su parte, según el Decreto 35/2015, de 15 de mayo, por el que se establece el currículo del Bachillerato en las Islas Baleares¹⁶, las materias que incluyen contenidos relacionados con la programación, la robótica y el pensamiento computacional son:

- 1º Bachillerato: Tecnologías de la Información y la Comunicación I (Específica). El bloque 5 se dedica a la programación.
- 2º Bachillerato: Tecnologías de la Información y la Comunicación II (Específica). El primer bloque se dedica a la programación.

¹⁴<https://www.educastur.es/-/scratch-day-asturias-2017>

¹⁵<http://www.caib.es/eboibfront/es/2015/10308/564909/decreto-35-2015-de-15-de-mayo-por-el-que-se-establ>

¹⁶<http://www.caib.es/eboibfront/es/2015/10308/564909/decreto-35-2015-de-15-de-mayo-por-el-que-se-establ>

Otras actuaciones

En las Islas Baleares se acaba de lanzar el Programa de Formación y Transferencia RobotIB¹⁷, que pretende potenciar la introducción de la robótica entre los alumnos de ESO, tanto en el área de Tecnología (convirtiendo la robótica y la automática en ejes transversales de muchos de los conocimientos incluidos en su currículum, como mecánica, electricidad o estructuras, entre otras), como en el trabajo por proyectos. Para conseguirlo, los centros seleccionados recibirán una dotación de material de iniciación a la robótica y una formación inicial destinada al profesorado implicado.

El programa se basa en una formación inicial del profesorado, en el diseño de un proyecto de transferencia y de la aplicación correspondiente durante el curso escolar y en el seguimiento del impacto formativo en los alumnos.

Los objetivos de RobotIB son potenciar la robótica como herramienta pedagógica entre el alumnado de ESO a través de la dotación a los centros del material inicial necesario para introducir estos contenidos y la formación del profesorado implicado en el programa para usar este material. La Conselleria se compromete a organizar la formación inicial, dotar el centro con el material básico (juego de componentes de introducción al control con Arduino y robots para un grupo clase), hacer difusión de las buenas prácticas y evaluar el resultado.

Por su parte, los centros participantes en el programa se comprometen a diseñar e implementar un proyecto de introducción a la robótica a un grupo de ESO del centro, contar con la participación en el programa de, como mínimo, el 50 % del profesorado que imparte materias del área de tecnología con el visto bueno del equipo directivo, y presentar una memoria final del proyecto.

El programa comienza este curso 2017/18 con 5 centros piloto, a los que se unen otros 25 en todas las islas para empezar a implantar el programa en al menos un grupo de alumnos dentro del área de tecnología. Uno de los centros piloto es el IES Antonio Maura de Palma de Mallorca, ya que en el curso 2016-2017 empezó con un programa piloto propio que vertebraba la asignatura de Tecnología de todos los cursos de ESO en torno a la Robótica.

2.5 Cantabria

Otras iniciativas

CantabRobots¹⁸ es un concurso-exhibición educativo de robótica entre el alumnado de centros educativos de Cantabria. Surge desde el Proyecto CantabRobots 3.0, grupo de trabajo del profesorado creado para generar materiales didácticos relacionados con el diseño en 3D, la impresión 3D, la programación, la electrónica y la robótica en el área de Tecnología.

Esta iniciativa, que nace en el marco de las actuaciones para el impulso de la competencia de sentido de iniciativa y espíritu emprendedor, supone una apuesta de la Consejería de Educación, Cultura y Deporte del Gobierno de Cantabria, en colaboración con la

¹⁷<http://www.caib.es/eboibfront/es/2017/10715/599833/resolucion-del-director-general-de-planificacion-o>

¹⁸<http://www.cantabrobots.es/>

Asociación de Profesores de Tecnología de Cantabria, por el fomento del emprendimiento, la innovación y la sostenibilidad, en línea con los objetivos marco de la estrategia Europa 2020.

2.6 Castilla y León

Normativa

Tal como se recoge en la Orden EDU/589/2016, de 22 de junio¹⁹, las materias que incluyen contenidos relacionados con la programación, la robótica y el pensamiento computacional son:

- 3º de ESO: Control y robótica (libre configuración autónoma). Esta materia engloba todos los pasos necesarios para resolver un problema tecnológico real, abarcando el conjunto de actividades pedagógicas dirigidas al diseño, la fabricación y montaje de un robot, las cuales se complementan con la elaboración del programa informático que permita el control del mismo. De modo singular, se aplica al caso cada vez más presente de la impresora 3D, un tipo específico de robot que cumple una función esencial dentro de la cultura maker y la filosofía do it yourself (DIY), que engloban procesos de inteligencia, así como de creación colectiva a través de la compartición de códigos, prototipos y modelados. La programación como herramienta de control es utilizada en numerosos campos técnicos y sistemas de información, y es necesario conocerla para poder comprender y controlar la tecnología que nos rodea. Saber programar es fundamental para automatizar el funcionamiento de los robots y que éstos puedan interrelacionar con el entorno. Por otro lado, para lograr el control de un robot es necesario aplicar conocimientos de mecánica durante el diseño de la estructura; así como de electricidad, electrónica y sensórica para dar movimiento al robot y conseguir que se adapte y comunique con la información del entorno. Por lo tanto, a través de esta materia se integran conocimientos relacionados con las matemáticas, ciencias experimentales y tecnologías de la información y la comunicación, los cuales toman una mayor significación al ser orientados hacia la resolución de un problema tecnológico.
- 4º de ESO: Programación informática (libre configuración autónoma). La materia Programación Informática se ha organizado en tres bloques. El primero de ellos, «Introducción a la programación», pretende introducir al alumnado en las bases del pensamiento computacional, mostrándole las diferentes estrategias que dicho paradigma emplea para la resolución de problemas complejos. Por otra parte, se trata de otorgar una introducción global a qué es un lenguaje de programación, qué tipos hay y qué sintaxis se utiliza en cada uno de ellos, tratando de hacer ver la lógica que se halla detrás. El segundo bloque, «Entornos de programación gráfica mediante bloques» proporciona un primer contacto con la programación informática mediante herramientas sencillas que, a su vez, contienen elementos básicos de los lenguajes de alto nivel (variables, sentencias, operadores. . .). El alumnado aprenderá a realizar aplicaciones apps para dispositivos móviles (tabletas o smartphones), animaciones y videojuegos, utilizando entornos gráficos en donde cada acción viene

¹⁹<http://bocyl.jcyl.es/boletines/2016/06/27/pdf/BOCYL-D-27062016-4.pdf>

determinada por bloques en paletas que conforman determinadas instrucciones de movimiento, acciones condicionales, sensórica y otras acciones que determinan, en su conjunto, herramientas de programación de una inestimable validez. El último bloque, «Lenguajes de programación mediante código» constituye un primer paso a la hora de proveer al alumnado de las habilidades necesarias para afrontar el aprendizaje de lenguajes de programación por código, cuya importancia radica en la gran cantidad de aplicaciones y entornos audiovisuales en los que son empleados. El alumnado acometerá el aprendizaje de lenguajes procedimentales que requieren la descripción exacta mediante códigos concretos, de todo tipo de acciones a realizar.

Otras actuaciones

- TIC-STEAM²⁰. La Consejería de Educación considera esencial promover entre el profesorado el uso de los avances tecnológicos y didácticos de la actual sociedad del conocimiento. El proyecto pretende fomentar las competencias STEAM mediante la utilización de técnicas de programación y la robótica para la resolución de pequeños retos de aprendizaje, utilizando como medio transmisor las tecnologías de la información y la comunicación. Este modelo de trabajo favorecerá la creatividad y el trabajo colaborativo. Los docentes de escuelas de Primaria de este proyecto han ofrecido su visión sobre los muy positivos resultados obtenidos por los estudiantes participantes en el mismo. Resaltamos aquí algunas de estas opiniones:
 - CEIP Miguel de Cervantes, Guijuelo, Salamanca. Participan 24 estudiantes de 6º. “Resultados muy satisfactorios. Motivación altísima en el alumnado y mejora de los resultados académicos. Muy buena disposición por parte del alumnado.”
 - CEIP Margarita Salas, Arroyo de la Encomienda, Valladolid. Participan 25 estudiantes de 6º. “Considero una experiencia muy enriquecedora tanto para el profesorado como para los niños. Hemos detectado una mejora en los aprendizajes al contar con la motivación por un complemento nuevo, la mejora del pensamiento lógico, el trabajo de diferentes áreas de una manera divertida, el desarrollo del trabajo colaborativo para conseguir una meta, dar los primeros pasos en el mundo de la programación. Nos ha gustado tanto que hemos adquirido un kit de robótica y de manera progresiva vamos a trabajar con ellos en los cursos de quinto y sexto, contando siempre con la ayuda del resto del profesorado para introducirlo en los complicados horarios de un centro de línea 3.”
 - CEIP Riomanzanas, Zamora. Participan 22 estudiantes de 4º²¹. “El proyecto ha resultado muy motivador para los alumnos. De hecho, hemos implantado la programación y la robótica este curso en todos los niveles y áreas curriculares. Los profesores están realizando un seminario de formación en programación y robótica.”
 - CEIP. Ignacio Martín Baró, Valladolid. Participan 200 estudiantes de 5º y 6º. “En los cursos altos, de 5º y 6º, se empleó para el desarrollo de actividades artísticas, de idioma y de ciencias. La motivación mostrada por el alumnado fue

²⁰<http://bocyl.jcyl.es/boletines/2016/10/10/pdf/BOCYL-D-10102016-18.pdf>

²¹<http://cuartoenriomanzanas.blogspot.com.es/p/programacion-y-robotica.html>

muy alta, llegando incluso a que alumnos que normalmente no seguían la clase agradecieran al maestro la introducción de estas actividades. La comprensión del funcionamiento de las máquinas es mas vivenciada puesto que tienen que hacer funcionar algo y corregir cuando algo no funciona.”

- **Ingenia Primaria y Secundaria**²². La finalidad de este proyecto es avanzar en nuevas fórmulas de formación permanente del profesorado relacionadas con las TIC y su integración en el aula, para lo cual, resulta necesaria una adecuada preparación y formación del profesorado, que se centre fundamentalmente en el desarrollo profesional de la competencia digital de los docentes. En ambos proyectos, el profesorado recibe una formación presencial, trabaja de forma colaborativa con el resto de participantes y desarrolla un proyecto en el aula con sus alumnos.
- **Proyecto Creando código**²³. Creando código es una oferta completa para el docente (Infantil, Primaria y ESO) de proyectos prediseñados de programación y robótica directamente aplicables y adaptados a las materias y currículo de cada etapa. Añadiendo formación y todo lo necesario para realizarlos. Se ofrecen itinerarios de formación metodológica, multitud de proyectos fáciles de llevar a cabo y muy motivadores. Aunque cada proyecto es distinto, todos incluyen elementos comunes como son: guía didáctica, materiales para el profesor, rúbricas, materiales para el aula y para los alumnos, etiquetas de puntos para premiar o pasaporte de puntos para los alumnos. En cada proyecto seleccionado se dispone de un itinerario de aplicación con formación específica para ayudar al docente a llevarlo a cabo. Los proyectos, los materiales y toda la formación que les rodea, metodológica y de aplicación, están muy explicados para que sea muy sencillo utilizarlos en el aula.
- **La escuela TIC**²⁴. La Consejería de Educación, a través de la Dirección General de Innovación y Equidad Educativa, pone en marcha por primera vez este año un programa denominado ‘Escuelas de verano’, que pretende definir nuevas actuaciones y experiencias formativas intensivas y de especialización. A través de él, la Administración autonómica proyecta actualizar y mejorar las competencias profesionales del profesorado mediante cursos intensivos y especializados referentes a las líneas prioritarias definidas por la Junta. En concreto, la escuela TIC prevé dos itinerarios: en primer lugar, cursos sobre robótica y programación, dirigidos a profesorado de Secundaria de Tecnología e Informática; y, en segundo lugar, cursos sobre diseño e impresión 3D, dirigidos al profesorado en general.
- **Crea y Explora**. En el proyecto Crea se forma al profesorado en técnicas de impresión 3D, mientras que en Explora se trabaja todo lo referente a la integración de técnicas de realidad virtual en el aula. A través de estas iniciativas se promueve el uso de los últimos avances tecnológicos y se pretende formar a los participantes en metodologías innovadoras que mejoren sus competencias profesionales utilizando las últimas tecnologías, así como conocer sus principales aplicaciones didácticas. Además, se trata de fomentar el desarrollo de las competencias STEAM (‘Science, Technology, Engineering, Arts and Maths’), incidiendo de forma especial en

²²<http://www.educa.jcyl.es/profesorado/es/formacion-profesorado/convocatorias-proyectos-relacionados-formacion-permanente-p/competencia-digital/convocatorias/proyectos-innovacion-educativa-integracion-tic-curso-2017-2>

²³<http://www.educa.jcyl.es/profesorado/es/formacion-profesorado/convocatorias-proyectos-relacionados-formacion-permanente-p/competencia-digital/convocatorias/proyecto-creando-codigo>

²⁴<http://bocyl.jcyl.es/boletines/2017/09/12/pdf/BOCYL-D-12092017-1.pdf>

ciencias, tecnología e ingeniería. Del mismo modo que los proyectos Ingenia, en Crea y Explora el profesorado recibe una formación presencial, trabaja de forma colaborativa con el resto de participantes y desarrolla un proyecto en el aula con sus alumnos.

2.7 Castilla-La Mancha

Normativa

De acuerdo al Decreto 40/2015 del currículo de Secundaria de Castilla-La Mancha²⁵, en esta Comunidad Autónoma se imparte la asignatura de Robótica en 4º de ESO (libre configuración autonómica).

Esta materia abarca el conjunto de actividades pedagógicas dirigidas a proporcionar al alumnado experiencias relacionadas con la programación, robots, sistemas de control automático y entornos de desarrollo rápido de prototipos o sistemas de fabricación a medida. Comprende todos los aspectos que son necesarios para resolver un problema tecnológico real, desde el análisis del problema hasta la solución definitiva. Este proceso incluye: la elaboración de un programa informático que controle el funcionamiento del robot, el diseño del robot, la fabricación y montaje del mismo y la experimentación con él. Todo ello con el fin de realizar los ajustes necesarios en el control y el funcionamiento del mismo para que el robot proporcione la solución definitiva al problema inicial.

En consecuencia, los bloques de contenidos que se imparten son: electrónica analógica y digital, sistemas de control, programación de sistemas técnicos y robótica. Electrónica analógica y digital: se busca distinguir y conocer las características de las señales analógicas y digitales y el funcionamiento y propiedades de los componentes electrónicos ya que son fundamentales en la realización de sensores y actuadores que utiliza el robot. Sistemas de control: los sistemas de control detectan condiciones del entorno y, en función de sus valores, realizan alguna acción de forma automática, por lo que son de gran aplicación en los sistemas robóticos; así, el objetivo de este bloque es comprender los tipos de sistemas de control, los componentes que lo forman y sus características principales. Programación de sistemas técnicos: se aprenden los conocimientos necesarios para programar usando algoritmos, diagramas de flujo, definiendo diferentes tipos de variables, así como estructuras de repetición, secuenciales y condicionales orientados al control de robots. Robótica: en este bloque es donde confluyen los conocimientos y contenidos de los anteriores bloques, ya que es necesario utilizarlos en la realización y construcción de un robot. El alumno aprende los elementos básicos que tiene un robot, los diseña, proyecta y construye ayudándose de una plataforma de software libre, en la cual realiza un programa informático que usa el robot, y otra de hardware libre, siguiendo el método de proyectos, trabajando en equipo de forma participativa en el aula-taller y realizando la documentación técnica del robot.

²⁵<http://www.educa.jccm.es/es/sistema-educativo/decretos-curriculo/normativa-vigente-educacion-secundaria-obligatoria>

Otras actuaciones

La Consejería de Educación Cultura y Deporte de Castilla-La Mancha, viene desarrollando tres iniciativas que buscan mejorar la aplicación de la programación y la robótica en los centros de esta Comunidad Autónoma:

- Programa Formación en competencias STEAM en centros de Primaria. Este programa trianual viene desarrollándose desde el curso 2016/2017. En el curso 2017/2018 están participando 35 centros, 600 docentes y cerca de 10.000 alumnos. El programa consta de diversos proyectos y uno de ellos trata de potenciar la programación y robótica en la educación Primaria e Infantil, desarrollando las siguientes actuaciones:
 - Formación a través de diversas acciones formativas relacionadas con programación con Scratch, robótica en Primaria e Infantil, realidad aumentada y virtual, y diseño e impresión en 3D. Se trata de una formación en cascada que busca disponer en cada centro, de un docente formado en programación y robótica.
 - Desarrollo de propuestas didácticas para la implementación de la programación y la robótica en las aulas generando metodologías “Maker”. En este programa se utilizan robots como Mbot, Bee-bot o Blue-blot, entre otros.
 - Generación de una red de centros STEAM que desarrolla actividades de intercambio de experiencias entre los centros. Para ello se realizan visitas entre centros y jornadas-Feria STEAM provinciales en las que los alumnos muestran el trabajo desarrollado en las aulas.
 - Creación un sello de calidad de “Centro STEAM”. Para ello se pretende establecer una serie de hitos o estándares relacionados con las competencias STEAM y muy especialmente aquellos que desarrollen el pensamiento computacional y la robótica en los alumnos.
 - Colaboración con Microsoft para el desarrollo de los proyectos Hacking STEM.
- Programa Formación en competencias STEAM en centros de Secundaria. Este programa trianual viene desarrollándose desde el curso 2016/2017, con una participación importante de centros, docentes y alumnos. En este programa se han desarrollado las siguientes actuaciones:
 - Formación a través de diversas acciones formativas relacionadas con programación con Scratch, cinemática de un robot, arduino inicial y avanzado, App inventor, realidad aumentada y virtual, y diseño e impresión en 3D.
 - Celebración de Jornada-Feria Regionales de proyectos robóticos y tecnológicos en la Educación Secundaria. Participan cerca de 1500 alumnos, 40 centros y 100 docentes.
 - Generación de una Red de centros STEAM. Se ha comenzado con 6 centros y unos 100 docentes. Se busca el trabajo interdisciplinar, utilizando como instrumento didáctico la robótica y la programación.
- Proyecto de investigación sobre la influencia de los sesgos y estereotipos machistas en las vocaciones STEAM en las mujeres.
 - Este proyecto se desarrolla dentro del programa “El arte de investigar” desde el curso 2016/17 con la participación de diferentes centros.
 - Formación al profesorado a través de tres fases donde se impulsa la investigación docente en las aula.

