

El Pensamiento Computacional en la Enseñanza Obligatoria (Computhink)

Implicaciones para la política y la práctica

Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado (INTEF)

Departamento de Proyectos Europeos

Febrero 2017

<http://educalab.es/intef> [@educaINTEF](https://twitter.com/educaINTEF) <http://educalab.es/blogs/intef/>



Kindergarteners Learning to Code, de [Kevin Jarret](#), en [Flickr](#), con licencia [CC BY 2.0](#)

Bocconi, S., Chiocciariello, A., Dettori, G., Ferrari, A., Engelhardt, K. (2016). [Developing computational thinking in compulsory education – Implications for policy and practice](#); EUR 28295 EN; doi: 10.2791/792158



Esta obra está bajo una licencia [Creative Commons Atribución-CompartirIgual 3.0 España](#)

CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN	2
2. OBJETIVOS Y METODOLOGÍA	3
Análisis bibliográfico	5
Encuesta a los Ministerios de Educación	5
Opiniones de expertos	5
3. ENTENDIENDO EL PENSAMIENTO COMPUTACIONAL	6
Definiciones de Pensamiento Computacional	6
Principales conceptos y habilidades	7
Relación del Pensamiento Computacional con la Competencia Digital	12
Relación del Pensamiento Computacional con la codificación y la programación	14
4. PRINCIPALES TENDENCIAS EN LA INTEGRACIÓN DEL PENSAMIENTO COMPUTACIONAL EN LA ENSEÑANZA OBLIGATORIA	16
Razones para incluir el Pensamiento Computacional en los currículos y normativas oficiales	16
El Pensamiento Computacional en el currículo de enseñanza obligatoria en Europa	19
Situación del Pensamiento Computacional en el currículo	26
Ejemplos de integración del Pensamiento Computacional en la enseñanza obligatoria en el mundo	28
5. ENFOQUES SOBRE LA ENSEÑANZA, EL APRENDIZAJE Y LA EVALUACIÓN DEL PENSAMIENTO COMPUTACIONAL	29
Enfoques pedagógicos	29
Herramientas de aprendizaje	32
Evaluación	34
6. FORMACIÓN DEL PROFESORADO EN PENSAMIENTO COMPUTACIONAL	35
7. MÁS ALLÁ DE LA EDUCACIÓN FORMAL	37
8. CONCLUSIONES	39

1. INTRODUCCIÓN

El informe cuyo resumen presentamos, **CompuThink**, fue diseñado y financiado por el [Centro Común de Investigación \(JRC\)](#) de la Comisión Europea. Lanzado en el mes de diciembre de 2015, fue llevado a cabo por el [Instituto de Tecnologías Educativas del Consejo Nacional Italiano de Investigación](#) junto a [European Schoolnet](#). Con el objetivo de contribuir al debate sobre la codificación, las habilidades transversales y las competencias a nivel europeo y de los Estados miembros, **CompuThink** está estrechamente vinculado con los estudios del Centro Común de Investigación sobre la competencia digital de los ciudadanos ([DigComp](#)), los docentes ([DigCompEdu](#)) y las organizaciones educativas ([DigCompOrg](#)).

Pensamiento Computacional (Computational Thinking) es el término utilizado actualmente para hacer referencia a las ideas y conceptos claves de las áreas disciplinarias de la Ciencias Informáticas y de la Computación. Se trata de un proceso de pensamiento (o una habilidad de pensamiento humana) que usa enfoques analíticos y algorítmicos para formular, analizar y resolver problemas. Un tema que ha sido objeto de una cada vez mayor atención por parte de investigadores, profesionales y políticos del ámbito educativo en los últimos diez años. Como resultado, estamos asistiendo al aumento significativo de estudios tanto académicos como no convencionales sobre él, y a su frecuente mención, bien explícita o implícitamente, en documentos normativos. Por ejemplo, la [Nueva agenda de capacidades para Europa](#) (Comisión Europea, 2016), aunque aborda las competencias digitales de la población en general más que las del sector de la educación formal, invita de manera explícita a los Estados miembros a que desarrollen el Pensamiento Computacional en la educación: *"Los Estados miembros, las empresas y los individuos necesitan invertir más en la formación en competencias digitales (incluida la programación/computación) en todo el espectro de la educación y la formación"*.

Varias instituciones destacadas tanto dentro como fuera de Europa han tomado parte en el debate sobre la introducción de las habilidades propias del Pensamiento Computacional en la enseñanza obligatoria, con la publicación de varios informes que abogan por un cambio en los currículos en los que tenga cabida el Pensamiento Computacional como disciplina. Una posición apoyada igualmente por el ámbito empresarial.

Un debate internacional que ha puesto de manifiesto la importancia de los estudios de Pensamiento Computacional no sólo en cuanto al contenido se refiere, sino también al potencial que posee para fomentar el desarrollo de habilidades de pensamiento general y de competencias digitales, especialmente en lo que respecta a la programación. Por ejemplo, según el Consejo de la Unión Europea y la Comisión Europea (2015), la competencia digital, una de las competencias clave para el aprendizaje a lo largo de la vida, abarca la programación: *"El aprendizaje y la adquisición de competencias digitales van más allá de las habilidades TIC, implicando su uso seguro, colaborativo y creativo, lo que incluye la programación"*. El trabajo de investigación llevado a cabo en este informe pretende contribuir al debate actual sobre Pensamiento Computacional, programación y competencias transversales a nivel europeo y mundial, prestando especial atención a los siguientes aspectos:

- ¿Cómo podemos definir el Pensamiento Computacional como competencia clave del siglo XXI para el alumnado?
- ¿Cuáles son los conceptos y habilidades principales del Pensamiento Computacional?
- ¿Qué relación tiene el Pensamiento Computacional con la programación/codificación en la enseñanza obligatoria?

- ¿Qué relación existe con la alfabetización/competencia digital?
- ¿Cómo deberían formarse los docentes para integrar el Pensamiento Computacional de manera efectiva en sus clases?
- ¿Debería el Pensamiento Computacional concebirse como una asignatura específica, integrada en las disciplinas STEM, o considerarse como intercurricular?
- ¿Qué implica la evaluación del Pensamiento Computacional?
- ¿Qué se necesita para avanzar en la agenda del Pensamiento Computacional en la enseñanza obligatoria?