2.8 Cataluña

Normativa

En Educación Primaria, tal como establece el Decreto 119/2015, de 23 de junio, de ordenación de las enseñanzas para este nivel educativo²⁶, se incluyen contenidos de programación, robótica y pensamiento computacional en las áreas de matemáticas y conocimiento del medio.

Así, en matemáticas la normativa indica que “la resolución de problemas es el contexto ideal para reconocer las matemáticas como herramientas útiles para resolver situaciones, para traducir situaciones cotidianas en lenguaje matemático, para diseñar estrategias de resolución, para razonar y justificar las opciones tomadas, para trabajar en grupo, llegar a acuerdos y comprender las razones de los otros y un espacio en el que los contenidos de los diferentes bloques se usan de manera conjunta. Dentro de esta dimensión, la programación y la robótica educativa proveen una serie de estrategias que favorecen las habilidades mencionadas anteriormente”.

Por su parte, en conocimiento del medio se establece que “el análisis de los materiales y el conocimiento de los aparatos a partir de su manipulación así como el diseño de máquinas simples o de elementos de robótica serán las herramientas con las que los alumnos deberán ir construyendo los conocimientos que les permitirán responder al reto de esta sociedad de la información”.

Por otra parte, de acuerdo al Decreto 187/2015, de 25 de agosto, de ordenación de las enseñanzas de la Educación Secundaria Obligatoria²⁷, la programación y la robótica se encuentran en el currículo de las materias y cursos siguientes:

- Tecnología 2º, 3º y 4º de ESO.
- TIC 4º de ESO.

Otras iniciativas

- mSchools²⁸. Es una iniciativa de mEducation impulsada por Mobile World Capital Barcelona, en colaboración con Generalitat de Cataluña, Ajuntament de Barcelona y GSMA. mSchools ayuda a alumnos y docentes a integrar tecnologías digitales en el aula, lo que permite ofrecer nuevas formas de enseñanza y aprendizaje, mejorando los resultados académicos y la empleabilidad. Los objetivos fundamentales son: i) Fomentar el aprendizaje con tecnología móvil. Este objetivo se concreta en Mobile History Map²⁹, que es una app de geolocalización que permite a los alumnos crear proyectos colaborativos y desarrollar itinerarios y puntos de interés alrededor de sus centros educativos. ii) Aumentar el conocimiento informático y el espíritu emprendedor. Engloba dos iniciativas, una centrada en el entorno de programación App Inventor y la segunda en Scratch.
- EduHack³⁰. Es un proceso de co-creación a gran escala dirigido a docentes que

²⁶<http://portaldogc.gencat.cat/utillsEADOP/PDF/6900/1431927.pdf>

²⁷<http://portaldogc.gencat.cat/utillsEADOP/PDF/6945/1441279.pdf>

²⁸<http://mschools.mobileworldcapital.com/es/>

²⁹<http://xtec.gencat.cat/ca/projectes/mschools/mhm>

³⁰<http://projectes.xtec.cat/eduhack/que-es-edu-hack/>

conecta y capacita a la comunidad educativa para diseñar escenarios de aprendizaje. Prepara a los alumnos a desarrollarse en un futuro que requiere competencias digitales y habilidades creativas, de resolución de problemas y comunicación. Para presentar los resultados cada curso se celebran certámenes dirigidos a los docentes y al alumnado.

- Bitbot.cat³¹. La Secretaria de Telecomunicacions, Ciberseguretat i Societat Digital de la Generalitat de Catalunya, en colaboración con el Departament d'Ensenyament, impulsa el programa bitbot.cat que nace con la finalidad de promover la oferta extraescolar de actividades en el ámbito de la programación y la robótica. El objetivo del programa es impulsar la mejora de la competencia digital de los jóvenes y promover el aumento de las vocaciones tecnológicas. Las acciones de promoción que incluye el programa se centran en dar a conocer este tipo de actividades a las familias y al conjunto de la comunidad educativa a través de charlas que se ofrecen, principalmente, en los centros escolares. Además, la acción pretende capacitar monitores para conducir y desarrollar actividades educativas de ocio basadas en la robótica y la programación con el objetivo de formalizar la oferta a través de monitores certificados.
- Impulsem la Robòtica³². Este programa ofrece la oportunidad de profundizar de forma sistemática y competencial en el desarrollo de un conjunto de actividades orientadas al trabajo por proyectos sobre la plataforma Arduino. El objetivo es que los alumnos trabajen desde una perspectiva abierta y activa, en plataformas abiertas bajo el concepto de software y hardware libre. Las actividades, experimentos y proyectos, en principio dirigidos a alumnos de 4º de ESO que cursan la materia optativa de Tecnología, se llevan a cabo mediante un kit que incluye componentes electrónicos, dispositivos de control y elementos mecánicos. Los alumnos presentan y comparten sus creaciones en una feria de proyectos.
- Jornada Programa³³. Jornada presencial alrededor de la programación y robótica educativas, dirigida a los docentes, con el objetivo de intercambiar experiencias didácticas basadas especialmente en el uso de entornos de programación y robótica educativa. La jornada está organizada por la Generalitat de Catalunya y el Citilab, con la colaboración del Ajuntament de Cornellà, la Fundación Mobile World Capital Barcelona y el programa m4Schools. La jornada se celebra de forma anual coincidiendo en fechas cercanas al International Scratch Day y ofrece ponencias, talleres y mesas redondas además de una feria donde alumnos de todos los niveles muestran sus trabajos. Todas las actividades están dirigidas a docentes de Primaria y Secundaria que tengan la voluntad de introducir la programación y la robótica en sus entornos de aula, profesionales interesados en la temática y alumnos que quieran mostrar sus creaciones.
- App Education. La iniciativa consiste en el diseño, desarrollo y comercialización de aplicaciones móviles a través de un aprendizaje basado en proyectos y aplicando metodología de Design Thinking. Los alumnos se organizan en forma de empresa,

³¹<https://bitbot.cat/>

³²<https://agora.xtec.cat/cesire/general/fira-de-projectes-impulsem-la-robotica-tecnologies-creatives-a-laula/>

³³<https://www.citilab.eu/actualitat/2018/01/24/26-maig-citilab-acollira-desena-edicio-jornada-programa/>

simulando una startup, cuyo objetivo es analizar un problema de su entorno, con marcado carácter social, que sea susceptible de ser solucionado mediante el uso de una app móvil. Una vez detectado y analizado el problema, los alumnos proponen posibles soluciones de las cuales surge la idea principal que desarrollarán. Para ello pueden contar con el asesoramiento de expertos de empresas tecnológicas que ofrecen su asesoramiento y mentoraje, de forma voluntaria, a docentes y alumnos. El desarrollo de la idea se realiza de forma paralela en el aspecto de programación y en el de marketing. La programación se basa en App Inventor. Respecto al marketing, los alumnos llevan a cabo un estudio de mercado y un análisis de los futuros usuarios que les permitirá definir, no solo la estrategia de venta (campaña publicitaria, ingresos, Business Model Canvas, etc.) sino también las características que debe tener la interfaz para que sea lo más accesible posible. Una vez finalizada la programación de la app y establecida la campaña de marketing digital, los grupos de alumnos presentan sus producciones a sus compañeros. Tienen también la posibilidad de participar en una feria organizada específicamente donde exponen sus producciones a un jurado formado por profesionales del sector donde se escogen y premian las mejores producciones.

- Scratch Challenge³⁴. Actualmente participan 22.000 alumnos en Scratch Challenge, una iniciativa que permite trabajar el pensamiento computacional en las aulas de los diferentes centros escolares. Su objetivo es estimular la creatividad de los alumnos y fomentar la curiosidad por aprender, compartir diferentes miradas atendiendo la diversidad y fomentando la coeducación. Para ello se realizan tanto jornadas-talleres prácticas como cursos, que son materiales modulares dirigidos a los alumnos de ciclo superior de Primaria y de 1º y 2º de ESO. Muchos centros escolares los están llevando a la práctica, incluso lo están aplicando en el ciclo medio de Primaria. Cada módulo corresponde a un reto con la previsión de desarrollo de 12 h en el aula. Los módulos tienen una estructura secuencial en los que se va incrementando la dificultad. Cada centro puede decidir por dónde empieza la aplicación de los materiales y hasta que nivel puede o quiere llegar. El reto final de cada módulo permite poner en práctica todos los conocimientos desarrollados en el mismo. Los módulos también van acompañados de rúbricas de evaluación y autoevaluación.
- Ateneu³⁵. Es un espacio que recoge los materiales de pensamiento computacional elaborados para las actividades formadoras, los recursos metodológicos y documentales, las herramientas para trabajar en las aulas y los tutoriales. Existen cursos de Scratch, dirigidos al profesorado de Primaria y al primer ciclo de Secundaria, y de App Inventor, dirigidos al profesorado de Secundaria. El objetivo es proporcionar al profesorado los materiales necesarios para implementar en el aula estos entornos de programación.

³⁴<http://projectes.xtec.cat/programacioirobotica/curs-scratch-primaria>

³⁵http://ateneu.xtec.cat/wikiform/wikiexport/cmd/tac/computacional/b00_introduccio/esquema

2.9 Comunitat Valenciana

Normativa

Tal como se recoge en 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 Valenciana³⁶, además de las asignaturas TIC (4º ESO, 1º y 2º de Bachillerato) y Tecnología (1º, 2º, 3º ESO), existe la asignatura Informática, de libre configuración autonómica, que debe ofertarse de manera obligatoria de 1º a 3º de ESO.

De este modo el alumnado tiene la posibilidad de cursar asignaturas con contenidos de programación en cada uno de los cursos de Secundaria Obligatoria y el Bachillerato.

Otras actuaciones

Desde el Servicio de Formación de Profesorado y concretamente desde el CEFIRE (Centro de Formación, Innovación y Recursos Educativos) específico de ciencias, tecnología y matemáticas se está preparando un itinerario formativo dirigido al profesorado de Educación Infantil, Primaria, Secundaria y Bachillerato. Dicho itinerario consistirá en diferentes módulos de formación semipresencial ofertados a lo largo de todo el territorio de la Comunitat Valenciana.

1. Compujuegos: pensamiento computacional inicial. Formación dirigida a profesorado de Infantil y Primaria, con actividades desenchufadas en las que se realicen ejercicios de psicomotricidad, programación por parejas, juegos de mesa, etc., siempre desde el enfoque del pensamiento computacional. También se incluirá el uso de robots manipulativos como el Beebot.
2. Pensamiento computacional y programación por bloques. Se presentarán una serie de recursos en línea así como aplicaciones para trabajar el pensamiento computacional de forma divertida en Primaria y primer ciclo de Secundaria. Se difundirán propuestas de gran éxito como code.org, Lightbot, Blockly o Scratch Junior.
3. Programación de robots. En este módulo formativo se presentarán los diferentes entornos de programación por bloques enfocados al control de robots programables.
4. Pensamiento computacional con Scratch nivel básico y avanzado. Se continúa con la oferta formativa específica en programación con Scratch para que el profesorado sepa cómo abordar desde el enfoque del pensamiento computacional la programación en sus grupos de Educación Primaria y Secundaria.
5. Programación de dispositivos móviles. Con App Inventor es muy fácil introducirse en el mundo de la programación de dispositivos móviles y supone una manera atractiva de trabajar el pensamiento computacional en Secundaria y Bachillerato.
6. Programación en lenguajes de alto nivel. Python puede ser una de las alternativas con mayor acogida por el profesorado, pero además se presentarán otros entornos de programación para utilizar diferentes lenguajes.

Por otra parte, desde los CEFIREs de la Comunitat Valenciana, además de llevar a cabo y coordinar diferentes actuaciones formativas relacionadas con el pensamiento computacional, la programación y la robótica como cursos, talleres, seminarios, jornadas y grupos de

³⁶http://www.dogv.gva.es/portal/ficha_disposicion_pc.jsp?sig=005254/2015

trabajo, se apoyan y se reconocen las siguientes iniciativas:

- CTC Arduino³⁷. Este proyecto tiene como objetivo principal que el profesorado introduzca en la dinámica de las clases de Tecnología de cuarto de ESO proyectos basados en Arduino. Posteriormente, el alumnado deberá elaborar un diseño abierto en grupo para ser presentado en la feria final. CTC Arduino se enmarca en una actuación de carácter nacional titulada “Clase de Tecnologías Creativas” que están promoviendo Arduino y Fundación la Caixa por toda España, y que ya se ha desarrollado con éxito en otras comunidades autónomas.
- Itinerario Formación Profesorado SCOLARTIC - Creando código.³⁸ Se están llevando a cabo cuatro itinerarios formativos cuyo objetivo es iniciar y ampliar los conocimientos de programación, robótica y nuevas metodologías en cientos de docentes de toda la Comunitat Valenciana. Cada itinerario está diseñado en cinco módulos independientes que unidos conforman un curso tutorizado y dinamizado por expertos en cada módulo.
- Robotet³⁹. Es un concurso anual que se realiza en el Instituto de Educación Secundaria José Rodrigo Botet, su finalidad es estimular la capacidad del alumnado para desarrollar algoritmos de programación y el análisis estructural de robots. En este concurso se celebra una competición de robots que consta de tres pruebas diferentes. El concurso va dirigido a alumnado de Secundaria y Ciclos Formativos.
- Feria Aérea⁴⁰. El proyecto consiste en que alumnado de ESO y Bachillerato aprenda a montar y programar un dron con un fin positivo para su localidad, solucione alguna problemática concreta o ponga en valor algún aspecto del municipio. Para ello, se formara al profesorado con 30 horas lectivas y homologadas. Al final del curso deberán presentar sus trabajos en la universidad: una exposición oral o vídeo, un stand y una demostración de vuelo.
- Desafío Robot, Ciudad de las Artes y las Ciencias⁴¹. Es un evento educativo de referencia sobre robótica donde se reúnen en el Museu de les Ciències aficionados, estudiantes y docentes de centros escolares de Primaria, Secundaria, Bachillerato y Ciclos Formativos. Esta competición de ámbito internacional alberga distintas pruebas donde los participantes, trabajando en equipo y asesorados, en su caso, por un profesor, competirán con un robot construido, diseñado y programado por ellos, o con un proyecto que desarrollarán a lo largo de todo el curso.

2.10 Extremadura

Normativa

Según el Decreto 98/2016, de 5 de julio⁴², por el que se establecen la ordenación y el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato para la Comunidad

³⁷<https://create.arduino.cc/ctc/>

³⁸<https://www.scolartic.com/web/creando-codigo>

³⁹<http://www.imasdtecnologia.com/robotet>

⁴⁰<http://elcaleidoscopio.com/wp/lfa-2/>

⁴¹<http://www.cac.es/es/web/desafiorobot>

⁴²<http://doe.gobex.es/pdfs/doe/2016/1290o/16040111.pdf>

Autónoma de Extremadura; y la Orden de 7 de septiembre de 2016⁴³, por la que se regulan los programas de mejora del aprendizaje y del rendimiento en los centros docentes que imparten la Educación Secundaria Obligatoria en la Comunidad de Extremadura; las materias que incluyen contenidos relacionados con robótica, programación y pensamiento computacional son las siguientes:

- Tecnología (Específica, 2º ESO y 3º ESO).
- Tecnología (Troncal, 4º ESO).
- Ámbito Práctico y de las Nuevas Tecnologías (1º y 2º PMAR).
- Tecnologías de la Información y la Comunicación (Específica, 4º ESO).
- Tecnología Industrial I y II (Específica, 1º y 2º de Bachillerato).
- Tecnologías de la Información y la Comunicación I y II (Específica, 1º y 2º Bachillerato).

En todas ellas existen bloques o itinerarios dedicados a conceptos básicos e introducción a la programación de computadoras y/o al diseño, construcción y programación de robots.

Otras actuaciones

- Organización anual de la Olimpiada Informática de Extremadura⁴⁴ en colaboración con la Universidad de Extremadura para alumnos de Bachillerato y ESO. El objetivo fundamental es la resolución de problemas mediante programación y el fomento del ingenio y la creatividad. Se realizan dos tipos de pruebas: de ingenio para problemas de tipo matemático y lógico, y concurso de programación.
- Feria Roborave Ibérica⁴⁵: Programa de robótica educativa que fomenta el intercambio de conocimiento y la competitividad, promoviendo la adquisición de destrezas STEM. Las jornadas incluyen, además de la competición por equipos y edades del montaje y retos con robots, la formación de expertos internacionales del mundo de la Robótica y la Educación, talleres formativos de robótica, programación, diseño e impresión 3D, drónica, con atención especial para centros educativos que pueden reservar determinadas actividades para sesiones individualizadas.
- La Consejería de Educación, dentro del Plan Comunidad Educativa 2.0, ha realizado desde el curso 2015-2016 dotaciones de kits tecnológicos a los centros con enseñanza digital a través de eScholarium (nuestra plataforma virtual de aprendizaje), incluyendo robots educativos y kits con ampliaciones orientados tanto a Primaria como a Secundaria, así como de impresión 3D, y laboratorios con sistemas de adquisición y control tecnológicos para asignaturas de ciencias (STEM) también orientados a Primaria y a Secundaria. Así mismo, se ha desarrollado un plan de formación para los docentes en el manejo de los kits entregados a través de los CPR. Sin embargo, pese a la inclusión de Primaria en este Plan, no se ha creado ninguna asignatura nueva, ni se han incluido contenidos sobre estas habilidades en las asignaturas ya existentes en Primaria, por lo que el pensamiento computacional y la robótica únicamente se tratan de forma transversal.

⁴³<http://doe.gobex.es/pdfs/doe/2016/1800o/16050323.pdf>

⁴⁴<http://oiex.unex.es/>

⁴⁵<http://roboraveiberica.org/>

2.11 Galicia

Normativa

De acuerdo a 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 oferta⁴⁶, en primero y segundo de Secundaria se ha creado la asignatura Programación, que aporta los conocimientos informáticos necesarios para resolver problemas diseñando algoritmos y codificando programas, y para adaptarse a los cambios propios del ámbito informático. Así pues, el bloque «Diagramas de flujo» trata los aspectos básicos del diseño de algoritmos y de su representación mediante diagramas de flujo. El bloque «Programación por bloques» introduce un paradigma de programación que resulta especialmente útil en este nivel educativo, para una primera aproximación a esta disciplina, dada su sencillez y sus posibilidades técnicas para convertir de forma gráfica diagramas de flujo en programas. El bloque «Programación web» introduce los lenguajes de marcas (apoyándose en el lenguaje HTML) y las herramientas de la web 2.0, para aplicar las destrezas de programación a la producción de contenidos sencillos al tiempo que interactivos y accesibles.