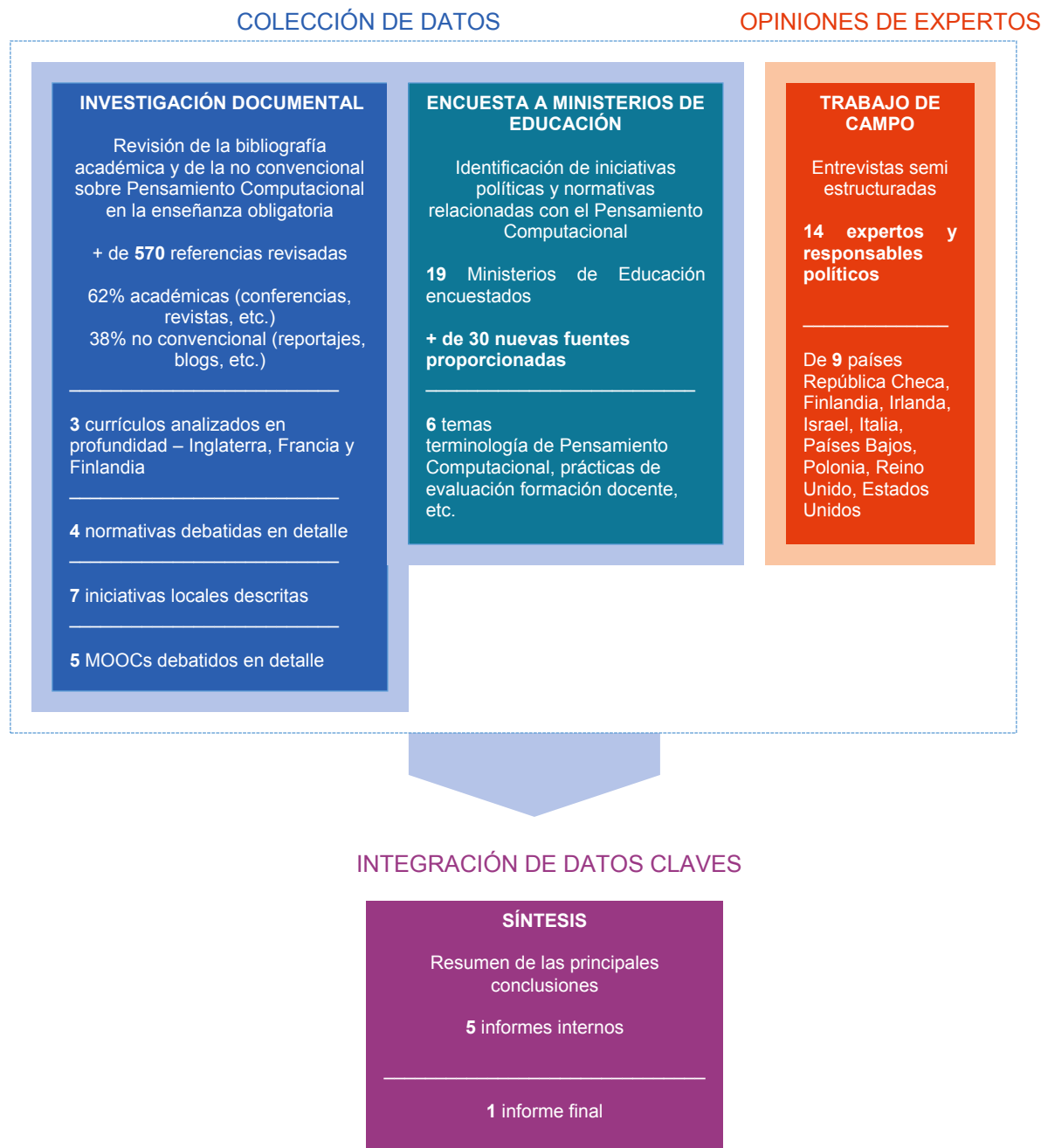
2. OBJETIVOS Y METODOLOGÍA

Este estudio tiene como objetivo proporcionar una visión general de las habilidades de Pensamiento Computacional a desarrollar por el alumnado, englobando los resultados e iniciativas recientes derivados de la investigación a nivel local y político. Su objetivo final es comprender mejor los conceptos y las características básicas del Pensamiento Computacional para el alumnado y su potencial en la enseñanza obligatoria. Los objetivos específicos de *CompuThink* son:

- revisar de manera exhaustiva las definiciones y los marcos de competencias del Pensamiento Computacional en el contexto de la enseñanza obligatoria (es decir, la enseñanza primaria, secundaria y formación profesional);
- analizar y sintetizar los resultados generados por las iniciativas locales y políticas para el desarrollo de habilidades de Pensamiento Computacional en el alumnado, dentro y fuera de la enseñanza formal.
- documentar los desarrollos en el campo del Pensamiento Computacional, que son más significativos en la enseñanza obligatoria en Europa, y proporcionar evidencias significativas, incluidas las implicaciones para las políticas y su puesta en práctica.

El estudio sigue un enfoque principalmente cualitativo que comprende cuatro componentes principales:

- una amplia investigación documental que se basa en una gran variedad de fuentes de datos, tanto literatura académica como no convencional (por ejemplo, artículos de revistas, informes, blogs, etc.);
- una encuesta a los Ministerios de Educación de Europa y más allá para tener acceso a documentos de especial relevancia (por ejemplo, currículos, directrices), para su análisis más detallado;
- entrevistas semiestructuradas que aportan información de expertos, profesionales y responsables políticos; e
- integración de los datos claves en un conjunto coherente.



Fuente: creación propia a partir de imagen de informe original

Análisis bibliográfico

Se llevó a cabo una extensa revisión de la bibliografía, utilizando una gran variedad de fuentes, tales como informes técnicos y políticos, artículos de revistas y de conferencias, capítulos de libros, sitios webs y blogs, recortes de prensa y periódicos, vídeos y presentaciones. Una revisión con un doble objetivo:

- definir y clasificar las conceptualizaciones que del Pensamiento Computacional existen como competencia clave (o conjunto de ellas) del siglo XXI en el contexto de la enseñanza obligatoria;
- reunir evidencias de iniciativas políticas e implementaciones prácticas, incluyendo las de tipo local y MOOCs para el desarrollo de esas habilidades de Pensamiento Computacional entre alumnado de primaria/secundaria.

El análisis bibliográfico permitió recopilar más de 570 fuentes tanto académicas como no convencionales. Además, se examinaron en profundidad tres planes recientes de actualización de currículos (Inglaterra, Francia y Finlandia), se debatieron cuatro documentos normativos a nivel europeo, junto a siete iniciativas locales implementadas tanto dentro como fuera de Europa, y se describieron más de veinte MOOCs relacionados con el Pensamiento Computacional.