En esta misma Orden se refleja la creación de la asignatura Robótica, para primero de Bachillerato, que se encuentra dividida en tres bloques: el bloque «La Robótica» trata sobre la evolución de este tipo de máquinas y proporciona orientaciones sobre su previsible evolución para favorecer la investigación de su influencia en la sociedad y en el entorno. En el bloque «Programación y control» se tratan los aspectos de programación y de control necesarios para desarrollar las funciones de un sistema robótico. En el bloque «Proyectos de robótica» se trata el proceso de desarrollo de un robot integrando los aspectos de hardware y de software descritos en los bloques anteriores. Este bloque incorpora, además, los aspectos relacionados con la elaboración y publicación de la documentación para proyectar, construir y programar un robot, y para verificar que su funcionamiento se atenga a las especificaciones previstas. En el conjunto de los bloques de esta materia, en resumen, se integran conocimientos de carácter matemático y científico, por lo que un enfoque interdisciplinar favorecerá la conexión con otras materias e incluso con diversos temas de actualidad.

Otras actuaciones

- Durante el curso 2017/18 se ha puesto en marcha el programa de innovación educativa “Introducción a la robótica educativa en Primaria”⁴⁷, en el que participan 120 centros públicos con el fin de que el alumnado de 4º, 5º o 6º de Primaria pueda iniciarse en la experiencia de programación básica, robótica y construcción. Una de las modalidades de participación consiste en que los centros establezcan una asignatura de libre configuración de centro de Robótica, de acuerdo a la normativa vigente (Artículo 8 del Decreto 105/2014). Los centros participantes han recibido una dotación de material para poder llevar a cabo los proyectos que consiste, al menos, en 6 robots de uso educativo y 6 kits de construcción que permiten la realización de

⁴⁶https://www.xunta.gal/dog/Publicados/2015/20150721/AnuncioG0164-160715-0001_es.html

⁴⁷<http://www.edu.xunta.gal/portal/es/node/22427>

diferentes proyectos.

- Jornadas para el fomento de las vocaciones STEM⁴⁸ destinada a profesorado de educación Primaria y Secundaria de Galicia interesados en trabajar herramientas que motiven al alumnado hacia posteriores estudios de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas además de dar una visión sobre la metodología para el fomento de estas vocaciones.
- Proyecto Escornabots en la biblioteca escolar⁴⁹, que pretende estimular la iniciación del alumnado de Infantil y Primaria en el campo de la robótica y en el lenguaje de programación a través de actividades manipulativas y otras, programadas desde la biblioteca escolar, mediante la utilización de pequeños robots, los Escornabots, diseñados dentro de un proyecto de hardware libre, con una evolución abierta a la comunidad. Se busca, asimismo, ampliar los lenguajes presentes en la biblioteca, promover la expresión oral, la alfabetización múltiple, el razonamiento lógico, el aprendizaje manipulativo, el juego, la investigación y el trabajo colaborativo de profesorado y alumnado.
- Club de ciencia⁵⁰, por el que se han seleccionado 30 centros públicos que impartan enseñanzas de educación Primaria, Secundaria Obligatoria o Bachillerato para desarrollar el Club de Ciencia durante el curso 2017/18.
- Semana STEM⁵¹, dirigida a alumnado de quinto y sexto curso de educación Primaria y primero y segundo curso de educación Secundaria Obligatoria.
- Dotación de robótica, placas de comunicación e impresoras 3D⁵² a centros de Secundaria en el curso 16/17 y formación al profesorado destinada a su uso y manejo en el aula.
- Premio de innovación educativa Desafíos STEM: programación, robótica e impresión 3D⁵³, para Secundaria y Bachillerato.
- Plan Proxecta⁵⁴, una iniciativa en colaboración con diferentes organismos, dirigida a fomentar la innovación educativa en los centros a través de programas educativos para promover la realización de proyectos interdisciplinares. Cada curso, desde el 2012/13 se gestiona la participación de los centros docentes a través de convocatoria. Durante el curso 2017/18 se ofrecieron 45 programas educativos de distintos ámbitos. En concreto, los programas en los que se fomenta el ámbito de conocimiento STEM en colaboración con la Agencia para la modernización Tecnológica de Galicia y a través de los Colegios Profesionales de Ingeniería en Informática de Galicia, son: Aprendo programando⁵⁵ y Rapazas emprendedoras en las TIC⁵⁶.

⁴⁸<http://www.edu.xunta.gal/portal/es/node/18088>

⁴⁹<http://www.edu.xunta.gal/portal/es/node/21793>

⁵⁰<http://www.edu.xunta.gal/portal/es/node/22455>

⁵¹<http://www.edu.xunta.gal/portal/es/node/22777>

⁵²https://www.xunta.gal/dog/Publicados/2016/20160721/AnuncioG0164-150716-0005_es.html

⁵³<http://www.edu.xunta.gal/portal/es/node/21531>

⁵⁴<http://www.edu.xunta.gal/portal/es/planproxecta>

⁵⁵<http://www.edu.xunta.gal/portal/node/16744>

⁵⁶<http://www.edu.xunta.gal/portal/node/12755>

2.12 Comunidad de Madrid

Normativa

De acuerdo al Decreto 89/2014, de 24 de julio, del Consejo de Gobierno, por el que se establece para la Comunidad de Madrid el currículo de la Educación Primaria⁵⁷, se ha creado la asignatura Tecnología y recursos digitales para la mejora del aprendizaje, de libre configuración autonómica, para toda la etapa de Primaria. En los contenidos de esta asignatura se incluyen los fundamentos de la programación mediante la creación de pequeños programas informáticos con Scratch, y la programación de juegos sencillos, animaciones e historias interactivas.

Por otra parte, tal como se recoge 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 Obligatoria⁵⁸, se ha creado la asignatura de configuración autonómica Tecnología, Programación y Robótica, obligatoria para 1º, 2º y 3º de ESO. La materia se articula en torno a cinco ejes: 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, y Técnicas de diseño e impresión 3D.

Otras iniciativas

Para poner en marcha la asignatura Tecnología, Programación y Robótica, los institutos de la región recibieron una dotación y un equipamiento, realizándose una dotación total en la región de 330 impresoras 3D y 1.500 ordenadores portátiles y táctiles, además de un centenar de carros para su transporte y carga. Además, a lo largo de los 3 últimos años se ha dotado a los centros de una partida económica específica para invertir en material de programación y robótica. Previamente se realizó una convocatoria de Proyectos de Innovación, seleccionándose los 16 mejores proyectos de innovación tecnológica que se desarrollaron desde el curso 2014/15 hasta el 2016/2017.

Paralelamente se ha ido realizando formación a los docentes. Se han realizado los siguientes cursos de formación específicos al respecto:

- Tres MOOCs en colaboración con Telefónica Learning Service: Introducción al uso de nuevas tecnología en el aula. Programación I; Conectando con el mundo físico: electrónica. Robótica; y Creando código fuente: Programación. Programación II.
- Actividades de formación en los 5 CTIFs (Centro Territorial de Innovación y Formación) y en el CRIF Las Acacias vinculadas a las siguientes temáticas: Impresora 3D, Uso seguro de Internet, Programación y Robótica, Diseño y construcción de Drones.

Otras actividades y proyectos que se han desarrollado y se están desarrollando en la región son:

- Retotech, realizado en colaboración con Fundación Endesa. Es un certamen cuya finalidad es impulsar proyectos que transformen e innoven la educación de los más jóvenes, a través de la programación y robótica. En el curso 2016/2017 participaron 50 centros educativos de Secundaria, y en el curso 2017/2018 participan 65 centros

⁵⁷http://www.bocm.es/boletin/CM_Orden_BOCM/2014/07/25/BOCM-20140725-1.PDF

⁵⁸https://www.bocm.es/boletin/CM_Orden_BOCM/2015/05/20/BOCM-20150520-1.PDF

educativos, de los cuales 20 proyectos correspondían a Educación Primaria.

- Proyectos de colaboración en formación de docentes con IBM. Desde el curso 2014 se vienen realizando cursos con IBM para profesores de educación Secundaria. Además en julio de 2017 se ha comenzado la formación para maestros de Educación Infantil y Primaria en programación y robótica. En 2018 se ha comenzado la primera edición de la actividad de formación de Watson, programa para aprender inteligencia artificial; se trata de un programa piloto para iniciar a estudiantes de Bachillerato en el uso de la inteligencia artificial, pionero en España y único en Europa.
- Proyecto “Creando Código” con Telefónica Educación Digital. Curso masivo de formación para docentes de educación Primaria y Secundaria. Esta actividad está compuesta por cursos e itinerarios de aprendizaje orientados a capacitar al docente en metodologías activas de aprendizaje que permitan poner en marcha proyectos educativos innovadores relacionados con la implementación de la tecnología en el día a día de las aulas.

2.13 Región de Murcia

Normativa

Según el Decreto nº 220/2015, de 2 de septiembre de 2015, por el que se establece el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria en la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia ⁵⁹, se ha creado la asignatura robótica, de libre configuración autonómica, para el 2º curso de ESO.

Esta materia permite desarrollar el razonamiento lógico-abstracto junto a la capacidad del alumno para afrontar un reto tecnológico, favoreciendo su autoaprendizaje. Este tendrá que resolver un problema concreto, y lo hará programando. A la vez, aprenderá el funcionamiento de sensores, sistemas de control y mecanismos de transmisión del movimiento, que le permitirán construir y programar un dispositivo robotizado. De esta manera, fomentaremos tanto su creatividad como su capacidad de investigación y de búsqueda de información, cualidades altamente demandadas en la sociedad actual y en el mundo laboral. Sus contenidos se han estructurado en tres grandes bloques: Introducción a la programación, Construcción y programación de robots y Automática aplicada.

Otras actuaciones

- El Cable Amarillo. En el marco de este programa se han suministrado 25 kits de robótica a cada centro participante tratando de: a) Potenciar el razonamiento lógico-matemático de los alumnos de la ESO mediante el uso de estructuras básicas de la programación informática. b) Contribuir a la adquisición de la competencia digital así como a la competencia matemática y las competencias básicas en ciencia y tecnología de los alumnos. c) Utilizar la robótica y las técnicas de programación como un recurso transversal a las diferentes materias de la ESO. d) Establecer espacios de intercambio, difusión de experiencias y buenas prácticas en innovación educativa, entre los alumnos, docentes y centros educativos de la Región de Murcia. e) Realizar proyectos colaborativos de robótica entre diferentes centros de la Región.

⁵⁹<https://www.borm.es/borm/documento?obj=bol&id=76675>

- Taller Maker. Se trata de un proyecto que comenzará en abril de 2018. En un laboratorio los alumnos podrán participar durante una jornada completa de un taller Maker en el que podrán hacer prácticas diferentes.
- Formación del profesorado. Se imparten cursos de formación del profesorado sobre esta temática para todos los niveles educativos.

2.14 Comunidad Foral de Navarra

Normativa

De acuerdo al 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 Navarra⁶⁰, se han integrado contenidos de programación en la asignatura de matemáticas de 4º y 5º de Primaria.

- 4º de Primaria. Se pretende conseguir la integración de las tecnologías de la información y la comunicación, así como de los lenguajes y herramientas de programación en el proceso de aprendizaje. Se utilizan herramientas y lenguajes de programación para modelizar y resolver problemas. De manera guiada, se 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 (como Scratch).
- 5º de Primaria. Se pretende conseguir la integración de las tecnologías de la información y la comunicación, así como de los lenguajes y herramientas de programación en el proceso de aprendizaje. Se utilizan herramientas y lenguajes de programación para modelizar y resolver problemas. Se diseñan y realizan proyectos de programación donde se utilizan secuencias de comandos, bucles, condicionales, variables, así como distintas formas de entrada y salida de datos (interacción con el ordenador).

Por otra parte, el Decreto ha previsto en su artículo 7 que los centros educativos establecerán a través de proyectos acciones destinadas a la adquisición y mejora de las destrezas básicas de programación informática. Así, los centros podrán comenzar itinerarios desde cualquier curso de Primaria o incidir en programación orientada a proyectos de robótica educativa y será cada equipo docente, en función de su contexto, formación y plan estratégico, el que decida cómo puede acometer mejor el proyecto. Además, desde el punto de vista horizontal y transversal, pueden acometerse proyectos interdisciplinarios de creación de historias interactivas, videojuegos o felicitaciones interactivas, por ejemplo, donde las diferentes asignaturas aportan una parte de los conocimientos y habilidades necesarios para abordarlos: en Lengua se puede preparar el guión, los diálogos, etc.; en Plástica pueden preparar los fondos o los disfraces de los personajes; en Música pueden preparar la ambientación musical; en Matemáticas pueden programar la interacción, etc.

Otras actuaciones

- Código 21⁶¹. Es un proyecto de colaboración entre el Departamento de Educación, la Universidad Pública de Navarra y Planetario, como centro de recursos y formación

⁶⁰<https://www.educacion.navarra.es/web/dpto/normativa-primaria>

⁶¹<http://codigo21.educacion.navarra.es/>

del profesorado para el desarrollo del pensamiento computacional.

2.15 La Rioja

Normativa

Según el Decreto19/2015, de 12 de junio, por el que se establece el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria y se regulan determinados aspectos sobre su organización así como la evaluación, promoción y titulación del alumnado de la Comunidad Autónoma de La Rioja⁶², y de acuerdo al Decreto21/2015, de 26 de junio, por el que se establece el currículo de Bachillerato y se regulan determinados aspectos sobre su organización, evaluación, promoción y titulación del alumnado de esta Comunidad Autónoma⁶³, las materias que incluyen contenidos relacionados con la programación, la robótica y el pensamiento computacional son:

- 4º de ESO: Tecnología
- Bachillerato: Tecnología Industrial I y II, Tecnologías de la Información y Comunicación I y II

Otras actuaciones

La Comunidad Autónoma de la Rioja realiza diferentes actuaciones en el ámbito de la programación, la robótica y el pensamiento computacional, dependiendo del nivel educativo en el que nos centremos, tanto con la formación de alumnos como con los docentes. En la etapa de educación Infantil y Primaria se están llevando a cabo Proyectos de Innovación Educativa en diferentes centros educativos, teniendo como principal objetivo la inclusión transversal de la programación y pensamiento computacional en el aula. Tomando como referencia a los docentes, y en concreto su formación, se desarrollan y realizan cursos formativos desde el Centro de Innovación y Formación Educativa, dependiente de la Consejería de Educación de La Rioja. Estas acciones formativas hacia docentes son posteriormente llevadas al aula en Educación Secundaria Obligatoria, tratando tanto aspectos curriculares como transversales.

2.16 Resumen de la situación normativa

La Figura 2.2 es un resumen gráfico de la situación descrita en los apartados anteriores. En el mapa se muestran en color azul aquellas Comunidades Autónomas que han incluido en su currículo nuevas asignaturas o contenidos sobre programación, robótica y pensamiento computacional en Primaria; en verde se muestran aquellas que lo han hecho en Secundaria; mientras que en morado aparecen las que lo han realizado en ambos niveles educativos. Por su parte, las Comunidades Autónomas que no han incluido nuevos contenidos en relación a estas habilidades se muestran en color blanco, mientras que las regiones que no participan en este trabajo se muestran en color gris.

⁶²http://ias1.larioja.org/boletin/Bor_Boletin_visor_Servlet?referencia=2386883-1-PDF-493946

⁶³http://ias1.larioja.org/boletin/Bor_Boletin_visor_Servlet?referencia=2419707-1-PDF-494584

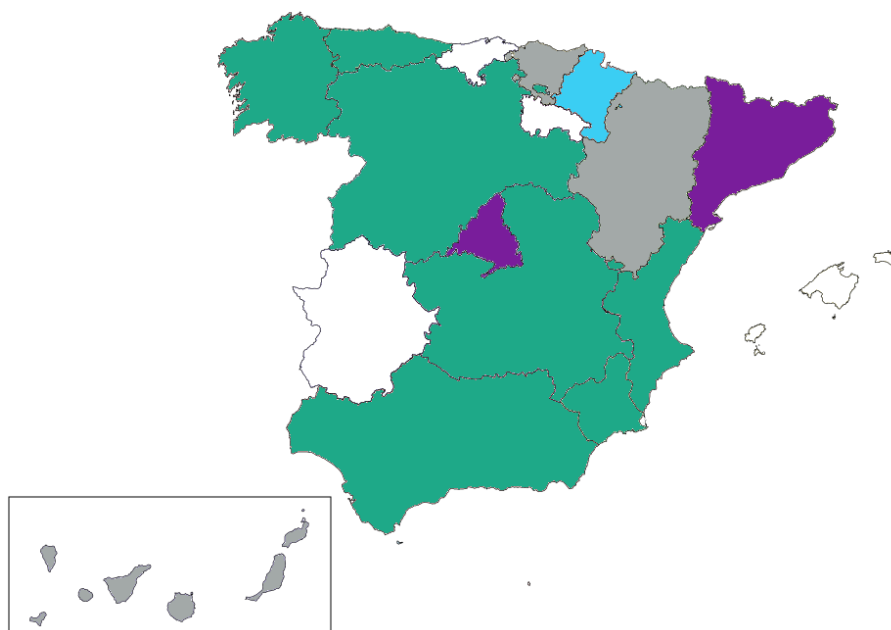
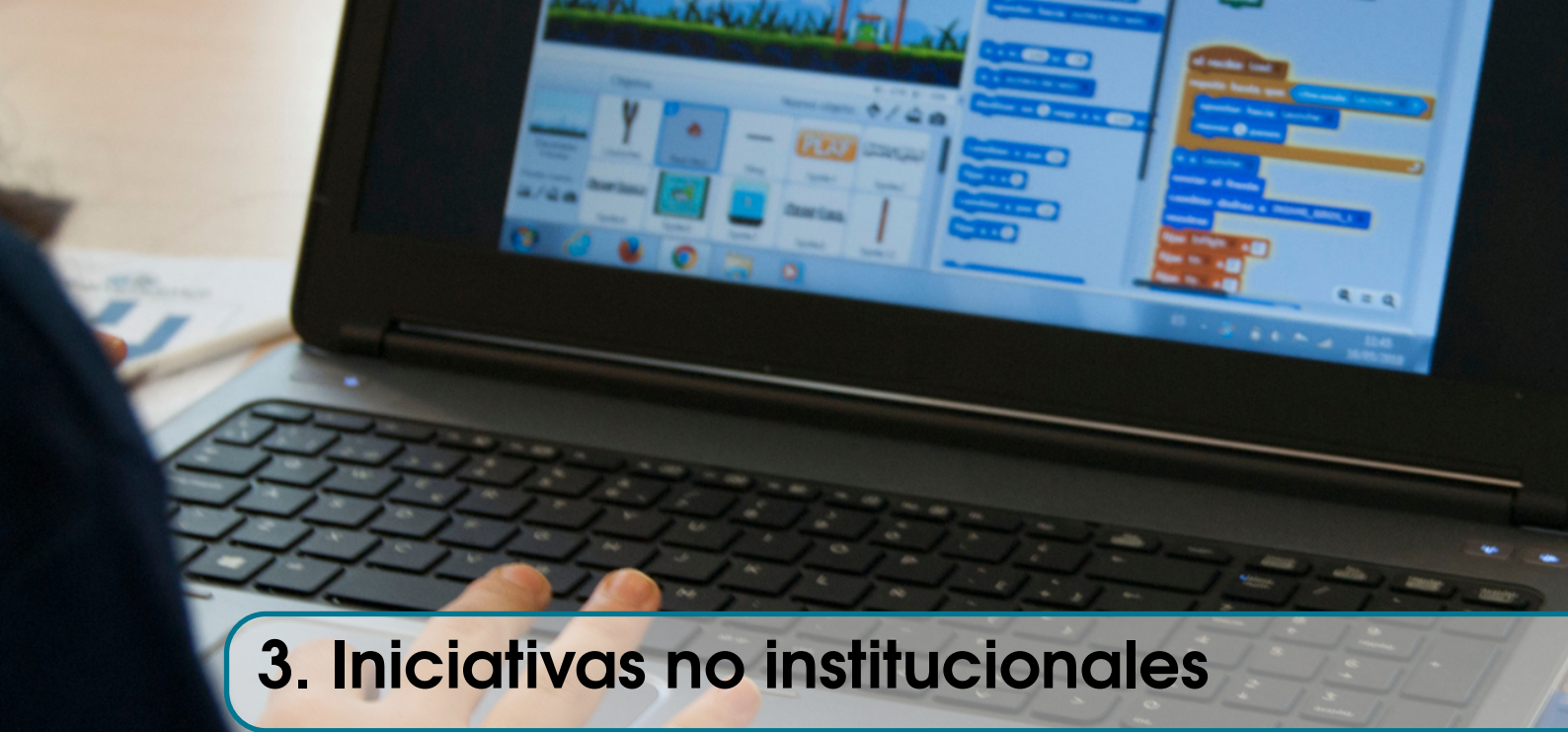