Encuesta a los Ministerios de Educación

La investigación documental fue complementada con una encuesta respondida por 18 Ministerios de Educación en Europa, además de los de Turquía e Israel. Una encuesta decisiva para identificar y acceder a más de 30 documentos de especial relevancia sobre el Pensamiento Computacional, como currículos, directrices, estrategias políticas e informes nacionales. Estos documentos proporcionaron información adicional sobre planes de implementación (currículos) y/o medidas de apoyo (es decir, formación docente y evaluación). La encuesta cubrió seis aspectos principales del Pensamiento Computacional: terminología, integración curricular, formación del profesorado, estrategias de evaluación, relación con la alfabetización/competencia digital, y vinculación con la codificación/programación. Los documentos identificados en la encuesta se integraron en la investigación documental, mientras que los conocimientos adquiridos derivados de las prioridades ministeriales actuales y de los trabajos en marcha complementaron los resultados de la investigación documental y de las entrevistas a expertos.

Opiniones de expertos

Se entrevistó a responsables políticos, investigadores y profesionales de nueve países para recopilar distintos puntos de vista y opiniones, con el objetivo principal de validar y complementar la investigación documental.

3. ENTENDIENDO EL PENSAMIENTO COMPUTACIONAL

Definiciones de Pensamiento Computacional

Jeanette Wing introdujo el término *Pensamiento Computacional* en una columna de opinión publicada en *Comunicaciones de la ACM* (la publicación mensual de la *Association for Computing Machinery*) en marzo de 2006 (página 33):

"El Pensamiento Computacional implica resolver problemas, diseñar sistemas y comprender el comportamiento humano, basándose en los conceptos fundamentales de la ciencia de la Computación. El Pensamiento Computacional incluye una amplia variedad de herramientas mentales que reflejan la amplitud del campo de la Computación".

Wing afirmó que el Pensamiento Computacional *"representa una actitud y unas habilidades universales que todos los individuos, no sólo los científicos computacionales, deberían aprender y usar"* (p.33). Desde entonces, este artículo ha estimulado el debate internacional sobre la naturaleza del Pensamiento Computacional y su valor para la educación, con contribuciones de los ámbitos educativo, empresarial y político.

En 2010, el Consejo Nacional de Investigación (NRC) de los Estados Unidos organizó un *"Taller sobre el alcance y la naturaleza del Pensamiento Computacional"* con investigadores internacionales de prestigio, incluyendo Jeannette Wing. Una de sus conclusiones fue la evidente falta de consenso sobre definiciones básicas, ante la gran variedad de puntos de vista diferentes que los participantes expresaron sobre el alcance y la naturaleza del Pensamiento Computacional.

En 2011 Wing propuso una nueva definición de Pensamiento Computacional:

"El Pensamiento Computacional son los procesos de pensamiento implicados en la formulación de problemas y sus soluciones para que estas últimas estén representadas de forma que puedan llevarse a cabo de manera efectiva por un procesador de información"(p.1).

De esta definición surgen dos aspectos que son particularmente significativos para la educación:

1. El Pensamiento Computacional es un proceso de pensamiento, por lo tanto independiente de la tecnología.
2. El Pensamiento Computacional es un tipo específico de resolución de problemas que implica capacidades distintas, por ejemplo, ser capaz de diseñar soluciones para ser ejecutadas por un ordenador, un humano, o una combinación de ambos.

La definición de Wing se ha convertido en un punto de referencia en el debate sobre el Pensamiento Computacional. No obstante, hay otras definiciones, entre las que hay que destacar la que la *Royal Society* propuso en 2012 (p. 29), que hace hincapié en que la Computación no es solamente una obra humana sino que también está presente en la naturaleza, por ejemplo, en el ADN:

"El Pensamiento Computacional es el proceso de reconocer aspectos de la Computación en el mundo que nos rodea, y de aplicar las herramientas y las técnicas de la Computación para entender y razonar los sistemas naturales y artificiales y los procesos".

La *Computer Science Teachers Association* y la *International Society for Technology in Education* (CSTA & ISTE, 2009, p.1) han desarrollado una definición operativa concebida como otro punto de referencia significativo. En ella se enumeran todas las operaciones que conforman el Pensamiento Computacional como práctica:

El Pensamiento Computacional es un proceso de resolución de problemas que incluye (pero no está limitado) las siguientes características:

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

En agosto de 2016, el CSTA publicó los *Estándares de Ciencias de la Computación en educación primaria y secundaria*, como una actualización de los ya existentes, que hacían referencia a las definiciones de Pensamiento Computacional de Wing (2011), en los que se enfatizan los aspectos relativos a la resolución de problemas, así como a la abstracción, automatización y análisis como elementos distintivos del Pensamiento Computacional:

"Creemos que el Pensamiento Computacional es una metodología de resolución de problemas que amplía el campo de la computación a todas las disciplinas, proporcionando un medio distinto de analizar y desarrollar soluciones a problemas que pueden ser resueltos computacionalmente. Centrado en la abstracción, la automatización y el análisis, el Pensamiento Computacional es un elemento esencial de la disciplina de la computación" (p.6).

Principales conceptos y habilidades

Numerosos estudios examinan las ventajas de la introducción del Pensamiento Computacional en la enseñanza obligatoria. Y es que el Pensamiento Computacional permite a los niños y jóvenes pensar de una manera diferente a la hora de resolver problemas, analizar los asuntos cotidianos desde una perspectiva distinta (Lee et al., 2011), desarrollar la capacidad de descubrir, crear e innovar (Allan et al., 2010), o entender lo que la tecnología puede ofrecerles.

Kolodner cree que el Pensamiento Computacional es un conjunto de habilidades que se transfieren a través de dominios disciplinarios (NRC 2011, p. 54). En opinión de Resnick, el Pensamiento Computacional no es simplemente una manera de aprender habilidades para resolver problemas, sino también un medio para expresarse a través de medios digitales. Esto significa que las habilidades de Pensamiento Computacional son necesarias para el diseño y la cooperación social (ibíd., P.68).

Diferentes autores sugieren una amplia variedad de habilidades relacionadas con la adquisición del Pensamiento Computacional, tales como: resolución de problemas, examen de patrones de datos y cuestionamiento de evidencias (Charlton & Luckin, 2012); recopilación, análisis y representación de datos, descomposición de problemas, uso de algoritmos y procedimientos, realización de simulaciones (por ejemplo, Gretter & Yadav, 2016); utilización de modelos informáticos para simular escenarios (*Creative Learning Exchange*, 2015); trabajo con problemas abiertos (Weintrop et al., 2015); y razonamiento sobre objetos abstractos (Armoni, 2010).

Esta variedad también surge de las entrevistas a los expertos. Irene Lee enfatiza que los humanos están planteando problemas y diseñando soluciones que deben ser ejecutadas por ordenadores; por lo tanto, el Pensamiento Computacional implica elaborar los procesos de solución de acuerdo a las capacidades del ordenador, como la iteración, la selección y la secuenciación. En opinión de Tullia Urschitz, el Pensamiento Computacional conlleva fragmentar un problema en componentes más pequeños, encontrar soluciones (algoritmos), escribir instrucciones y analizar la solución. De acuerdo con Joke Voogt, el Pensamiento Computacional está estrechamente conectado con la Computación, en especial con características como la abstracción, la descomposición de problemas y la automatización. Jan Lepeltak destaca la fuerte conexión entre el Pensamiento Computacional y el lenguaje, lo que significa que el Pensamiento Computacional no sólo concierne a la forma en que los ordenadores funcionan, sino también a cómo podemos comunicarnos con ellos.