Figura 2.2: *Comunidades Autónomas que han incluido nuevas asignaturas o contenidos sobre programación, robótica y pensamiento computacional. En color azul aparecen aquellas que lo han hecho en Primaria; verde, en Secundaria; morado, en ambos niveles educativos. Las Comunidades Autónomas que no participan en el estudio aparecen en gris.*

Tal como puede verse, la Comunidad Foral de Navarra ha incluido contenidos de estas habilidades en educación Primaria, en concreto, integrándolos en el área de matemáticas. Andalucía, Principado de Asturias, Castilla-La Mancha, Castilla y León, Galicia, Región de Murcia y Comunitat Valenciana han introducido nuevas asignaturas de robótica y programación en Secundaria. Comunidad de Madrid y Cataluña, por su parte, lo han hecho tanto en educación Primaria como en Secundaria. Finalmente, Illes Balears, Cantabria, Extremadura y La Rioja no han creado ninguna asignatura nueva sobre estas cuestiones ni han incluido contenidos sobre estas habilidades en asignaturas ya existentes.



3. Iniciativas no institucionales

3.1 KGBL3: URJC y UNED

En los últimos años el grupo Kindergarten and Beyond LifeLong Learning (KGBL3), formado por investigadores de la Universidad Rey Juan Carlos y la Universidad Nacional de Educación a Distancia, ha desarrollado diversas investigaciones que muestran que el desarrollo del pensamiento computacional a través de la programación tiene un impacto positivo en el aprendizaje de distintas disciplinas, como las matemáticas, los idiomas, las ciencias o la narrativa.

Entre otros aspectos, este grupo investiga dos temas de especial relevancia en el ámbito educativo: las diferencias en los resultados obtenidos en función de la edad de los estudiantes, y los requisitos de formación de los docentes para conseguir los objetivos marcados.

En este sentido se resumen a continuación algunas de sus conclusiones más importantes que, recordemos, se basan en las evidencias recogidas durante las investigaciones empíricas realizadas con los recursos y bajo las circunstancias actuales de las aulas de nuestro país.

- ¿En qué curso debería comenzar a introducirse la programación y el pensamiento computacional? “...hay que tener en cuenta que parecen existir diferencias en la efectividad de la transferencia de estas habilidades a otros dominios en función de la edad de los estudiantes. Alumnos de los últimos cursos de Primaria, que se acercan a la adolescencia, tienen unos niveles de madurez cognitiva que pueden aumentar las posibilidades de transferencia. No obstante, hay que recalcar que aunque el uso de la programación no implique una mejora de rendimiento académico en los primeros cursos de Primaria, tampoco se produce una desaceleración, por lo que podría ser interesante introducir este recurso a esta edad. De este modo los estudiantes podrían comenzar a desarrollar su pensamiento computacional sin comprometer sus resultados académicos.” [16]

- ¿En qué asignaturas se obtienen mejores resultados al usar la programación como un recurso educativo? "... parece adecuado comenzar a usar la programación como herramienta transversal en asignaturas en las que la integración sea sencilla, como las Ciencias Sociales, de forma que los estudiantes puedan coger confianza y autonomía. En una fase posterior, introducir estas actividades en asignaturas más complejas, como las Matemáticas, puede resultar más fácil y se pueden obtener mejores resultados." [16]
- ¿Es necesario que los docentes reciban una formación específica para lograr buenos resultados? "... parece evidente que la formación del profesorado tiene un impacto muy importante en los resultados de aprendizaje que obtengan los estudiantes. En consecuencia, una pregunta recurrente en todos los países que han comenzado a implantar estas enseñanzas es cómo conseguir suficientes docentes bien formados para enseñar a través de la programación y el pensamiento computacional para todas las escuelas. Este problema se acentúa por la alta demanda de profesionales en el campo de la informática que ya se está produciendo en muchos países y que parece que va a sobrepasar claramente a la oferta en los próximos años, también en Europa, lo que contribuye a acelerar la pérdida de especialistas en las aulas. De hecho, según estimaciones de Code.org los docentes especialistas en informática tan solo estarán en las escuelas durante 3 años antes de cambiar a otro campo profesional." [16]
- En consecuencia, ¿cómo se pueden lograr docentes bien formados en informática de un modo sostenible? "En este sentido coincidimos con la visión de Mark Guzdial, y pensamos que quizás el único camino viable pasa por la contratación urgente de especialistas en la enseñanza y el aprendizaje de la informática en las Facultades de Educación, de forma que estos especialistas puedan liderar durante las próximas décadas departamentos encargados de la docencia tanto para la actualización de maestros y profesores en activo, como especialmente para la formación de estudiantes de magisterio y máster del profesorado. En nuestro país este paso debe realizarse de forma inmediata, puesto que otras naciones, como Alemania o Austria, han comenzado a invertir en esta línea y están contratando a los especialistas con los que se cuenta en Europa, también españoles, por lo que pronto se producirá una escasez importante de talento en este campo." [16]

Hay que tener en cuenta, no obstante, que aunque las implicaciones de este tipo de investigaciones son muy interesantes, desde el propio grupo KGBL3 recalcan que aún "es necesario realizar más investigaciones que puedan utilizarse para comprobar qué estrategias funcionan y qué enfoques no lo hacen cuando se usa la programación en el aula desde edades tempranas. Si la comunidad educativa y científica quieren ayudar a los responsables políticos en la toma de decisiones en este campo, se requiere desarrollar un mayor número de estudios empíricos rigurosos que analicen de forma crítica el rol de la introducción de la informática en las escuelas." [16]

Por otra parte, el grupo KGBL3 también trabaja en el desarrollo de herramientas para evaluar el pensamiento computacional, como son Dr. Scratch [17], una aplicación web gratuita que permite evaluar el nivel de pensamiento computacional demostrado al programar un proyecto Scratch, y el Test de Pensamiento Computacional [18], un instrumento que permite medir el grado de desarrollo de ciertos aspectos del pensamiento computacional para estudiantes de Primaria y Secundaria.

3.2 UdiGitalEdu - UdG

UdiGitalEdu¹ es un grupo de investigación de la Universidad de Girona formado por investigadores de diferentes áreas de conocimiento, como son la Pedagogía, la Ingeniería, las Bellas Artes y la Física, inscritos en dos institutos de investigación, el Instituto de Investigación Educativa; y el Instituto de Visión por Computador y Robótica, VICOROB. El objetivo del grupo de investigación es la intervención, la innovación y la investigación en el ámbito TIC y Educación, desde un punto de vista multidisciplinar y transversal. Esta mirada de investigación sobre la Tecnología Educativa, en el caso de UdiGitalEdu presta una atención especial a las tecnologías emergentes y a su aplicación didáctica, y se enfoca de modo preferente hacia la formación profesional (inicial y continua) de los docentes, y hacia la utilización de metodologías innovadoras que emplean recursos tecnológicos en contextos educativos formales, no formales o informales. El objetivo del grupo es estudiar e investigar cómo utilizar las TIC como herramientas al servicio del Aprendizaje y del Conocimiento. Uno de los elementos vertebradores de su acción de transferencia, docencia e investigación es el Pensamiento Computacional con un enfoque didáctico.

Una de las actuaciones que se puede considerar que ha ayudado a caracterizar el grupo actual se remonta a 2009, cuando la UdG financió el proyecto de cooperación “Estimulando la creatividad y el pensamiento crítico de los niñ@s de Shanti Bhavan a través de las TIC”, que partía de la idea de que la creatividad puede convertirse en un motor del desarrollo humano. Con esta convicción, se concibió una experiencia piloto que surgía de la intersección de dos áreas: la Cooperación al Desarrollo y la Innovación Educativa. El proyecto consistió en unos talleres realizados en una escuela rural del sur de la India, donde se utilizaron las TIC (en concreto unos kits de robótica educativa) para estimular la creatividad y el pensamiento crítico de los niños, mientras que, simultáneamente, y a través del juego y la exploración, se estaban reforzando las materias que se perciben más difíciles en aquellas áreas rurales del subcontinente indio, como son las matemáticas, la física y la informática. Esto nos llevó a preguntarnos si lo que funcionó en ese entorno tan particular podría funcionar también en escuelas de áreas desfavorecidas mucho más cercanas a nosotros, como por ejemplo las de ciertos barrios deprimidos de Girona o Salt. Así, en 2011, con el grupo UdiGitalEdu ya formado, se puso en marcha un nuevo proyecto, llamado TIC-TAC, que se convirtió en una continuación ampliada y mejorada del proyecto en la India, pero tomando ahora como destinatarias dos escuelas de zonas desfavorecidas de Girona y Salt. El proyecto recibió el apoyo de la Oficina de Cooperación de la UdG, de la Generalitat de Cataluña y de los ayuntamientos de estas dos poblaciones y se llevó a cabo en la Escuela Dalmau Carles de Girona y Escuela Veïnat de Salt, durante cuatro cursos de manera exitosa [19].

Durante este proceso se consolidaron como líneas de investigación del grupo el análisis del papel de las TIC-Media y su aplicación a los diferentes ámbitos del aprendizaje y la educación, con énfasis en las materias STEAM. También comenzó a tomar protagonismo en nuestra acción como grupo el pensamiento computacional, como metodología transversal de resolución de problemas, que puede promover la creatividad y el pensamiento creativo [20].

Desde 2011 hasta la actualidad, se ha desarrollado una gran diversidad de intervenciones,

¹ <http://udigital.udg.edu/>

talleres, actividades de aprendizaje, formación de profesores y proyectos de larga duración, tanto en el ámbito nacional como internacional. En nuestro contexto, se han llevado a cabo varios proyectos con la misma dinámica que el TIC-TAC, por ejemplo con la Escola Carmen Auguet, la Escola Mare de Déu del Mont, el CRAE de Salt y el Institut Narcís Xifra, que han incidido en los niños pero también en sus maestros a través de las actividades de formación ofrecidas por el grupo. En el ámbito internacional, se han consolidado y ampliado las acciones con la India y han liderado y coordinado dos proyectos Europeos Erasmus+. En concreto, se ha consolidado el proyecto Inventors4Change², que se centra en el aprendizaje colaborativo entre niños de Cataluña y de la India y que ha sido galardonado con el primer premio Federico Mayor Zaragoza en Educación 2017. Por otra parte, UdiGitalEdu coordinó el proyecto Europeo Erasmus+ Early Mastery: Code2Learn, Learn2Code (Playfulcoding³) de la que resultó una guía para maestros traducida en 6 idiomas, y actualmente está coordinando también el proyecto europeo InventEURs⁴, que quiere replicar con los socios de Europa las prácticas de Inventors4Change. En todos los proyectos mencionados se pone énfasis en la participación de las escuelas de áreas sociodeprimidas, y se intenta ayudar al alumnado a convertirse en agente del cambio de sus comunidades. Finalmente, destacar el proyecto PECO-FIM (en coordinación con la Universidad Autónoma de Barcelona), dedicado al desarrollo del Pensamiento Computacional en la Formación Inicial de Maestros, y que investiga un modelo de formación aplicable a los planes de estudio actuales de Maestro para que el profesorado novel sea competente en el desarrollo de estrategias didácticas fundamentadas en el uso del pensamiento computacional [21].

3.3 Programamos

Programamos⁵ es una asociación sin ánimo de lucro cuyo objetivo fundamental es promover el desarrollo del pensamiento computacional desde edades tempranas a través de la programación de videojuegos y aplicaciones para móviles en todas las etapas escolares, desde educación Infantil hasta la universidad. Entre sus iniciativas destacan:

- Curso gratuito básico para aprender a programar con el lenguaje de programación Scratch⁶. Se trata de un curso gratuito que ofrece una introducción a la programación informática de videojuegos usando la herramienta Scratch. Con este curso básico de Scratch se aprenden los elementos fundamentales para programar videojuegos de una forma totalmente práctica. Comienza con vídeos que muestran una introducción a la herramienta, así como distintos aspectos básicos de programación. A continuación se muestra cómo crear paso a paso un clásico videojuego de naves, para lo que se aprende a realizar movimientos, detectar colisiones, realizar disparos, etc. Hasta la fecha se han matriculado más de 6.100 personas en este curso.
- Comunidad Programamos - Red social⁷. La Comunidad Programamos es una red social de programación en la que se pueden compartir recursos, interactuar con otros docentes, y colaborar con otros compañeros. Se trata de un espacio para unir

²<http://www.inventors4change.org/>

³<http://playfulcoding.udg.edu/>

⁴<http://inventeurs.eu/>

⁵<https://programamos.es>

⁶<https://www.udemy.com/introduccion-a-la-programacion-con-scratch/>

⁷<https://comunidad.programamos.es/>

esfuerzos y para mejorar el aprendizaje y la enseñanza de la programación. Más de 2.500 docentes de España y América Latina forman parte de esta red social colaborativa.

- Recursos para robótica en Infantil y Primaria con robots programables⁸. Se han creado diferentes tableros (rincón de las emociones, rincón de los cuentos, rincón de los más pequeños, rincón del arte...), que permiten trabajar diferentes aspectos emocionales, artísticos, literarios, aritméticos, etc., al tiempo que se desarrolla el pensamiento computacional de los estudiantes, haciendo uso de robots tipo Beebots o Escornabots, que pueden ser programados mediante los botones que incorporan en la parte superior del dispositivo.
- Listas gratuitas de vídeos para aprender a programar en diferentes lenguajes de programación⁹. Se han puesto a disposición de la comunidad diferentes listas de reproducción con vídeos que permiten aprender a programar en diferentes lenguajes de programación, como Scratch, Snap! o App Inventor. Todos los vídeos son gratuitos, y cada vídeo se acompaña de un artículo en el blog de Programamos en el que se discuten aspectos concretos de los mismos.

Al ser Programamos una organización sin ánimo de lucro, todas sus iniciativas tienen un marcado carácter social. Estas iniciativas sociales han sido galardonadas con diferentes premios tanto nacionales como internacionales, siendo el Google RISE Award de 2016 el reconocimiento de mayor envergadura. Con los fondos recibidos gracias a este premio, Programamos puso en marcha el proyecto “recoDery: healing with coDe”, que podría traducirse como “recuperación: curando con la Programación”. Con esta iniciativa se ha contribuido al bienestar de más de 1.000 niños y niñas que se encontraban ingresados en el Hospital Universitario Virgen del Rocío de Sevilla a través de talleres de programación y de robótica que se desarrollaron dos veces a la semana entre abril de 2016 y abril de 2017.

3.4 CLOQQ - Everis

CLOQQ¹⁰ es una iniciativa social de *fun-learning* para que los niños den rienda suelta a su imaginación y comprendan mejor el mundo que les rodea a través de tecnologías creativas. Utilizándolas desarrollan habilidades para resolver problemas inesperados, trabajan en equipo y fortalecen su autoconfianza sacando adelante sus propios proyectos.

CLOQQ es el acrónimo de «Crea Lo Que Quieras» y ofrece tanto actividades presenciales (talleres, eventos, etc.) como un completo entorno online y de contenidos para que niñas y niños puedan crear sus propios videojuegos, apps, robots, animaciones y mucho más.

Se inspira en el trabajo de investigación educativa de prestigiosas instituciones como el MIT Media Lab poniendo el foco en el modelo de aprendizaje de Creative Learning. Combina la tecnología y la ciencia con el arte y el diseño en proyectos significativos y motivadores, todos ellos muy conectados con el movimiento maker. Además cuenta con la colaboración de instituciones como Tuffts University con la que se ha participado en la elaboración de programas de actividades para niños.

⁸<https://programamos.es/recursos/beebots/>

⁹<https://www.youtube.com/channel/UCxOI75aSJE7XpZrLdS8gtCg/playlists>

¹⁰<https://cloqq.com/>

3.5 Microsoft

Desde Microsoft tratan de apoyar a los profesores en la construcción de investigaciones y actividades basadas en proyectos que incorporen el pensamiento computacional y de diseño en sus clases. En ese sentido destacan dos proyectos: Hacking STEM y Make Code.