Mitchel Resnick también pone énfasis en la conexión con el lenguaje, considerando la Computación como alfabetización: el Pensamiento Computacional es una forma de expresarnos y entender el mundo usando ordenadores e ideas computacionales. Dos entrevistados, Judith Gal-Ezer y Leo Pahkin, prefieren usar la expresión *pensamiento algorítmico* en lugar de *Pensamiento Computacional*. Finalmente, Maciej M. Sysło señaló que no hay acuerdo sobre la definición del término, básicamente porque el concepto está todavía en su infancia. Janusz Krupa expresó su preocupación por las consecuencias de la introducción del término Pensamiento Computacional. A pesar de que el nuevo currículo polaco hace referencia al Pensamiento Computacional, Krupa expresa que los docentes podrían tener "miedo al Pensamiento Computacional", por lo tanto sería mejor usar expresiones más familiares como resolución de problemas, pensamiento algorítmico y pensamiento crítico.

A pesar de la gran variedad de definiciones y propuestas, existe un subconjunto emergente de conceptos y habilidades bastante habitual en la literatura. En la siguiente tabla se yuxtaponen las habilidades de Pensamiento Computacional identificadas en cinco estudios trascendentes, que fueron seleccionadas por: a) ser frecuentemente citadas; b) incluir una gran cantidad de información sobre otros estudios; c) proporcionar una gran variedad de perspectivas y puntos de vista en términos de líneas de investigación y grupos de trabajo internacionales.

Barr & Stephenson, 2011	Lee et al., 2011	Grover & Pea, 2013	Selby & Woollard, 2013	Angeli et al., 2016
Abstracción	Abstracción	Abstracción y generalizaciones de patrones	Abstracción	Abstracción
Algoritmos y procesos		Nociones algorítmicas de flujo de control	Pensamiento Algorítmico	Algoritmos (incluyendo secuenciación y flujo de control)
Automatización	Automatización			
	Análisis			
		Lógica condicional		
Descomposición de problemas		Descomposición estructurada de problemas (modularización)	Descomposición	Descomposición
		Depuración y detección de errores sistemáticos		Depuración
		Limitaciones de eficiencia y rendimiento	Evaluación	
			Generalizaciones	Generalización
		Pensamiento iterativo, recursivo y paralelo		
Paralelización				
Simulación				
		Sistemas y representaciones de símbolos		
		Procesamiento sistemático de la información		

Varios de los puntos anteriores también están presentes en los artículos de Wing sobre el Pensamiento Computacional:

- El proceso de pensamiento más importante y de mayor nivel en el Pensamiento Computacional es el proceso de **abstracción** (2011, p.1).
- Un **algoritmo** es una abstracción de un proceso que admite entradas, ejecuta una secuencia de pasos y produce resultados para alcanzar una meta determinada (2011, p.1).
- La computación es la **automatización** de nuestras abstracciones. Operamos mecanizando nuestras abstracciones, capas de abstracción y sus relaciones. La mecanización es posible gracias a nuestras anotaciones y modelos precisos y exactos (2008, página 3718).
- El Pensamiento Computacional utiliza la abstracción y la **descomposición** al abordar una tarea compleja o al diseñar un sistema complejo (2006, p.33).
- La abstracción se utiliza en la definición de patrones, en la generalización desde ejemplos, y en la parametrización (**generalización**) (2011, p.1).

Los términos recogidos de los artículos recogidos en la tabla anterior y los de los trabajos de Jeannette Wing apuntan a una clara caracterización del Pensamiento Computacional. Podríamos decir que el Pensamiento Computacional describe los procesos de pensamiento implicados en la formulación de un problema para admitir una solución computacional que implique abstracción, pensamiento algorítmico, automatización, descomposición, depuración y generalización. Las definiciones de estos ítems se presentan en esta otra tabla:

Habilidad de Pensamiento Computacional	Definición
Abstracción	La abstracción es el proceso de hacer un artefacto más comprensible a través de la reducción de los detalles innecesarios. La habilidad en la abstracción reside en la elección del detalle a ocultar de manera que el problema se vuelva más fácil, sin perder todo lo que es importante. Una parte fundamental de la misma es la elección de una buena representación de un sistema. Diferentes representaciones hacen diferentes cosas fáciles de hacer (Csizmadia et al., 2015, p. 7).
Pensamiento algorítmico	El pensamiento algorítmico es una forma de llegar a una solución a través de una definición clara de los pasos (Csizmadia et al., 2015, p. 7).
Automatización	La automatización es un proceso de ahorro de trabajo en el que un ordenador se programa para ejecutar un conjunto de tareas repetitivas de manera rápida y eficiente en comparación con un ser humano. A este respecto, los programas de ordenador son "automatizaciones de abstracciones" (Lee, 2011, p.33).
Descomposición	La descomposición es una manera de pensar acerca de los artefactos en términos de sus partes y componentes. Cada pieza debe entenderse, solucionarse, desarrollarse y evaluarse por separado. Esto hace más fácil resolver problemas complejos, y grandes sistemas más fáciles de diseñar (Csizmadia et al., 2015, p. 8).
Depuración	La depuración es la aplicación sistemática de las habilidades de análisis y evaluación utilizando como prueba la localización y el pensamiento lógico para predecir y verificar los resultados.

Generalización	La generalización se asocia con la identificación de patrones, similitudes y conexiones, y la explotación de las características. Es una forma de resolver rápidamente los nuevos problemas sobre la base de las soluciones en los problemas anteriores, y la construcción en la experiencia previa. Haciendo preguntas tales como "¿Esto es similar a un problema que ya he solucionado?" y "¿Cómo es diferente?" Son importantes aquí el proceso de reconocimiento de patrones. Algoritmos que resuelven algunos problemas específicos se pueden adaptar para resolver toda una clase de problemas similares (Csizmadia et al., 2015, p. 8).
-----------------------	--

Algunos autores afirman que el Pensamiento Computacional no sólo se caracteriza por habilidades, sino también por actitudes o disposiciones, como se indica en la siguiente tabla:

Referencia	Características / actitudes / cualidades del Pensamiento Computacional
Barr, Harrison & Conery (2011, p. 51)	Seguridad ante la complejidad Persistencia a la hora de trabajar con problemas difíciles Capacidad de gestionar la ambigüedad Capacidad de tratar con problemas abiertos Capacidad de comunicarse y trabajar con otros para lograr un objetivo o solución común
Woollar (2016, p. 5)	Experimentación Creación Depuración Perseverancia Colaboración
Weintrop et al. (2015, p. 133)	Seguridad ante la complejidad Persistencia a la hora de trabajar con problemas difíciles Capacidad de tratar con problemas abiertos

Si consideramos una competencia como la suma de conocimientos, habilidades y actitudes, los puntos claves resumidos en la tabla anterior plantean la posibilidad de considerar el Pensamiento Computacional como una competencia. En su entrevista, Voogt enfatizó que:

"por la investigación sabemos que una actitud importante hacia el Pensamiento Computacional es que los estudiantes puedan trabajar con incertidumbre en situaciones complejas, teniendo que ser precisos. Por lo tanto, hay una variedad de actitudes que se están desarrollando al mismo tiempo que lo están haciendo las habilidades de Pensamiento Computacional; por este motivo, es razonable hablar de Pensamiento Computacional como una competencia".