Los proyectos Hacking STEM¹¹ están formados por actividades de STEM que permiten a los docentes guiar a sus alumnos para construir y crear instrumentos científicos y herramientas basadas en proyectos para visualizar datos a través de la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas (STEM). Hacking STEM ofrece lecciones y actividades que integran experiencias de aprendizaje basadas en fenómenos con un enfoque práctico. Los alumnos construyen instrumentos científicos asequibles que visualizan. Cada proyecto está diseñado para cultivar experiencias en el aula resolviendo problemas del mundo real. Usando el pensamiento computacional y de diseño, los estudiantes desarrollan destrezas universitarias y profesionales en contexto. Todas las propuestas están escritas por profesores para profesores.

En estas actividades los alumnos adoptan el rol de ingenieros de software, eléctricos, mecánicos y científicos de datos. La mano robótica es una de esas actividades en la que los estudiantes construyen modelos robóticos con materiales reciclados como cartón o pajitas para entender la anatomía y biomecánica de la mano humana. Luego, realizan ensayos que visualizan los datos en Excel para generar nuevas ideas y para mejorar su rendimiento.

El programa de Hacking STEM permite a los profesores guiar a los alumnos a través de la construcción de anemómetros caseros, molinos de viento, manos robóticas y mucho más. Todas las unidades integran los elementos básicos de las ciencias físicas con importantes competencias y habilidades del siglo XXI. Las actividades y proyectos disponibles actualmente son las siguientes:

1. Construyendo máquinas que imitan a los seres humanos: la mano robótica.
2. Aprovechando la electricidad para comunicarse: construir un telégrafo.
3. Aumentando la potencia eléctrica a través del diseño: generador de electricidad en un molino de viento.
4. Uso del pensamiento informático para entender los terremotos: sismógrafo.
5. Uso del pensamiento informático para entender los edificios resistentes a los terremotos: amortiguador de masas sintonizado.
6. Analizando la velocidad del viento con anemómetros.
7. Midiendo la velocidad para entender las fuerzas y el movimiento.
8. Medición de la calidad del agua para comprender el impacto humano.
9. Usando el teorema de Pitágoras para medir la topografía.

Todas las unidades didácticas de Hacking STEM se componen de listado de materiales, cuaderno del profesor, cuaderno del alumno, rúbricas de evaluación, código para el microcontrolador, y actividades que facilitan la enseñanza de la ingeniería y el análisis de datos científicos mediante un OneNote de acceso gratuito.

Durante el presente curso escolar varias Comunidades Autónomas están desarrollando estas actividades: 29 centros de Secundaria en Castilla y León dentro del marco del proyecto Ingenia Secundaria, 27 centros de Primaria en Castilla-La Mancha, y un grupo de 400

¹¹<https://www.microsoft.com/es-xl/education/education-workshop/default.aspx>

alumnos dentro del Programa de Enrichment Educativo para Alumnos con Altas Capacidades de la Comunidad de Madrid.

Una de las novedades del proyecto es que ahora los profesores pueden enviar sus ideas a los desarrolladores de Microsoft¹².

Por otro lado, Microsoft MakeCode¹³ da vida a la ciencia de la informática para todos los estudiantes con proyectos divertidos, resultados inmediatos y editores tanto con bloques como con texto para estudiantes de distintos niveles. Ofrece un simulador interactivo que da información instantánea sobre cómo se está ejecutando su programa y permite depurar el código. También incorpora un editor de bloques para los más pequeños o aquellos que no tiene experiencia en programación, con bloques de colores que se pueden arrastrar y soltar para crear programas. Por último, cuando estén listos, los estudiantes podrán pasar a un editor completo de JavaScript con fragmentos de código, información sobre herramientas y detección de errores para ayudarles. Make code permite programar diferentes placas y en diferentes programas: Micro:bit, Adafruit, Minecraft Education Edition, Chibi Chip, Grove Zero, Sparkfun o WonderWorkshop.

En Microsoft animan a las niñas a perseguir vocaciones STEM a través de la iniciativa Make What's Next¹⁴. Además, con la propuesta Turn Your Passion Into Action ayudan a las niñas a convertir su pasión en acción, demostrándoles cómo sus intereses podrían ser un trabajo relacionado con STEM el día de mañana. Por último, con Insights de LinkedIn¹⁵ las niñas pueden explorar los trabajos que pueden ayudarle a cambiar el mundo.

3.6 Creando Código - Telefónica Educación Digital

A través de Scolart¹⁶, Creando Código pone a disposición de los docentes la formación tecnológica precisa que les permita adquirir las competencias del siglo XXI: colaboración, comunicación, creatividad, pensamiento crítico y resolución de problemas a través de la tecnología.

Tiene como objetivo acompañarles en la incorporación de las materias de Robótica, Programación e Impresión 3D en el currículo escolar, formando al profesorado y aportando recursos didácticos.

Se proponen nuevas formas de aprendizaje para ayudar a niños y jóvenes (desde los 3 a los 16 años) para que pasen de ser consumidores a ser creadores de tecnología de forma que al finalizar su educación obligatoria sean capaces de: programar una página web, crear una aplicación para móviles, diseñar un juego de ordenador, introducirse en la robótica y manejar la impresión y fabricación en 3D.

Creando código es una oferta completa para el docente de Infantil, Primaria y Secundaria con proyectos de programación y robótica diseñados para aplicar directamente en el aula. Incluye la formación que el profesor necesita alrededor de estas materias.

¹²<https://www.microsoft.com/en-us/education/education-workshop/share-your-ideas/default.aspx>

¹³<https://makecode.com/>

¹⁴<https://www.microsoft.com/en-us/philanthropies/make-whats-next>

¹⁵<http://www.makewhatsnext.com/careers/>

¹⁶<https://www.scolart.com>

Los docentes disponen de un repositorio de proyectos y propuestas didácticas curriculares listas para ser implementadas en el aula, que complementan la programación que cada docente lleva a cabo.

En educación Infantil hay 18 proyectos transversales que tratan las tres áreas de conocimiento de esta etapa educativa: conocimiento de sí mismo y autonomía personal; conocimiento del entorno; y los lenguajes: comunicación y representación.

En educación Primaria hay 24 proyectos trimestrales por curso académico de 1º a 6º. Un total de 72 proyectos que abarcan las siguientes materias troncales: Ciencias de la Naturaleza, Ciencias Sociales, Lengua castellana y Literatura, Matemáticas / Educación artística.

Por su parte, en educación Secundaria hay 27 proyectos trimestrales de 1º a 3º que abarcan las siguientes áreas de conocimiento/materias: Área científica (Matemáticas, Física y Química, Biología y Geología); Área social (Lengua, Geografía e Historia); y Tecnología, programación y robótica.

Los docentes son parte de Creando código. Además de poder adquirir, podrán compartir su conocimiento con otros profesionales con los que pueden debatir, plantear dudas o prestar apoyo para ayudar a otros docentes a implementar la tecnología, la programación y la robótica en su práctica docente diaria.

Para aquellos gobiernos que decidan certificar la formación a sus docentes, se crea una comunidad de aprendizaje específica que permitirá un seguimiento y evaluación de la formación recibida.

3.7 Sociedad Científica Informática de España (SCIE)

La Sociedad Científica Informática de España (SCIE), consciente de la importancia creciente para las nuevas generaciones de una formación universal en conocimientos básicos de Informática, manifiesta la necesidad de incluir en el sistema educativo español la materia Educación Informática, de carácter obligatorio desde Educación Primaria hasta Bachillerato.

Una formación completa para la sociedad de la información no solamente exige adquirir competencia digital sino también los fundamentos conceptuales y metodológicos de la Informática. Por tanto, una formación completa debe incluir tanto la alfabetización o competencia digital (conocimientos de Informática como usuarios) como la ciencia informática (el estudio de los principios básicos científicos y técnicos de la Informática).

El desarrollo de cualquier competencia básica no transversal exige cursar asignaturas independientes, papel que cumplen las asignaturas de Lengua, Matemáticas, Física y Química, o Ciencias Naturales para sus correspondientes competencias.

En opinión de la SCIE, los alumnos deben cursar una asignatura obligatoria por curso de la materia “Educación Informática” desde educación Primaria hasta Bachillerato, pasando por educación Secundaria. Esta materia debe reglarse legislativamente de forma que se detallen sus contenidos, los criterios de evaluación y los estándares de aprendizaje evaluables, como en el resto de asignaturas.

La Informática constituye una disciplina mixta con características de ciencia y tecnología.

Por tanto, su aprendizaje exige asignaturas independientes de otras materias con las que tiene relación pero cuyos contenidos son distintos, como Matemáticas o Tecnología.

La proporción de contenidos de competencia digital y de ciencia informática debe variar según las etapas educativas y el correspondiente grado de madurez de los alumnos:

- Educación Primaria. Debe incluir mayoritariamente contenidos de competencia digital que aseguren unos conocimientos y habilidades básicos para el uso eficaz y ético de las tecnologías de la información. También incluirá conocimientos básicos de programación y computadores.
- Educación Secundaria. Debe tener una proporción mayoritaria de ciencia informática, que asegure unos conocimientos básicos de programación, algoritmos, lógica, computadores y otras ramas fundamentales de la Informática. La competencia digital se desarrollará a un nivel de usuario medio.
- Bachillerato. Debe ofrecerse de forma ligeramente particularizada en las modalidades de Ciencias, Ciencias Sociales y Artes y Humanidades. Se profundizará en conocimientos de ciencia informática que exigen un mayor nivel de abstracción y en competencia digital hasta un nivel avanzado.

La impartición de la materia “Educación Informática” en asignaturas obligatorias no impide su uso transversal en otras asignaturas, sino que lo favorece, al igual que sucede con Lengua, Matemáticas o Inglés. El mejor ejemplo es la educación bilingüe en inglés, cuyo uso transversal en una mayoría de asignaturas se compatibiliza con una asignatura de Inglés.

La formación recibida permitirá que todos los alumnos tengan una educación básica en Informática que les capacite para su mejor desarrollo profesional futuro. Se deja a la Universidad el desarrollo de mayores conocimientos en Ciencias de la Computación e Ingeniería Informática, así como el desarrollo de la competencia a nivel de experto.

La formación en Informática desde edades tempranas permite la familiarización con un campo en el que las mujeres tienen un papel minoritario, de forma que fomentaría un mayor porcentaje de vocaciones femeninas en Informática.

Una población formada en Informática permitirá un mayor desarrollo empresarial de los sectores económicos con valor añadido, y, en suma, un cambio de modelo económico.

3.8 Institución Educativa SEK

La Institución Educativa SEK abarca seis colegios en España, tres en el extranjero ¹⁷ y la Universidad Camilo José Cela ¹⁸. Los colegios SEK están vinculados, hace ahora 40 años, al marco curricular del Bachillerato Internacional ¹⁹.

El IB dispone, desde el año 2014, de una Computer Science Guide ²⁰, que es una asignatura propia del Grupo 4 de Ciencias experimentales en lo que equivaldría al Bachillerato Nacional.

Más allá de ese marco normativo, todos los colegios SEK trabajan desde hace años, de

¹⁷<https://www.sek.es/>

¹⁸<https://www.ucjc.edu/>

¹⁹<http://www.ibo.org/es/>

²⁰<http://occ.ibo.org>

manera sistemática, transversal y en espacios maker diseñados con ese objeto, tareas de programación, robótica, impresión 3D y desarrollo de proyectos con distintos tipos de electrónica asociada (Arduino, Raspberry Pi, etc.) con vocación de servicio a la comunidad y a la resolución de problemas.

Los colegios SEK han desarrollado, para unificar criterios competenciales y objetivos de etapa, un Marco de competencias digitales propio que abarca seis grandes dimensiones, una de las cuales es, estrictamente hablando, el pensamiento computacional. Para la construcción del marco principal la Dirección de tecnologías para el aprendizaje junto con la Coordinación TIC y la Coordinación internacional de todos los colegios, se utilizaron como punto de partida algunas propuestas ya desarrolladas por otros organismos o gobiernos adaptándolas y perfeccionándolas de acuerdo a las necesidades específicas de nuestras escuelas: marcos del ISTE, Mapping of media literacies de la Unión Europea o Digital competence framework del País de Gales. Para el caso específico de pensamiento computacional, donde se requiere una sucesión graduada de competencias y unos objetivos de final de etapa compartidos, se utilizaron como referencia inicial, también, algunos marcos preexistentes, enriqueciéndolos con las aportaciones y experiencias de cada uno de los colegios: los CSTA K-12 Computer Sciences Standards de Estados Unidos, los de Reino Unido, Australia e Israel.

El esfuerzo para dotarse de un marco competencial propio, a falta de una clara referencia nacional o internacional, resulta de la convicción de que deben existir unas referencias compartidas en forma de competencias y subcompetencias, unos objetivos de etapa comunes, una serie de proyectos que puedan ejemplificar los procesos orientados a su consecución y un conjunto de tecnologías con las que construir si bien cada uno de sus colegios es y debe ser completamente autónomo en sus formatos de aplicación y en el tipo de proyectos a través de los cuales se alcancen los objetivos.

3.9 BQ

- bMaker²¹ es una plataforma digital para al aprendizaje/enseñanza de la programación, la robótica y la impresión 3D. Dirigida a alumnos entre 8 y 15 años, bMaker es una solución para integrar la robótica, la programación y la impresión 3D en el aula. Es muy fácil de implementar, y proporciona una completa plataforma de gestión al docente 100 % digital: sin libros o pdfs descargables. Los alumnos trabajan los contenidos directamente en la plataforma, que se estructuran por niveles de dificultad, proyectos y sesiones de trabajo. bMaker incluye kits de robótica diferenciados y adaptados para Primaria y Secundaria.
- Bitbloq²² es una plataforma para el aprendizaje y la enseñanza de la programación y la robótica con tecnología Arduino que introduce a la programación usando bloques y permite realizar una transición al código. Es una plataforma gratuita, libre y 100 % online multiplataforma (MS Windows, OS/X, Linux, Chrome OS). En ella se incluyen la mayoría de los productos Arduino usados actualmente en la educación española: ZUM Kit, ZUM Kit Junior, Arduino UNO, Arduino Mega, Freduino, Robots MakeBlock, Arduino All-in-one (Make & Block), Echidna Shield.

²¹ <http://bmaker.cc/>

²² <http://bitbloq.cc/>

- DIWO²³ es una plataforma de recursos educativos gratuitos y libres de programación, robótica e impresión 3D. Incluye cursos de formación gratuitos sobre las herramientas más utilizadas: Scratch, Bitbloq, AppInventor, FreeCad, OpenSCAD, TinkerCad, Arduino, BlockSCAD, etc.

3.10 Apple

Desde Apple se cree que todos deberíamos tener la oportunidad de crear algo que pueda cambiar el mundo. Y en un mundo centrado en la innovación tecnológica, saber programar es fundamental para el futuro de los alumnos porque, además, les enseña habilidades como el pensamiento crítico y la resolución de problemas. En consecuencia, han creado “Programación para todos”, una serie de recursos didácticos para iPad y Mac, guías para el profesor y apps con los que enseñar a programar de forma fácil.

- Programación para todos²⁴
 - Swift, un lenguaje para profesionales y principiantes. Swift es un lenguaje de programación muy fácil de aprender. Permite usar palabras y frases normales en inglés, como «add» o «remove», y ver el resultado en cuanto se escribe el código. Pero también es un lenguaje muy potente que utilizan millones de desarrolladores para crear apps que se usan a diario.
 - Swift Playgrounds permite a los alumnos controlar personajes mediante líneas de código y aprender conceptos básicos resolviendo puzzles, como si fuese un juego. La app incluye una amplia lista de lecciones para aprender a guiar a un personaje por un mundo 3D usando código hasta que se dominen los aspectos básicos de Swift, y después pasa a conceptos más avanzados.
 - Programación con robots, drones y más. Con Swift y las lecciones de programación especializadas para el iPad, los alumnos pueden poner robots en movimiento y pilotar drones, de manera que puedan ver claramente cómo funcionan las cosas que programan en el mundo real.
 - De Swift Playgrounds (iPad) a Xcode (Mac). Una vez que los alumnos se hayan iniciado en la programación pueden seguir con Swift para crear apps en el Mac con Xcode. Las lecciones desarrolladas están pensadas para que los alumnos se familiaricen con las herramientas, técnicas y conceptos imprescindibles para crear una app de iOS desde cero.
- Recursos para docentes. Se han elaborado materiales para ayudar al profesorado a enseñar programación de forma sencilla, con actividades para la clase, apps de puzzles y temas de debate, entre otros.
 - La Guía para profesores “Empezar a programar 1”. Ayuda a usar apps visuales como codeSpark y Tynker para enseñar a los más pequeños a pensar como programadores. Esta guía incluye lecciones para aplicar conceptos como secuencias, depuración de errores e instrucciones condicionales en situaciones cotidianas. También contiene actividades desenchufadas, temas para reflexión final en clase y puzzles.
 - La Guía para profesores “Empezar a programar 2”. Pensada para acompañar

²³<https://diwo.bq.com>

²⁴<https://www.apple.com/es/education/teaching-code/>

a estudiantes de 8 a 12 años para que pueden seguir perfeccionando sus habilidades con actividades como resolver problemas de programación reales, corregir el código de sus compañeros, diseñar programas para una serie de robots y analizar el diseño de interfaces. También podrán poner a prueba sus conocimientos usando apps visuales como Tynker para resolver puzzles.

- La Guía para profesores “Aprende a programar 1 y 2”. El objetivo de la guía es que los alumnos empiecen a usar Swift Playgrounds en las clases, sin importar la experiencia que tenga el profesor en programación. En esta guía se repasan los fundamentos de la programación y se muestra cómo esa forma de pensar puede aplicarse a otras asignaturas y en la vida cotidiana.
- La Guía para profesores “Learn to Code 3”. Con esta guía los alumnos ampliarán sus conocimientos y empezarán a pensar como auténticos desarrolladores. Crearán una serie de herramientas usando las mismas estrategias que los profesionales y aprenderán a colocar y manipular imágenes con las que crear nuevos mundos.
- La Guía para profesores “Introducción al desarrollo de apps con Swift”. Este curso de un trimestre inicia a los estudiantes de secundaria en el desarrollo de apps, utilizando Swift y Xcode. El proyecto de fin de curso consiste en crear una app para iOS desde cero, poniendo en práctica todo lo aprendido.
- La Guía para profesores “App Development with Swift”. Este curso de un año para estudiantes de secundaria profundiza en Swift, Xcode y el desarrollo de apps para iOS. Los alumnos pondrán en práctica sus habilidades creando pequeños proyectos y probando su código en playgrounds. También hay una unidad opcional que enseña a crear una app de realidad aumentada utilizando ARKit. Al terminar, los alumnos sabrán desarrollar sus propias apps.