Relación del Pensamiento Computacional con la Competencia Digital

En 2006, el Parlamento Europeo y el Consejo de la Unión Europea publicaron una serie de recomendaciones sobre ocho competencias claves para el aprendizaje a lo largo de la vida, entre las cuales se encontraba la *Competencia Digital* (Parlamento Europeo, 2006). En el mismo año, el término Pensamiento Computacional fue propuesto por Jeanette Wing, centrando la atención no en el uso seguro de la tecnología, sino en la comprensión de sus conceptos básicos subyacentes. La tendencia actual de integrar el Pensamiento Computacional en la enseñanza obligatoria hace que la investigación de su relación con el término *Competencia Digital* sea aún más relevante.

La investigación documental identificó sólo un reducido número de referencias en relación a este aspecto; en comparación, se encontraron más referencias a los términos *alfabetización digital*, *alfabetización en TIC* y *alfabetización tecnológica*. Esto puede explicarse por las variaciones en el vocabulario: el término *Competencia Digital* es utilizado principalmente por la Comisión Europea y por los investigadores noruegos, mientras que en el mundo anglosajón la tendencia es hablar de *habilidades digitales* o *alfabetización digital*. Yadav (2014) señala, en una amplia reflexión sobre la introducción de las habilidades de Pensamiento Computacional en la enseñanza obligatoria, cómo el Pensamiento Computacional desarrolla en los estudiantes más que habilidades operacionales y técnicas, convirtiéndolos en solucionadores de problemas en lugar de usuarios de software, fomentando en ellos la creatividad y la resolución de problemas, y mejorando muchas de las técnicas de resolución de problemas que los docentes ya conocen y enseñan. Zapata-Ros (2015) defiende también el Pensamiento Computacional como una competencia *per se*, conformada por 14 elementos interconectados que incluyen, entre otros, creatividad y metacognición, junto con abstracción y recursividad. Gretter y Yadav (2016) presentan dos enfoques de las competencias del siglo XXI que fusionan Pensamiento Computacional con el concepto de la UNESCO de *Alfabetización Mediática e Informacional* - AMI (MIL por sus siglas en inglés), en apoyo de las habilidades de los estudiantes del siglo XXI y la ciudadanía. También debaten cómo el Pensamiento Computacional y la Alfabetización Mediática e Informacional pueden proporcionar a los estudiantes las habilidades complementarias para convertirse en participantes activos y reflexivos de la cultura digital. Concluyen que *"la relación complementaria entre Pensamiento Computacional y Alfabetización Mediática e Informacional puede proporcionar a los docentes un completo conjunto de habilidades que permiten a los estudiantes tanto navegar de manera crítica como producir contenido digital de manera creativa"*(p.6).

Esto coincide con la opinión que Resnick expresó en diversas entrevistas acerca de que la Computación es un medio para la autoexpresión: *"la programación, como la escritura, es un medio de expresión y un punto de partida para desarrollar nuevas formas de pensar"*. Cabe señalar también que el *Marco Europeo para la competencia digital de los ciudadanos, DigComp* (Ferrari, 2013), incluye la programación. Su reciente actualización, *DigComp 2.0* (Vuorikari et al., 2016), abarca los principales componentes de la alfabetización informacional y parte de la Alfabetización Mediática e Informacional de la UNESCO.

De un gran consenso emergente de la literatura se desprende que el Pensamiento Computacional es más que programar, y que su relación con la competencia digital podría no ser capaz de reflejar plenamente las ideas y habilidades básicas asociadas con el Pensamiento Computacional. Voogt señala que la alfabetización digital difiere en cierta medida del Pensamiento Computacional porque hace referencia a las habilidades básicas de alfabetización. Por el contrario, si todos adquiriéramos algunos de los fundamentos del Pensamiento Computacional, tendríamos una mejor comprensión del desarrollo tecnológico, ayudándonos a dominarlo en lugar de temerlo.

Las contribuciones más significativas sobre la relación entre la competencia digital y el Pensamiento Computacional proceden de documentos normativos y de debates sobre la implementación del Pensamiento Computacional y de la Computación en la educación. El Pensamiento Computacional también se asocia con una crítica implícita de las formas en que la alfabetización digital se ha abordado en la práctica escolar. En consecuencia, existe un esfuerzo por concentrarse no en la tecnología, sino en las ideas y en la ciencia que hay detrás de las tecnologías de la revolución digital. Un gran número de documentos influyentes expresaron claramente esta idea. Unos documentos que combinan el fomento de la inclusión del Pensamiento Computacional en los estudios de Ciencias de la Computación con una crítica de la manera en que se aborda la alfabetización digital en la educación. Por ejemplo, Simon Peyton Jones informa que en Inglaterra *"había una asignatura obligatoria llamada Tecnología de la Información y Comunicación (TIC); sin embargo, se trataba de una asignatura tecnológica centrada en cómo utilizar herramientas. Una variedad de factores provocó que las TIC fueran consideradas por los estudiantes como una asignatura de poca importancia"*. Esto dio lugar a una completa reestructuración del programa TIC, ahora llamado *Computing*. Por lo tanto, la Computación se introduce junto a la alfabetización digital y de la información, como se sugiere en el informe de la *Royal Society* (2012, p.11): *"El término TIC como marca debe ser revisado y considerada la posibilidad de desglosarlo en áreas claramente definidas, como la alfabetización digital, la tecnología de la información y la Computación. [...] El término 'TIC' no debe usarse más, porque supone demasiadas connotaciones negativas"*.

Los resultados de la encuesta a los Ministerios reflejan debates similares sobre la relación entre el Pensamiento Computacional y la competencia/alfabetización digital. En Noruega se hace hincapié en el Pensamiento Computacional como un medio para entender lo que hay "detrás", y cómo funcionan realmente las herramientas. Esta conceptualización distingue claramente el Pensamiento Computacional de la alfabetización digital, que tiende a centrarse en ser un usuario competente y seguro de herramientas y recursos digitales. Otro elemento distintivo del Pensamiento Computacional que Noruega plantea es el centro en los procesos y métodos de resolución de problemas, y en la creación de soluciones. En la República Checa el Pensamiento Computacional se considera más una competencia, mientras que una alfabetización digital bien desarrollada es una condición previa para pensar de una manera "computacional". Según Hungría, observando y comprendiendo los algoritmos de un ordenador en funcionamiento, se puede desarrollar una aptitud hacia su uso. En Italia, el Pensamiento Computacional es considerado clave para la alfabetización digital y mediática, un abecedario indispensable para que los estudiantes conozcan el entorno digital y la capacidad de crear y actuar proactivamente en él. Según Lituania, el Pensamiento Computacional puede ayudar a desarrollar habilidades digitales e inteligencia colectiva. Polonia expresa una opinión similar, ya que el nuevo currículum de Pensamiento Computacional abarca a todos los estudiantes de enseñanza obligatoria y, según se afirma, también contribuirá a la alfabetización digital en general. En el currículo maltés de enseñanza primaria, el Pensamiento Computacional está integrado en la alfabetización digital y las TIC. Por último, Gales ha incluido el Pensamiento Computacional en su *Marco de Competencia Digital* (DCF) aprobado en septiembre de 2016.

Relación del Pensamiento Computacional con la codificación y la programación

La codificación y la programación se utilizan a menudo indistintamente para expresar el proceso de "escribir" las instrucciones que un ordenador ejecuta. Sin embargo, la programación hace referencia a la actividad más amplia de analizar un problema, diseñar una solución e implementarla. La codificación, por su parte, es la etapa de implementación de soluciones en un lenguaje de programación determinado. Las habilidades de implementación van más allá de la codificación, ya que incluyen depuración y pruebas (Duncan et al., 2014).

En general, se está de acuerdo en considerar que el Pensamiento Computacional y la programación no son conjuntos superpuestos: "pensar como un científico computacional significa más que ser capaz de programar un ordenador" (Wing, 2006 - p.33). Voogt señaló en las entrevistas que, si bien la codificación y la programación son una parte importante del Pensamiento Computacional, este implica otros elementos fundamentales como el análisis y la descomposición de problemas.

Simon Peyton Jones expresó la opinión de que el Pensamiento Computacional es la capacidad de: a) desarrollar abstracciones computacionales de problemas del mundo real; y b) diseñar, desarrollar, mejorar y razonar sobre artefactos computacionales (es decir, programas). El Currículo de Computación inglés establece que incluso los niños de educación primaria deben ser capaces de *"utilizar el razonamiento lógico para predecir el comportamiento de los programas simples"*; es decir, han de poder explicar a alguien lo que un programa está destinado a hacer o, si un programa no se comporta como se espera, entender por qué. Predecir es importante: la programación no es sólo la escritura, sino también la capacidad de ejecutar mentalmente lo que está escrito. Esto es fundamental para el Pensamiento Computacional.

A pesar de estas distinciones, la programación puede concretar los conceptos del Pensamiento Computacional y convertirlos en una herramienta para el aprendizaje. Varios autores defienden el papel de la programación en el contexto de un currículo de Computación; otros ven la programación como un medio para explorar otros dominios o para la autoexpresión a través de la narración digital y/o la creación de videojuegos.

Desde que se considera la abstracción como una habilidad clave del Pensamiento Computacional, algunos autores piensan que la introducción del Pensamiento Computacional y la programación en la educación primaria requiere de la investigación empírica en la edad más temprana en que los estudiantes puedan manejar la abstracción (Armoni y GalEzer, 2014). Otros conceptualizan el Pensamiento Computacional como más alineado con el lenguaje y la alfabetización, especialmente la parte de escritura de la alfabetización. En su opinión, la programación es una forma de escribir para expresarse con medios informáticos.

Mitchel Resnick ve la escritura y la programación como abstractas de maneras similares: *"Escribir palabras es muy abstracto, cuál es el significado de esas líneas en el papel. Los niños de cinco años saben cómo poner las cosas en una secuencia; si el entorno de programación permite poner fácilmente comandos en una secuencia para hacer que sucedan cosas interesantes, los niños lo harán"*.

El análisis de las fuentes recopiladas revela que se usan una gran variedad de términos con referencia al Pensamiento Computacional. El siguiente gráfico representa algunos de los considerados en este estudio con el fin de registrar las principales tendencias en el campo:



Fuente: adaptación de imagen del informe original

Algunos términos específicos utilizados en relación con el Pensamiento Computacional hacen hincapié sobre un aspecto en particular y/o reflejan las posiciones de las partes interesadas:

"Prefiero usar la expresión Pensamiento Algorítmico por el tipo de habilidades que la gente incluye en el Pensamiento Computacional, porque "computacional" tiene que ver con la computación y realmente en este campo hacemos mucho más que computación, resolvemos problemas pasando por varios niveles de abstracción; al final, también tenemos un cálculo, pero sólo en una etapa final. El Pensamiento Algorítmico es el espíritu de la computación, el arte de la computación." (Judith Gal-Ezer, Israel)

"Los docentes le tienen miedo al término Pensamiento Computacional. Son más conocidos algunos términos como resolución de problemas, pensamiento algorítmico y pensamiento crítico." (Januz Krupa, Polonia)

El contexto de uso (académico vs político) también influye en la terminología adoptada al referirse al Pensamiento Computacional: *"El término Pensamiento Computacional es el más apropiado de usar, aunque un poco técnico. El currículum nacional maltés no se refiere a Pensamiento Computacional, ya que este término está reservado para la investigación académica y la documentación oficial."* (Respuesta maltesa a la encuesta)

La firmeza relativa del término Pensamiento Computacional en los idiomas nacionales también influye en la elección del término utilizado:

"Es posible traducir Pensamiento Computacional a finlandés, pero el término finlandés es demasiado sonoro, como si los humanos comenzaran a pensar como una máquina y dejaran de ser seres humanos. Por lo tanto, es mejor usar un término más general". (Leo Pahkin, Finlandia)

4. PRINCIPALES TENDENCIAS EN LA INTEGRACIÓN DEL PENSAMIENTO COMPUTACIONAL EN LA ENSEÑANZA OBLIGATORIA

Se están poniendo en marcha iniciativas en varias partes del mundo para integrar el Pensamiento Computacional en los currículos de la enseñanza obligatoria. En esta sección, se ofrece una visión general de la situación actual en Europa, más Israel y Turquía, según lo que se desprende de la información recopilada para este estudio, es decir, la procedente de la encuesta a los Ministerios de Educación, las entrevistas a expertos y la investigación documental.