4. Encuesta al profesorado

Con el objetivo de recabar la opinión del profesorado español en relación a la enseñanza de la programación, la robótica y el pensamiento computacional, se ha utilizado una encuesta anónima que ha sido contestada por 351 docentes. La encuesta, que fue publicada en el blog del INTEF¹, ha estado abierta desde el 13 de diciembre de 2017 hasta el 14 de enero de 2018. Las entidades participantes en la Ponencia han difundido la encuesta a través de sus redes sociales y de los diferentes canales que mantienen para comunicarse con sus docentes.

Tal como puede comprobarse en la Figura 4.1, se han recibido respuestas de todas las Comunidades Autónomas españolas, siendo la Comunidad Valenciana, Castilla y León y Andalucía, las regiones desde donde más docentes han participado.

En relación a la titularidad de los centros educativos de los docentes participantes, tal como se muestra en la Figura 4.2, la gran mayoría de los encuestados trabaja en centros públicos, y tan solo un 11 % y un 7 % lo hacen en centros privados concertados o privados, respectivamente.

La Figura 4.3 muestra los niveles educativos en los que imparten clase los docentes participantes. Hay que mencionar que un mismo docente puede impartir clase en varios niveles educativos. Los niveles más habituales entre los encuestados son Educación Secundaria Obligatoria, Bachillerato y Primaria, por ese orden.

Uno de los debates más intensos sobre la introducción de la programación, la robótica o el pensamiento computacional en el mundo educativo tiene que ver con el enfoque o la estrategia con la que estas habilidades deberían ser tratadas, con partidarios de un enfoque específico, más claramente centrado en la enseñanza de la tecnología y la informática, y partidarios de un enfoque transversal, más centrado en el uso de estas habilidades para el

¹ <http://blog.educalab.es/intef/2017/12/13/encuesta-sobre-programacion-robotica-y-pensamiento-computacional/>

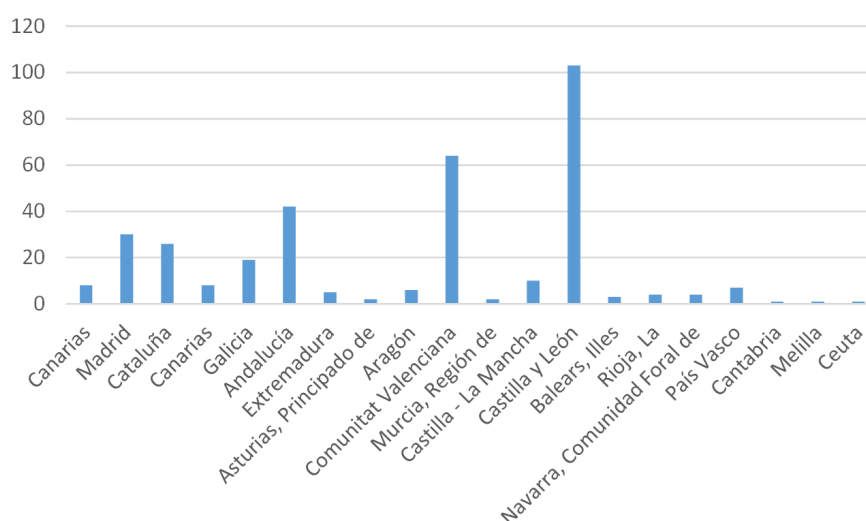


Figura 4.1: *¿En qué Comunidad Autónoma trabajas?*

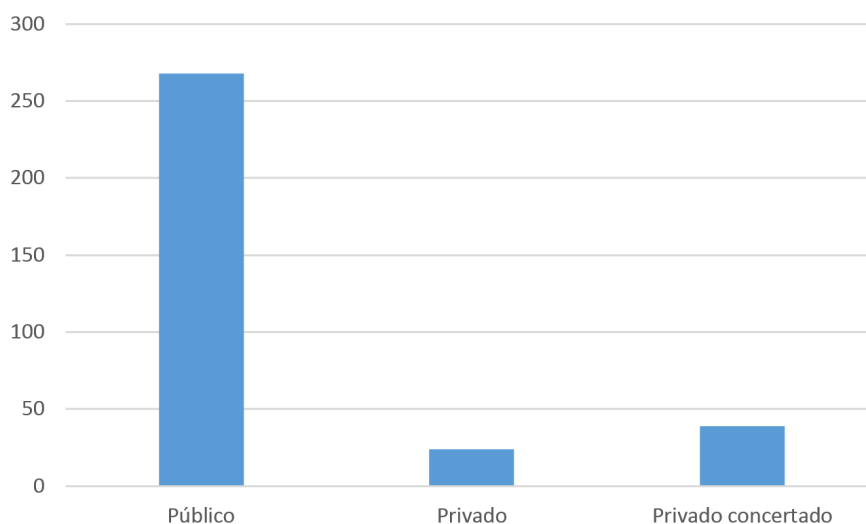


Figura 4.2: *¿Cuál es la titularidad del centro en el que trabajas?*

aprendizaje de otras materias no relacionadas con la informática o la tecnología. Por este motivo le preguntamos a los docentes qué enfoque utilizan en sus clases en la actualidad (ver Figura 4.4), y qué enfoque consideran que es el más adecuado para cada nivel educativo (Figura 4.5). Las respuestas muestran que, si bien la mayoría de los encuestados utilizan actualmente un enfoque específico, la gran mayoría considera que el enfoque transversal es el más adecuado para Infantil y Primaria.

En relación al número de horas anuales dedicadas a trabajar la programación, la robótica o el pensamiento computacional, casi tres cuartas partes de los encuestados dedica menos de 100 horas al trabajo de estas habilidades, tal como se muestra en la Figura 4.6. Tan solo 44 de los docentes participantes dedican más de 200 horas anuales a estas cuestiones.

Así mismo, se ha considerado de interés conocer los lenguajes de programación (ver Figura 4.7), así como las placas o robots (Figura 4.8) que los docentes utilizan en sus

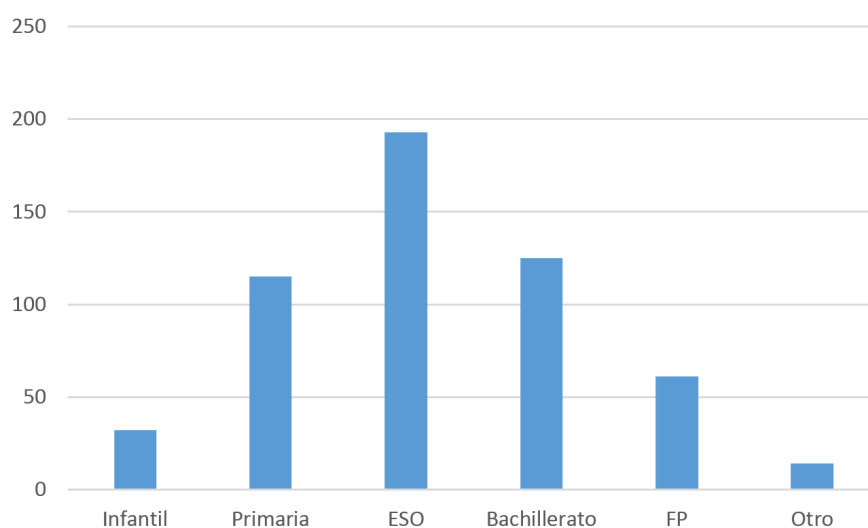


Figura 4.3: *¿En qué nivel educativo impartes clase?*

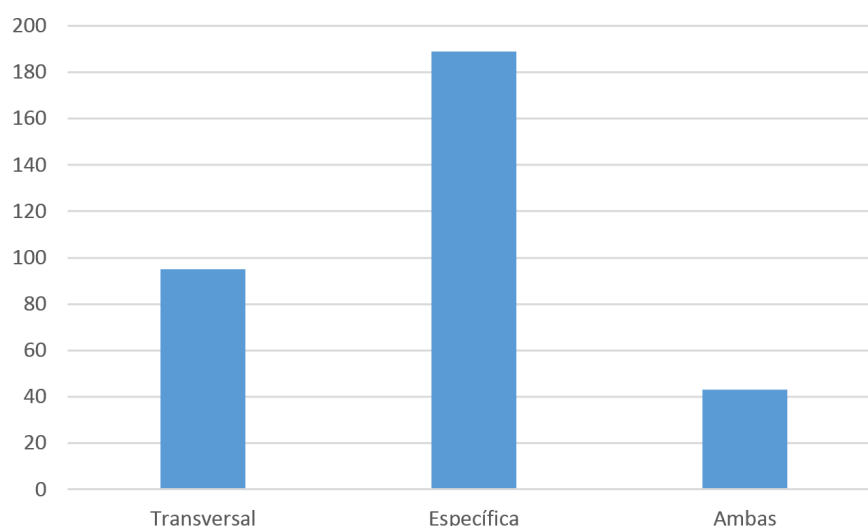


Figura 4.4: *¿De qué modo incluyes la programación, la robótica o el pensamiento computacional en tus clases?*

clases. Los lenguajes más populares son Scratch, que es usado por más del 86% de los encuestados, App Inventor, HTML y Python. Hay que destacar, en consecuencia, que los dos lenguajes de programación más utilizados son lenguajes visuales basados en bloques, con los que el alumnado puede programar manipulando gráficamente elementos de la interfaz en lugar de especificando las instrucciones de manera textual. Por su parte, las placas y robots más habituales son Arduino, Lego (Wedo y Mindstorms), Mbots y Beebots. También relacionado con los recursos que el profesado utiliza en su práctica docente, tal como se muestra en la Figura 4.9, una amplia mayoría de encuestados incorporan a sus clases actividades unplugged, o desconectadas, que hacen uso de juegos de lógica, cartas, cuerdas o movimientos físicos que se utilizan para representar y comprender diferentes conceptos informáticos, como algoritmos o transmisión de datos.

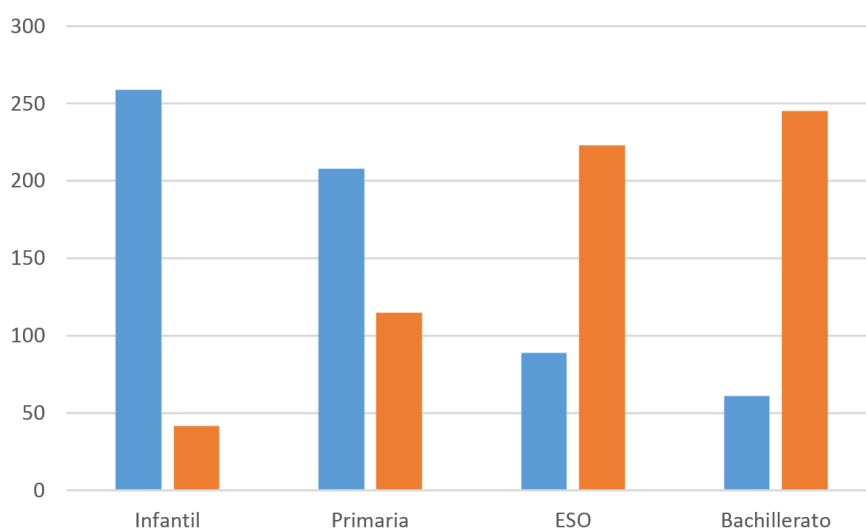


Figura 4.5: *¿Cómo consideras que deberían incluirse la programación, la robótica o el pensamiento computacional en las distintas etapas educativas? En color azul, de forma transversal; en naranja, específica.*

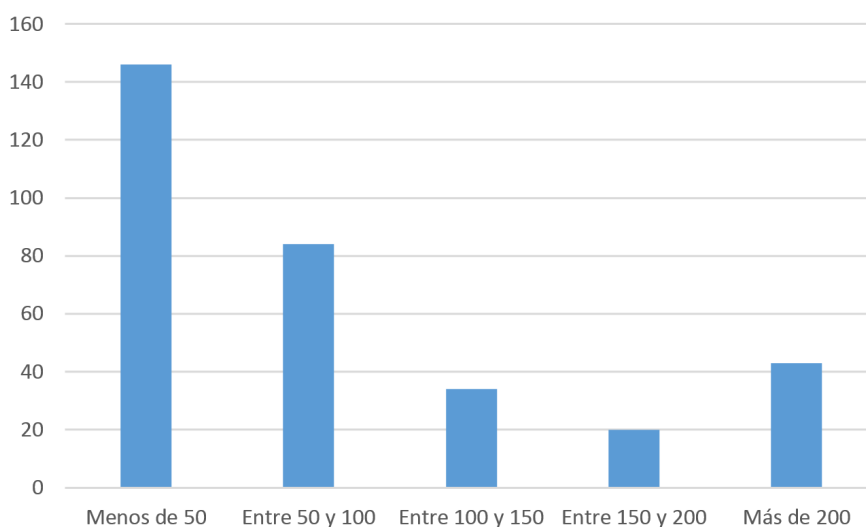


Figura 4.6: *¿Qué número de horas anuales dedicas a trabajar la programación, la robótica o el pensamiento computacional?*

En lo relativo a la formación recibida por los docentes participantes, la Figura 4.10 muestra que la inmensa mayoría de los encuestados se ha formado por su cuenta, si bien algo más de un tercio han recibido formación oficial impartida por las Consejerías de Educación de las Comunidades Autónomas o por el propio MEFP, y cerca de una cuarta parte cuenta con estudios de grado, o equivalente, de este campo. El número de docentes que cuentan con un máster y, especialmente, con un doctorado o con un ciclo formativo de formación profesional de este campo es muy reducido.

Por último, los encuestados tenían la oportunidad de valorar sus propias habilidades de programación, robótica y pensamiento computacional y las de sus estudiantes. Tal

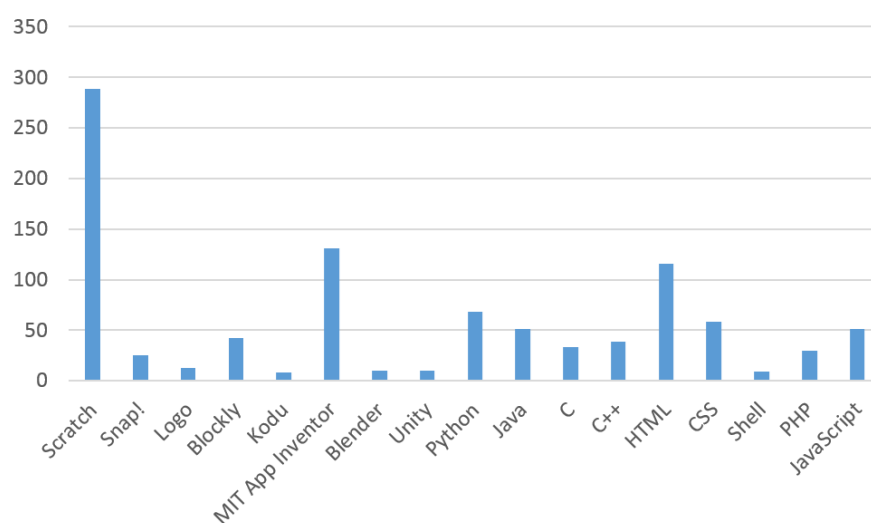


Figura 4.7: *¿Qué lenguajes de programación utilizas en tus clases?*

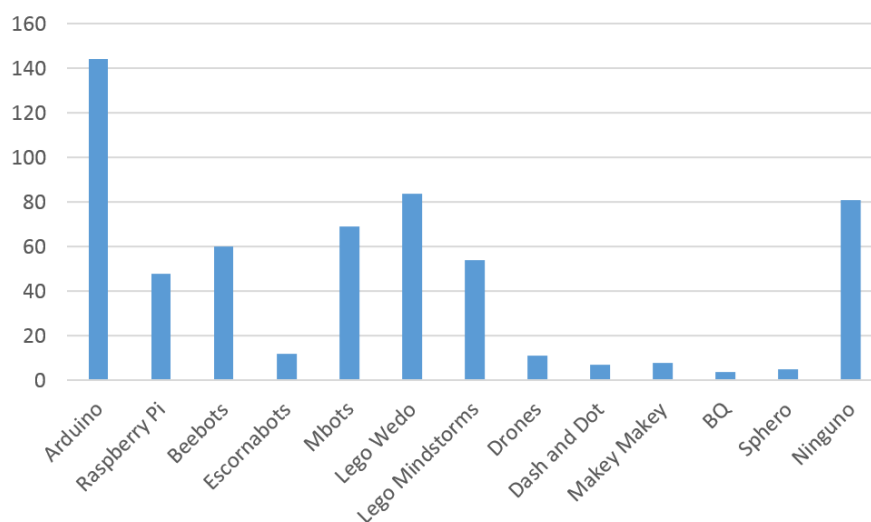


Figura 4.8: *¿Qué placas o robots utilizas en tus clases?*

como puede verse en las Figuras 4.11 y 4.12, la mayoría de docentes aprueba, con nota, ambas cuestiones. La nota media que los encuestados se asignan a sus habilidades es de 7,11, mientras que la que asignan a los resultados de sus estudiantes es de 7,34, con una correlación de 0,58 entre ambas puntuaciones.