El currículo es un término sobrecargado que hace referencia tanto a un componente normativo/político como a uno pedagógico. Este estudio se centra en las iniciativas políticas (en curso o previstas) que impliquen una reforma de los currículos nacionales y/o normativas oficiales, en las que se contemple la integración del Pensamiento Computacional en la enseñanza obligatoria. Por tanto se excluyen las iniciativas nacionales que no cumplen estos criterios, como el caso de Estonia. Contrariamente a lo que solemos leer en prensa, Estonia no tiene en realidad ninguna política o planes actuales para incluir el Pensamiento Computacional en el currículo nacional. La principal iniciativa relacionada con el Pensamiento Computacional, *ProgeTiger*, apoya a los centros escolares del país que están dispuestos a implementar la codificación y el Pensamiento Computacional, la robótica y la tecnología 3D a nivel local. Fue lanzada en 2012 y actualmente está coordinada por la *Fundación de Tecnologías de la Información* de Estonia (HITSA) en colaboración con el Ministerio de Educación e Investigación. Aunque el 80% de los centros escolares estonios se han beneficiado del programa *ProgeTiger*, no todos ellos participan en él. *ProgeTiger* está llevando a cabo una encuesta para analizar el uso de las TIC y la tecnología en los currículos, cuya finalización está prevista para el mes de marzo de este año.

Razones para incluir el Pensamiento Computacional en los currículos y normativas oficiales

Una serie de artículos incluidos en la investigación documental justifican la inclusión del Pensamiento Computacional en la educación formal. Y es que muchos autores conciben el Pensamiento Computacional integrado en los currículos como un medio para desarrollar las habilidades de resolución de problemas del alumnado. Webb y sus compañeros (2016) sostienen que los aspectos de la Computación, incluida la programación, son una forma ideal de desarrollar el Pensamiento Computacional, que los alumnos pueden aplicar más ampliamente como una estrategia de resolución de problemas. En el currículo de Austria, la comprensión de la informática es considerada una forma de permitir la solución de problemas: mediante el análisis de procesos reales en su entorno personal, los alumnos deben ser capaces de comprender sistemas complejos e interdependencias.

El Pensamiento Computacional y sus conceptos relacionados son concebidos como una forma de empoderamiento. El grupo de trabajo francés del Consejo Nacional Digital sostiene el derecho de los estudiantes a ser ciudadanos digitales activos capaces de liderar la transformación digital, en lugar de estar sujetos a ella. El currículo australiano considera importante que los estudiantes aprendan a utilizar y desarrollar tecnologías digitales para participar plenamente en el mundo digital.

La introducción del Pensamiento Computacional también se considera una forma de reducir la brecha entre los currículos y las necesidades actuales de los estudiantes y de la sociedad en general. Una gran preocupación en el Reino Unido es que el antiguo currículo de TIC se había desequilibrado, con demasiado énfasis en las llamadas habilidades digitales básicas a expensas de una comprensión más profunda de los conceptos (Webb et al., 2015).

La justificación de la necesidad de la recuperación económica parece ser el principal motor de la iniciativa *Computational Thinking for all* iniciada por el expresidente de Estados Unidos Barak Obama. El objetivo es proporcionar a todos los estudiantes estadounidenses, desde la educación infantil hasta la secundaria, las habilidades computacionales necesarias para prosperar en una economía digital. El argumento económico también puede observarse en la expectativa de que los jóvenes formados en Pensamiento Computacional y en Computación en los centros escolares decidan seguir estudios de Computación en el futuro.

En resumen, surgen dos tendencias principales respecto a la justificación para incluir el Pensamiento Computacional en la enseñanza obligatoria:

1. El desarrollo de habilidades de Pensamiento Computacional en niños y jóvenes para que puedan pensar de manera diferente, expresarse a través de una variedad de medios, resolver problemas del mundo real y analizar temas cotidianos desde una perspectiva diferente.
2. El fomento del Pensamiento Computacional para impulsar el crecimiento económico, cubrir puestos de trabajo TIC y prepararse para futuros empleos.

De los países que respondieron a esta pregunta de la encuesta, 13 de ellos (Austria, Suiza, República Checa, Dinamarca, Finlandia, Francia, Grecia, Hungría, Italia, Lituania, Polonia, Portugal y Turquía) tienen como objetivo desarrollar las habilidades de pensamiento lógico de los estudiantes. Todos estos países también pretenden desarrollar habilidades de resolución de problemas, mientras que 11 (todos excepto Dinamarca y Hungría) desean fomentar otras competencias claves. Esta última categoría incluye, en el caso de Lituania, el fomento de la competencia de los estudiantes para organizar y analizar datos. En Finlandia, el Pensamiento Computacional también apoya otras competencias transversales en el currículo nacional, tales como aprender a aprender, la competencia cultural, la alfabetización múltiple, la competencia TIC y el espíritu empresarial. Además, Finlandia pretende aumentar la motivación de los estudiantes para estudiar matemáticas.

Siete de los 13 países (Finlandia, Francia, Lituania, Polonia, Portugal, Suiza y Turquía) se centran en el desarrollo de las habilidades de codificación y programación en particular. La atracción de más estudiantes para estudiar Ciencias de la Computación también es una razón de ser en cinco de estos países (Finlandia, Francia, Lituania, Polonia y Turquía); el fomento de la empleabilidad en el sector de las TIC es un objetivo para sólo tres de los países (Finlandia, Francia y Turquía). Varios países europeos (República Checa, Finlandia, Polonia y Países Bajos) consideran que el desarrollo de las habilidades de Pensamiento Computacional es una forma de preparar a los estudiantes para la vida en el mundo digital, un aspecto también destacado en las entrevistas a expertos. Un argumento frecuente es que la educación debe seguir los desarrollos de la sociedad. El experto finlandés sugirió que todo el mundo debería poseer una comprensión básica de cómo funcionan las máquinas que nos rodean. Por otra parte, el experto polaco declaró que las familias esperan cambios que harán que las clases de computación sean más relevantes para sus hijos.

Al explicar las razones para la enseñanza del Pensamiento Computacional, muchos artículos de la literatura mencionan como algunos de sus beneficios generales el aumento de la habilidad de pensamiento y la necesidad de desarrollar nuevas competencias para el mercado de trabajo. A nivel de la Unión Europea, la [Nueva agenda de capacidades para Europa](#) (Comisión Europea, 2016), se centra en la necesidad de desarrollar habilidades digitales para promover la empleabilidad. La agenda invita a los Estados miembros a invertir más en la formación de habilidades digitales (incluida la codificación/computación) en todo el espectro de la educación y la formación. La empleabilidad y el fomento de la capacidad para vivir en nuestro mundo digital son fundamentales también fuera de Europa. En Estados Unidos, la iniciativa del expresidente Obama tiene como objetivo proporcionar a todos los estudiantes *"las habilidades de pensamiento computacional que necesitan para ser creadores en la economía digital"* y la Computación es vista como una habilidad *"nueva básica"* necesaria para tener más oportunidades económicas y de movilidad social. En Singapur, *"una nación inteligente del futuro, con una amplia gama de productos y servicios tecnológicos, requerirá diferentes habilidades"*. Por lo tanto, los niños necesitarán estar más familiarizados con el Pensamiento Computacional *"a medida que va formando parte esencial de nuestras vidas y puestos de trabajo"*. Por último, el nuevo currículo australiano también subraya la necesidad de que los estudiantes aprendan a utilizar y desarrollar tecnologías digitales para participar plenamente en el mundo digital.