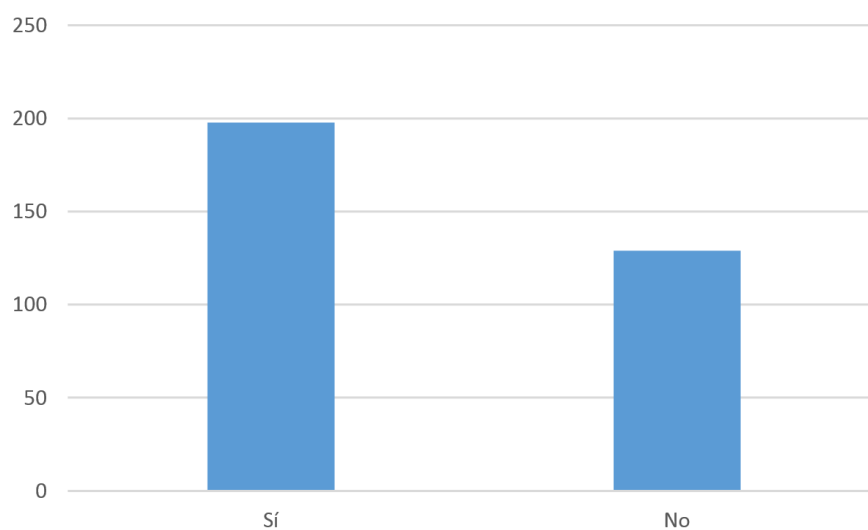


Figura 4.9: *¿Utilizas actividades unplugged o desconectadas en tus clases?*

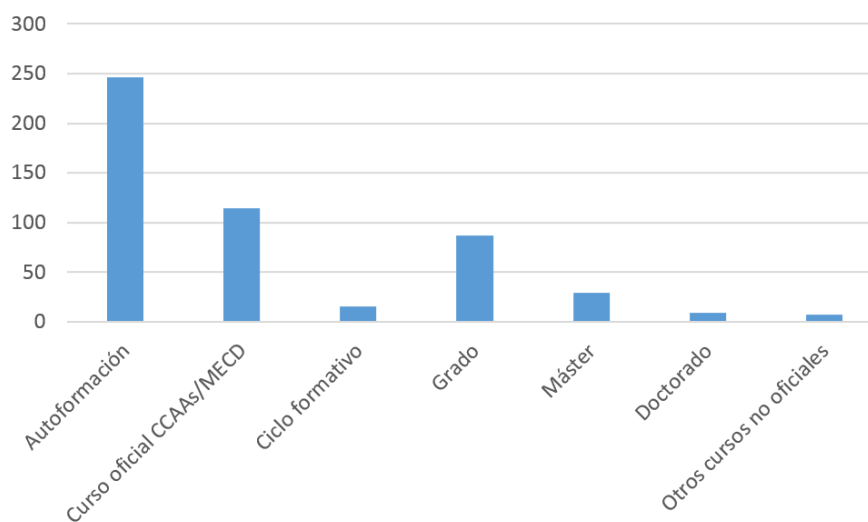


Figura 4.10: *¿Qué tipo de formación has recibido en relación a la programación, la robótica o el pensamiento computacional?*

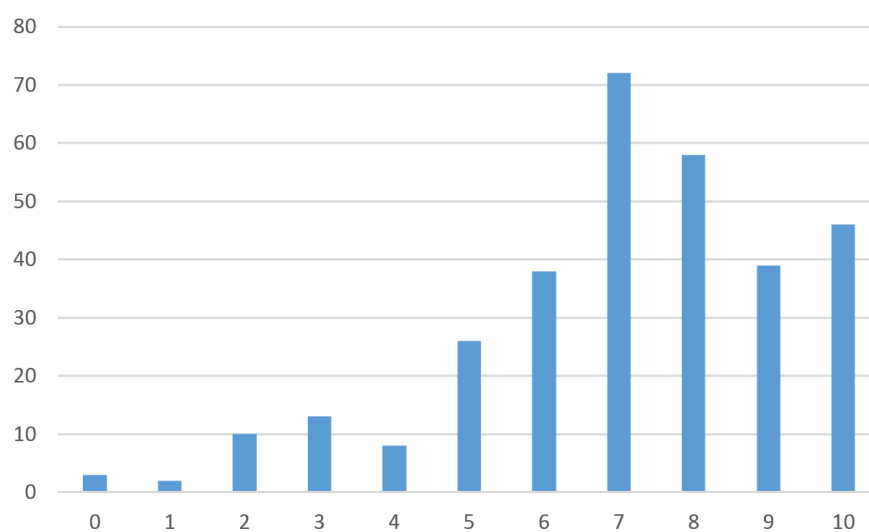


Figura 4.11: *¿Qué nivel de confianza tienes en tus habilidades de programación, robótica y pensamiento computacional?*

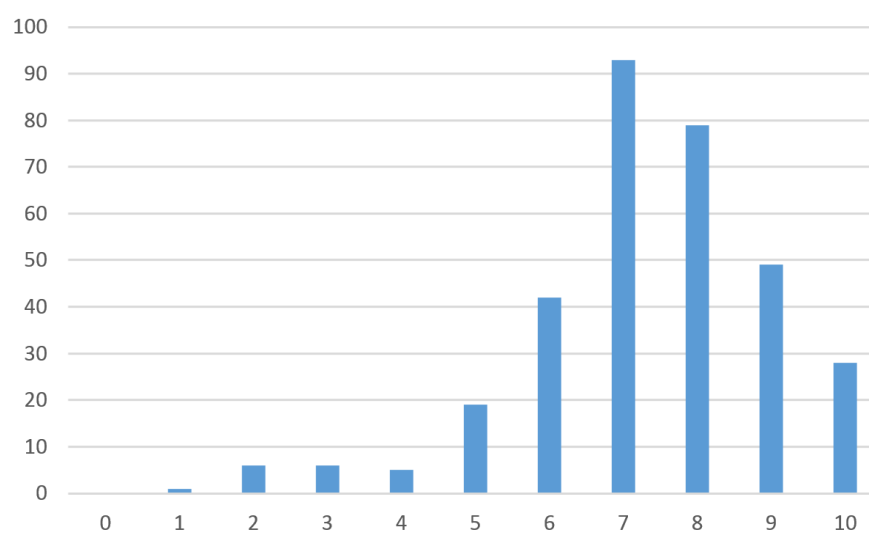
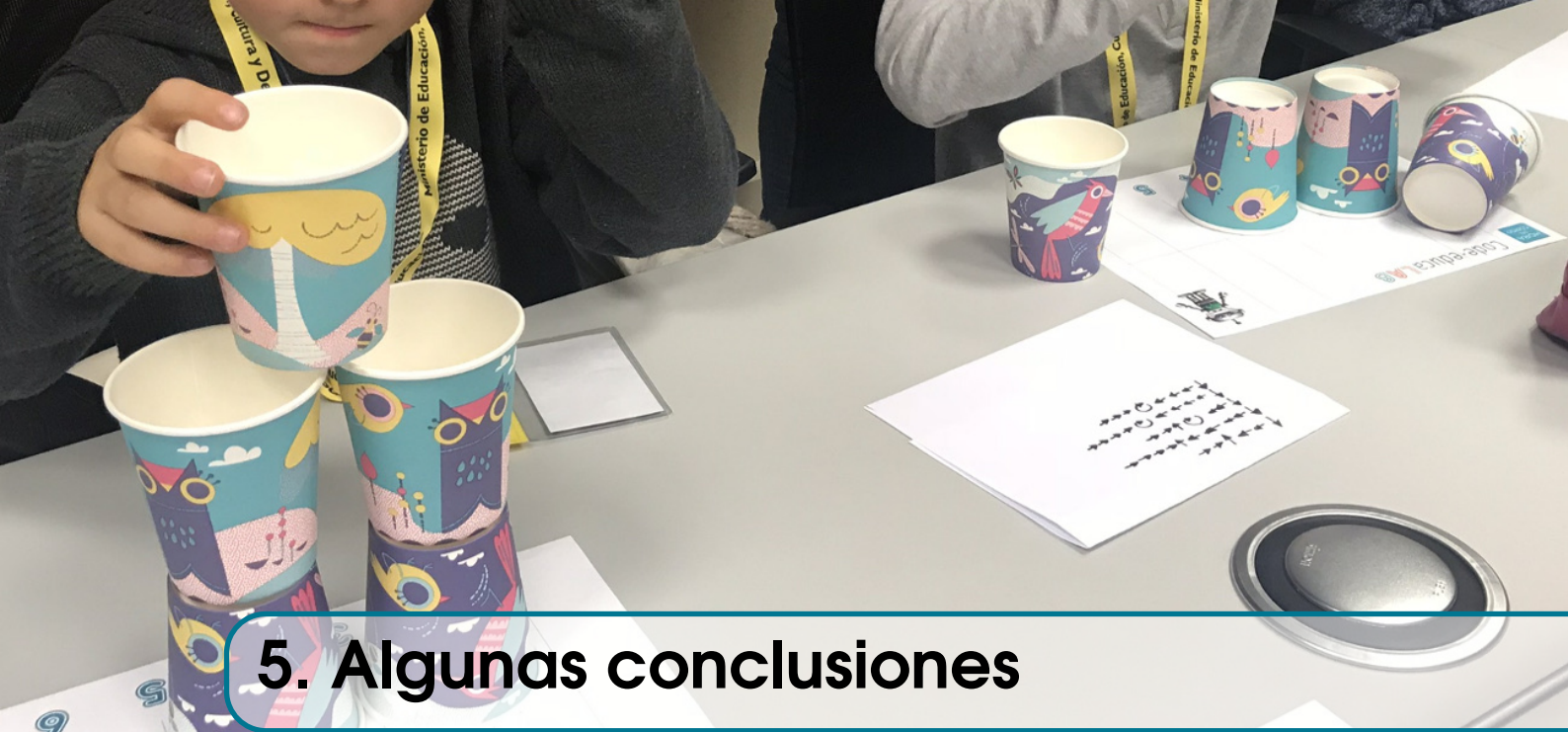


Figura 4.12: *¿Cómo valoras los resultados de aprendizaje de tus estudiantes en relación a la programación, la robótica o el pensamiento computacional?*



5. Algunas conclusiones

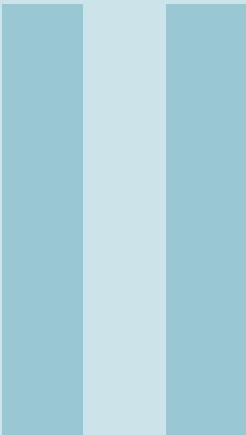
Esta primera parte del documento presenta la situación actual de la enseñanza de la programación, la robótica y el pensamiento computacional en nuestro país, prestando una especial atención a la legislación vigente, pero sin olvidar otro tipo de iniciativas que se producen desde otros ámbitos, como el universitario, el civil o el empresarial.

Si bien los contenidos relacionados con la programación, la robótica y el pensamiento computacional apenas aparecen en el currículo nacional actual, varias Comunidades Autónomas han comenzado a incluir nuevos contenidos en diferentes asignaturas, especialmente en educación Secundaria. En la mayoría de los casos, no obstante, se trata de asignaturas optativas, por lo que en la mayor parte de nuestro país un estudiante puede cursar toda la educación obligatoria sin haber recibido apenas ningún tipo de formación en relación a estas habilidades.

Desde las unidades responsables de la formación de los docentes de las Comunidades Autónomas y el MEFP, así como desde empresas y organizaciones sin ánimo de lucro, se ofrecen diferentes modalidades de formación y recursos educativos sobre programación, robótica y pensamiento computacional que el profesorado español tiene a su disposición gratuitamente. Llama la atención, por tanto, que la mayoría de los docentes que contestaron a la encuesta desarrollada como parte de este trabajo indiquen que han adquirido sus conocimientos de estas habilidades a través de autoformación. Solamente un tercio de los encuestados indica haber recibido cursos de formación oficial sobre estas cuestiones, y el número de docentes que han recibido otro tipo de cursos no oficiales es prácticamente insignificante.

Por último, las conclusiones de las investigaciones realizadas por universidades sobre el uso educativo de la programación, la robótica y el pensamiento computacional ofrecen información muy valiosa para apoyar la toma de decisiones de las administraciones educativas. Sin embargo, tal como recalcan los propios investigadores, éstas son aún

incipientes y poco habituales en nuestro país. En consecuencia, se considera fundamental que se establezcan colaboraciones entre la academia y las Administraciones educativas para que puedan desarrollarse más investigaciones cuyas conclusiones puedan resultar relevantes para tomar las mejores decisiones en este ámbito.



Propuesta normativa

6	Descripción del trabajo y su alcance	57
7	Educación Infantil	59
8	Educación Primaria	63
9	E.S.O.*	67
10	Bachillerato*	69



6. Descripción del trabajo y su alcance

Esta segunda parte del documento presenta una propuesta normativa que define los objetivos a alcanzar por el alumnado en relación a la programación, la robótica y el pensamiento computacional para cada una de las siguientes etapas educativas no universitarias: educación Infantil, Primaria, Secundaria obligatoria y Bachillerato. Para la definición de estos objetivos se ha contado con la participación de al menos un representante de las entidades que forman parte de la Ponencia *Programación, robótica y pensamiento computacional en el aula*, así como con la colaboración y el asesoramiento de la Subdirección General de Ordenación Académica del MEFP.

Es importante señalar que, en lugar de partir desde cero, se ha considerado más apropiado tomar como punto de partida el trabajo realizado por otras organizaciones y gobiernos que ya han realizado previamente propuestas normativas similares, y se ha trabajado en la selección, adaptación y adición de los objetivos que los participantes en la Ponencia han considerado oportuno.

En concreto, se han utilizado como punto de partida los siguientes documentos:

- Computer Science Teachers Association K-12 Computer Science Standards¹
- Oklahoma Academic Standards for Computer Science²
- National curriculum in England: computing programmes of study³
- The Nordic approach to introducing computational thinking and programming in compulsory education⁴

Para llevar a cabo este trabajo se han realizado tanto sesiones presenciales, en las que se

¹<https://www.csteachers.org/page/standards>

²<http://sde.ok.gov/sde/computer-science-standards>

³<https://www.gov.uk/government/publications/national-curriculum-in-england-computing-programmes-of-study/national-curriculum-in-england-computing-programmes-of-study>

⁴<https://www.itd.cnr.it/doc/CompuThinkNordic.pdf>

han desarrollado dinámicas de grupo y actividades como la mostrada en la Figura 6.1, así como un trabajo colaborativo en red, para lo que se ha utilizado fundamentalmente la plataforma CConectAA⁵, el entorno de colaboración del MEFP.



Figura 6.1: Trabajo sobre los objetivos de educación Infantil, debatiendo sobre lo adecuado de cada uno de los objetivos identificados inicialmente en otras propuestas normativas.

Este trabajo colaborativo en red se ve reflejado en las estadísticas de la plataforma CConectAA, que a fecha de la publicación del documento ascienden a:

- 41 usuarios
- 1.595 accesos
- 26 documentos compartidos
- 20 hilos de discusión

⁵<https://cconectaa.educalab.es/>



7. Educación Infantil

Justificación

Las experiencias de aprendizaje realizadas en educación Infantil tienen efectos muy positivos a corto y largo plazo en el desarrollo cognitivo y social del alumnado [22]. En consecuencia, parecería lógico comenzar a fomentar la programación, la robótica y el pensamiento computacional desde esta etapa educativa. Sin embargo, ¿está el alumnado de entre 3 y 6 años preparado para desarrollar estas habilidades? ¿Existen herramientas adaptadas para estudiantes de estas edades?

En los últimos años se han realizado diversas investigaciones que tratan de dar respuesta a estas preguntas. Para ello se han utilizado diferentes instrumentos y recursos, como robots programables sencillos que incorporan un conjunto de botones en el propio dispositivo para que puedan recibir instrucciones, actividades “desenchufadas” que no requieren contar con dispositivos electrónicos, y entornos de programación basados en flechas o colores, por ejemplo.

Los resultados de estas investigaciones ponen de manifiesto que el alumnado de educación Infantil tiene un desarrollo cognitivo que le permite utilizar sin problemas robots programables [23, 24], y aprovechar las actividades de programación con estos robots para mejorar la capacidad de concentración [25], así como desarrollar habilidades de secuenciación [26]. Ejemplos de dispositivos que han sido utilizados en este tipo de investigaciones son Escornabot¹, Beebot/Bluebot² o Kibo³, aunque existen multitud de soluciones similares.

También se han realizado estudios que muestran que las actividades “desenchufadas”

¹<https://escornabot.com/web/es>

²<https://www.bee-bot.us/bee-bot.html>

³<http://kinderlabrobotics.com/kibo/>

permiten al alumnado de Infantil generar altos niveles de comprensión sobre conceptos básicos de algoritmia, realizar predicciones lógicas sobre el resultado de una secuencia de instrucciones, y desarrollar tareas de detección y corrección de errores en dichas secuencias [27].

Así mismo, otras investigaciones con estudiantes de estas edades muestran el potencial de entornos de programación visuales simples, como Scratch Jr., para el aprendizaje de la programación y su uso como recurso educativo para el desarrollo de otras competencias [28]. Este mismo lenguaje se ha utilizado en una investigación con estudiantes de magisterio de educación Infantil, que muestran altos niveles de aceptación de la herramienta como recurso para el desarrollo del pensamiento computacional [29].

Además, tal como defiende Mitchel Resnick [30], director del grupo de investigación Lifelong Kindergarten en el Media Lab del MIT, la programación y la robótica son muy adecuadas para la educación Infantil, ya que ofrecen posibilidades de aprendizaje con las que los estudiantes pueden “jugar para aprender mientras aprenden a jugar”, en palabras de Bers, Flannery, Kazakoff y Sullivan [31].

Un posible enfoque para el trabajo en Infantil

Por tanto, el enfoque para trabajar la programación y la robótica en esta etapa educativa podría pasar por usar estas habilidades como vehículo para el aprendizaje interdisciplinar, utilizando una pedagogía basada en el juego que amplíe lo que el profesorado ya hace de manera habitual en sus aulas en su día a día, de forma que puedan guiar a su alumnado a reconocer y comprender los aspectos fundamentales del pensamiento computacional.

Para ilustrar este enfoque tomemos por ejemplo el concepto de secuenciación, que se mencionaba previamente. En Infantil habitualmente se aprende sobre este concepto a través de historias que siguen una secuencia o a través de los números ordinales, por ejemplo. La programación y la robótica ofrecen otro escenario para trabajar este mismo concepto, y el alumnado aprenderá sobre él de un modo práctico, divertido y tangible, ya que si las instrucciones que indique a un ordenador o a un robot no están secuenciadas correctamente, no se lograrán los resultados deseados.

Objetivos

A continuación se listan los objetivos de aprendizaje en relación a la programación, la robótica y el pensamiento computacional que han sido identificados para la etapa de educación Infantil, acompañados de una nota aclaratoria con ejemplos y recomendaciones.

- Crear y seguir conjuntos de instrucciones paso a paso para completar tareas.
Por ejemplo, se podrían crear y seguir, de manera verbal o cinestésica, conjuntos de instrucciones para completar tareas familiares como lavarse los dientes, prepararse para ir al colegio o preparar una receta simple, como un bocadillo.
- Desarrollar programas sencillos con secuencias de instrucciones ordenadas para resolver tareas simples.
Para desarrollar estos programas se podrían utilizar actividades “desenchufadas”,

lenguajes de programación visuales basados en flechas o símbolos, o robots programables mediante botones incorporados en los propios dispositivos.

- Conocer la forma en que los programas representan información.

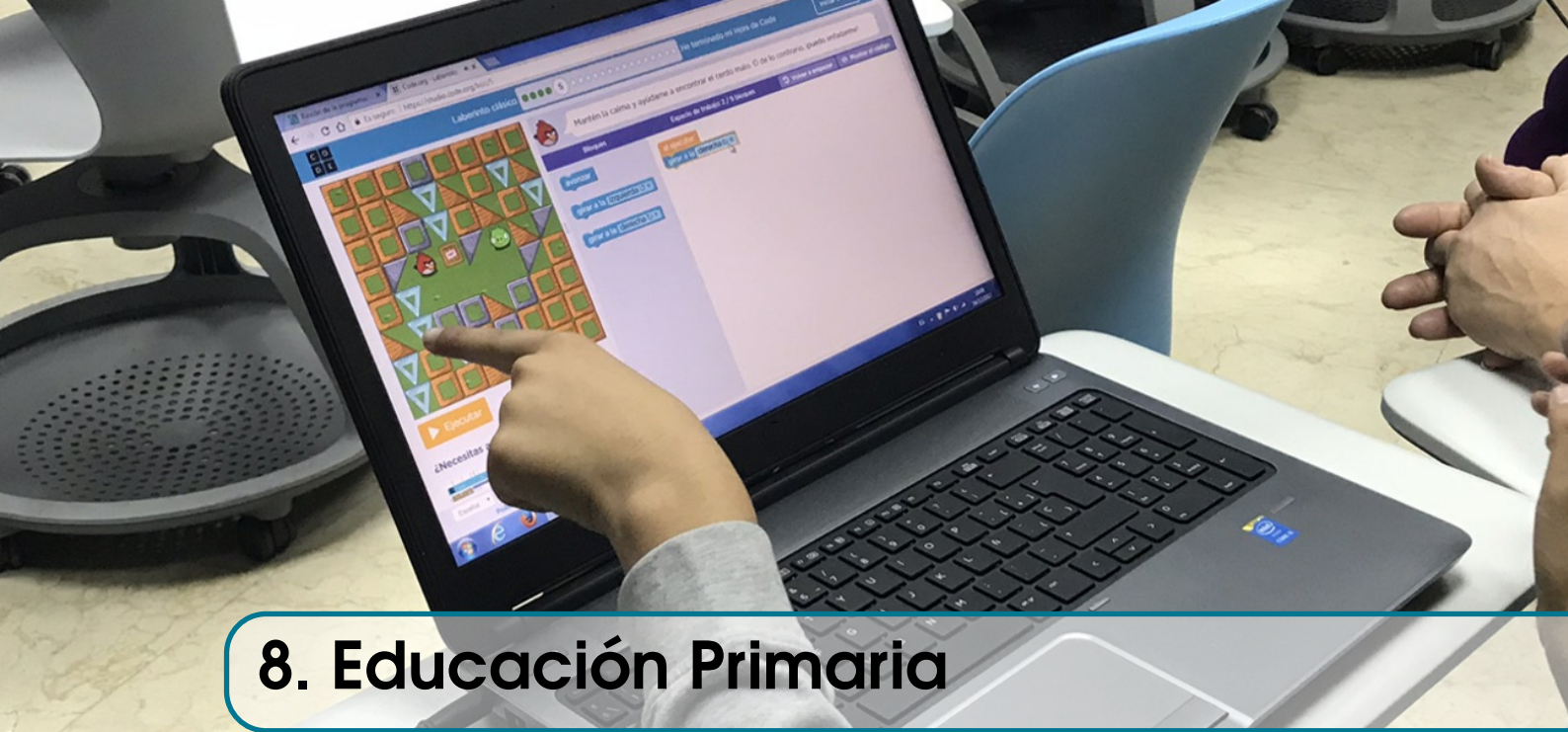
Por ejemplo, al planificar una secuencia de instrucciones se podrían utilizar manos arriba/abajo como representaciones de sí/no, o números u otros símbolos para representar cantidades, como el número de pasos a avanzar.

- Comprender y verbalizar los resultados esperados de un programa sencillo.

Por ejemplo, dada una secuencia de instrucciones creada a base de flechas que representen los movimientos de un robot en un tapete, se podría discutir si el robot llegará al destino deseado.

- Identificar y corregir errores en algoritmos o programas formados por secuencias simples.

El alumnado debería ser capaz de utilizar estrategias simples, como ensayos de prueba y error, seguir el conjunto de instrucciones paso a paso y modificar la secuencia de instrucciones, para solucionar los errores de un programa que no funciona correctamente.



8. Educación Primaria

Introducción

En el entorno europeo son varios los países que han comenzado a ofrecer la posibilidad de cursar contenidos sobre programación, robótica y pensamiento computacional en la educación Primaria, como Bélgica, Estonia, Francia o Israel, y varias naciones han incluido estos contenidos de manera obligatoria para el alumnado de esta etapa, como Eslovaquia, Finlandia o Inglaterra [13].

En algunos de estos países se ha creado una asignatura específica para tratar estos contenidos, mientras que en otros casos se han integrado los contenidos en otras áreas o materias con un enfoque más transversal [13].

Por otra parte, desde el punto de vista del desarrollo biológico y psicológico del alumnado, se debe tener en cuenta que en la educación Primaria los estudiantes de los primeros cursos se encuentran aún en la etapa de infancia (7-8 años), mientras que el alumnado más mayor ya se encuentra en la adolescencia temprana (10-12 años). En consecuencia, las herramientas y recursos que se utilizan a lo largo de esta etapa educativa son también muy diferentes [32]. Así, mientras en los primeros cursos se usan habitualmente recursos muy similares a los utilizados en Infantil, como actividades desenchufadas, sencillos robots programables y lenguajes de programación visuales basados en flechas y símbolos, en cursos más altos se hace uso de lenguajes de programación visuales basados en bloques -como Scratch [33], Blockly [34] o Kodu [35]-, robots y placas algo más avanzadas -como Makey Makey [36], Crumble [37], Lego WeDo [38] o Arduino [39]- y en algunos casos, incluso, lenguajes de programación basados en texto de los utilizados en la industria [32], como pueden ser Python, Java o Swift.

El objetivo de esta propuesta, no obstante, no es determinar si la programación, la robótica y el pensamiento computacional debe impartirse de modo específico con una asignatura

propia dedicada a estas cuestiones o si, por el contrario, estos contenidos deben tratarse de un modo más transversal. Así mismo, no entra dentro del alcance de este documento especificar el tipo de recursos que deben utilizarse en este nivel educativo. El trabajo desarrollado en el marco de la Ponencia se ha limitado a identificar los objetivos que se consideran que el alumnado debería alcanzar al finalizar la etapa de educación Primaria.

Objetivos

A continuación se listan los objetivos de aprendizaje en relación a la programación, la robótica y el pensamiento computacional que han sido identificados para la etapa de educación Primaria, acompañados de una nota aclaratoria con ejemplos y recomendaciones.

Se considera apropiado mencionar que, como educación Infantil no es una etapa obligatoria, no pueden entenderse por alcanzados por todo el alumnado los objetivos identificados para Infantil en este mismo documento. En consecuencia, esos objetivos han sido integrados en este listado de Primaria.

- Comparar diferentes procedimientos que resuelven la misma tarea y determinar cuál es el más apropiado.
Por ejemplo, se podría usar un mapa y planear diferentes procedimientos para ir de un punto a otro, comparando qué ruta es más corta, o más rápida, o cuál evitaría un determinado problema.
- Descomponer (dividir) problemas en subproblemas más pequeños y manejables para facilitar el proceso de desarrollo de un programa.
Por ejemplo, se puede descomponer una historia en diferentes escenas o un juego en distintos niveles, cada uno con su escenario, personajes y acciones.
- Crear programas para resolver problemas o expresar ideas, que combinan secuencias, eventos, bucles y condicionales.
Los programas creados deben incluir diferentes estructuras de control como bucles y condicionales para determinar el orden en el que se ejecuten las instrucciones, y deben permitir reaccionar a eventos, como que un usuario haga click sobre un personaje, por ejemplo.
- Crear programas que usan variables para almacenar y modificar datos.
Por ejemplo, se pueden usar variables para actualizar la puntuación de un juego o para saber en qué escenario se encuentra una historia interactiva.
- Sincronizar programas que se ejecutan de forma concurrente.
Habitualmente las creaciones del alumnado no estarán compuestas por un único programa, sino que implicarán a una serie de programas que se ejecutan de forma concurrente. En consecuencia, el alumnado debe saber sincronizar la ejecución de estos programas, por ejemplo mediante instrucciones de espera o mediante paso de mensajes.
- Probar y depurar programas para garantizar que se ejecutan según lo previsto.
Además de probar sus propios programas para comprobar que cumplen con sus objetivos -identificando y corrigiendo los errores que presenten en caso contrario- el alumnado debe poder depurar programas creados por otras personas. Un elemento clave para este proceso de pruebas y depuración es que el alumnado use el razonamiento lógico para predecir el comportamiento de un programa o parte de

un programa.

- Describir las elecciones tomadas durante el desarrollo de un programa.
Para describir estas elecciones, que ayudarán a otras personas a entender y usar los programas, se pueden usar comentarios en el propio código, o realizar presentaciones y demostraciones, por ejemplo.
- Tener en cuenta los derechos de propiedad intelectual y reconocer la atribución adecuada al crear o mezclar programas.
Además de reconocer la atribución en el trabajo en clase, cuando se compartan proyectos en internet este reconocimiento debe indicarse claramente en el código o utilizando los mecanismos que las plataformas de programación utilizadas ofrezcan.

9. E.S.O.*

Esta sección estará disponible en el mes de octubre de 2018, cuando se publique el informe final de la Ponencia *Programación, robótica y pensamiento computacional en el aula*.

10. Bachillerato*

Esta sección estará disponible en el mes de octubre de 2018, cuando se publique el informe final de la Ponencia *Programación, robótica y pensamiento computacional en el aula*.



Bibliografía

- [1] Molly Watt. What is Logo?. *Creative Computing*, 8(10):112–29, 1982.
- [2] Seymour Papert. *Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas*. Basic Books, Inc., 1980.
- [3] Mitchel Resnick. Point of view: Reviving papert’s dream. *Educational Technology*, 52(4):42, 2012.
- [4] Jeannette M Wing. Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3):33–35, 2006.
- [5] Yasmin B Kafai and Quinn Burke. Computer programming goes back to school. *Phi Delta Kappan*, 95(1):61–65, 2013.
- [6] Steve Furber. Shut down or restart? The way forward for computing in UK schools. Technical report, The Royal Society, London, 2012.
- [7] l’Académie des sciences. L’enseignement de l’informatique en France - Il est urgent de ne plus attendre. Technical report, Institute de France, 2013.
- [8] Pedro Meseguer, Jesús Moreno, Juan José Moreno, Katzalin Olco, Ernesto Pimentel, Miguel Toro, Ángel Velázquez, and Eduardo Vendrell. Enseñanza de la informática en primaria, secundaria y bachillerato: estado español, 2015. Technical report, Sociedad Científica Informática de España, Conferencia de Directores y Decanos de Ingeniería Informática, 2015.
- [9] Walter Gander, Antoine Petit, Gérard Berry, Barbara Demo, Jan Vahrenhold, Andrew McGettrick, Roger Boyle, Avi Mendelson, Chris Stephenson, Carlo Ghezzi, et al. Informatics education: Europe cannot afford to miss the boat. Technical report, ACM, 2013.

- [10] Neelie Kroes and Androulla Vassiliou. Promoting coding skills in Europe is part of the solution to youth unemployment. Technical report, European Commission, 2014.
- [11] Jesús Moreno-León and Gregorio Robles. The Europe code week (CodeEU) initiative: Shaping the skills of future engineers. In *2015 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*, pages 561–566. IEEE, 2015.
- [12] Youth Sport and Directorate-General for Education Culture. Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions on the Digital Education Action Plan. Technical report, European Commission, 2018.
- [13] Anja Balanskat and Katja Engelhardt. Computing our future: Computer programming and coding. Priorities, school curricula and initiatives across Europe. Technical report, European Schoolnet, 2015.
- [14] Stefania Bocconi, Augusto Chiocciariello, Giuliana Dettori, Anusca Ferrari, Katja Engelhardt, Panagiotis Kampylis, and Yves Punie. Developing computational thinking in compulsory education - Implications for policy and practice. Technical report, Publications Office of the European Union, 2016.
- [15] Charity O. Igbokwe. Recent curriculum reforms at the basic education level in Nigeria aimed at catching them young to create change. *American Journal of Educational Research*, 3(1):31–37, 2015.
- [16] Jesús Moreno-Léon, Gregorio Robles, and Marcos Román-González. Programar para aprender en educación primaria y secundaria: ¿qué indica la evidencia empírica sobre este enfoque? *Revista de investigación en docencia universitaria de la informática*, 10(2), 2017.
- [17] Jesús Moreno-León, Gregorio Robles, and Marcos Román-González. Dr. scratch: Automatic analysis of Scratch projects to assess and foster computational thinking. *RED. Revista de Educación a Distancia*, (46):1–23, 2015.
- [18] Marcos Román-González, Juan-Carlos Pérez-González, and Carmen Jiménez-Fernández. Which cognitive abilities underlie computational thinking? criterion validity of the computational thinking test. *Computers in Human Behavior*, 30:1e14, 2016.
- [19] Eduard Muntaner-Perich, Mariona Niell Colom, Marta Peracaula Bosch, and Meritxell Estebanell. El proyecto TIC TAC - Tecnología, Educación y Desarrollo humano. *Actas Desarrollo Humano y Universidad. VI Congreso Universidad y Cooperación al Desarrollo*.
- [20] Meritxell Estebanell Minguell, Juan González Martínez, Marta Peracaula, and Víctor López Simó Bosch. About the concept of computational thinking and its educational potentialities by pre-service teachers. In *Proceedings of the 2017 EduLearn Conference*, pages 6624–6629, 2017.

- [21] Cristina Simarro, Víctor López, Pere Cornellà, Marta Peracaula, Mariona Niell, and Meritxell Estebanell. Més enllà de la programació i la robòtica educativa: el pensament computacional en l'ensenyament steam a infantil i primària. *Ciències: revista del professorat de ciències de Primària i Secundària*, (32):38–46, 2016.
- [22] Gregory Camilli, Sadako Vargas, Sharon Ryan, and W Steven Barnett. Meta-analysis of the effects of early education interventions on cognitive and social development. *Teachers college record*, 112(3):579–620, 2010.
- [23] Kerstin Stoeckelmayr, Michael Tesar, and Alexander Hofmann. Kindergarten children programming robots: a first attempt. In *Proceedings of 2nd International Conference on Robotics in Education (RIE)*, 2011.
- [24] Pekarova Janka. Using a programmable toy at preschool age: why and how. *Proc. SIMPAR*, pages 112–121, 2008.
- [25] Johann Eck, Sabine Hirschmugl-Gaisch, Alexander Hofmann, Martin Kandlhofer, Sabrina Rubenzer, and Gerald Steinbauer. Innovative concepts in educational robotics: Robotics projects for kindergartens in austria. In *Austrian Robotics Workshop*, volume 14, page 12, 2013.
- [26] Elizabeth R Kazakoff, Amanda Sullivan, and Marina U Bers. The effect of a classroom-based intensive robotics and programming workshop on sequencing ability in early childhood. *Early Childhood Education Journal*, 41(4):245–255, 2013.
- [27] Benjamin Wohl, Barry Porter, and Sarah Clinch. Teaching computer science to 5-7 year-olds: An initial study with Scratch, Cubelets and unplugged computing. In *Proceedings of the Workshop in Primary and Secondary Computing Education*, pages 55–60. ACM, 2015.
- [28] Stamatios Papadakis, Michail Kalogiannakis, and Nicholas Zaranis. Developing fundamental programming concepts and computational thinking with ScratchJr in preschool education: a case study. *International Journal of Mobile Learning and Organisation*, 10(3):187–202, 2016.
- [29] Michail Kalogiannakis and Stamatios Papadakis. Pre-service kindergarten teachers acceptance of ScratchJr as a tool for learning and teaching computational thinking and science education. In *proceedings of the 12th Conference of the European Science Education Research Association (ESERA), «Research, practice and collaboration in science education»*. Dublin City University and the University of Limerick, Dublin, Ireland, pages 21–25, 2017.
- [30] Mitchel Resnick. Playful learning and creative societies. *Education Update*, 8(6):1–2, 2003.
- [31] Marina Umaschi Bers, Louise Flannery, Elizabeth R Kazakoff, and Amanda Sullivan. Computational thinking and tinkering: Exploration of an early childhood robotics curriculum. *Computers & Education*, 72:145–157, 2014.

- [32] Sue Sentence. Annual national survey 2015: Results. Technical report, Computing At School, 2015.
- [33] Amanda Wilson, Thomas Hainey, and Thomas M Connolly. Using Scratch with primary school children: an evaluation of games constructed to gauge understanding of programming concepts. *International Journal of Game-Based Learning (IJGBL)*, 3(1):93–109, 2013.
- [34] Jake Trower and Jeff Gray. Blockly language creation and applications: Visual programming for media computation and bluetooth robotics control. In *Proceedings of the 46th ACM Technical Symposium on Computer Science Education*, pages 5–5. ACM, 2015.
- [35] Allan Fowler and Brian Cusack. Kodu game lab: improving the motivation for learning programming concepts. In *Proceedings of the 6th International Conference on Foundations of Digital Games*, pages 238–240. ACM, 2011.
- [36] Beginner’s Mind Collective and David Shaw. Makey makey: improvising tangible and nature-based user interfaces. In *Proceedings of the sixth international conference on tangible, embedded and embodied interaction*, pages 367–370. ACM, 2012.
- [37] Pedro Plaza, Elio Sancristobal, German Carro, Manuel Castro, Manuel Blazquez, and Aruquia Peixoto. Traffic lights through multiple robotic educational tools. In *Global Engineering Education Conference (EDUCON), 2018 IEEE*, pages 2015–2020. IEEE, 2018.
- [38] Karolina Mayerová. Pilot activities: LEGO Wedo at primary school. In *Proceedings of 3rd International Workshop Teaching Robotics, Teaching with Robotics: Integrating Robotics in School Curriculum*, pages 32–39, 2012.
- [39] W Sohn. Design and evaluation of computer programming education strategy using Arduino. *Advanced Science and Technology Letters*, 66(1):73–77, 2014.



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE EDUCACIÓN
Y FORMACIÓN PROFESIONAL



intef

INSTITUTO NACIONAL DE
TECNOLOGÍAS EDUCATIVAS Y DE
FORMACIÓN DEL PROFESORADO