	Austria	República Checa	Dinamarca	Finlandia	Francia	Grecia	Hungría	Italia	Lituania	Polonia	Portugal	Suiza	Turquía
Fomento de las habilidades de pensamiento lógico													
Fomento de las habilidades de resolución de problemas													
Fomento de otras competencias claves													
Atracción de más estudiantes hacia las Ciencias de la Computación													
Fomento de las habilidades de codificación y programación													
Fomento de la empleabilidad en el sector TIC													

Razones para la integración del Pensamiento Computacional en el currículo según se desprende de la encuesta a los Ministerios de Educación (República Checa y Grecia están planeando integrar el Pensamiento Computacional)

En conclusión, en la mayoría de los países, tanto dentro como fuera de Europa, la razón principal para introducir el Pensamiento Computacional en los currículos es fomentar las competencias del siglo XXI, esenciales para una participación activa y fructífera en la sociedad del conocimiento y, en un sentido más pragmático, para el empleo en un mercado de trabajo orientado a la digitalización. El énfasis, sin embargo, varía. Algunos países como Finlandia y Portugal, pretenden alcanzar objetivos muy concretos, por ejemplo, mejorar los resultados de los estudiantes y aumentar el interés por las matemáticas.

El Pensamiento Computacional en el currículo de la enseñanza obligatoria en Europa

Se observa en la literatura un reciente auge del Pensamiento Computacional y de la Computación en la enseñanza obligatoria. Como parte de las reformas curriculares, varios Estados miembros ya han incluido o tienen previsto incluir el Pensamiento Computacional y conceptos con él relacionados en la enseñanza obligatoria.

Aunque la terminología utilizada, las razones y las estrategias adoptadas son variadas, los países europeos pueden clasificarse en **tres grupos según los enfoques adoptados para integrar el Pensamiento Computacional y la Computación en la enseñanza obligatoria**.

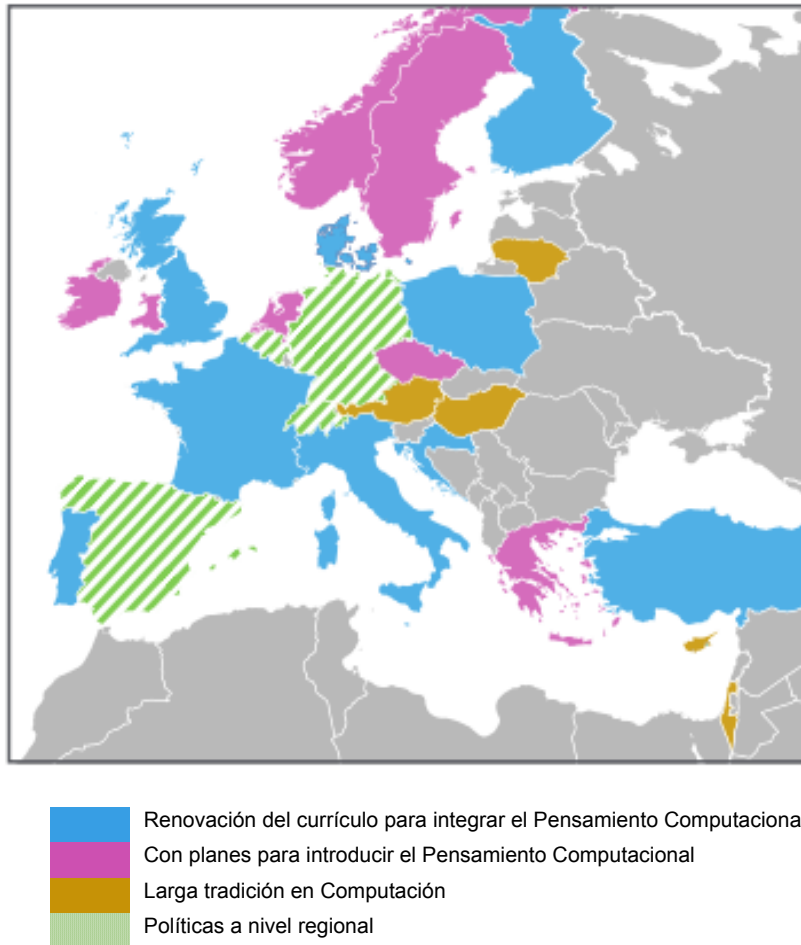
El **primer grupo** incluye a aquellos países que, en los últimos tres a cinco años, han iniciado un proceso de revisión de sus currículos. Independientemente de si estos procesos fueron motivados por los retos que presenta la sociedad actual y por las necesidades del mercado de trabajo, o formaron parte de procedimientos de revisión establecidos, todos ellos han impulsado la enseñanza del Pensamiento Computacional y conceptos con él relacionados en la enseñanza obligatoria a nivel nacional. Una revisión curricular que puede hacerse desde un enfoque integral y sistémico hasta otro caracterizado por medidas de ajuste más específicas. El primer enfoque consiste en una continuación del aprendizaje que incorpora el desarrollo de los conceptos y competencias básicas del Pensamiento Computacional en todos los estudiantes. Unas reformas que no se limitan a la actualización del currículo, sino que además implican cambios en la enseñanza, el aprendizaje y la evaluación, así como en la organización del centro escolar. Además, los programas e iniciativas de formación del profesorado están destinados también a apoyar la integración efectiva del Pensamiento Computacional y de la Computación dentro del currículo. Por el contrario, el segundo enfoque enfatiza y prioriza los conceptos y competencias específicas del Pensamiento Computacional, principalmente los relacionados con el fomento de las habilidades de los estudiantes para la codificación y la programación.

El **segundo grupo** abarca a aquellos países que aún no han comenzado a introducir el Pensamiento Computacional en la enseñanza obligatoria, pero tienen previsto hacerlo en breve. Entre ellos el nivel de debate político y de toma de decisiones varía, desde estudios oficiales que asesoran a los gobiernos hasta borradores de reformas curriculares.

El **tercer grupo** incluye los países de Europa con una larga tradición en la enseñanza de la Computación, sobre todo en la educación secundaria no obligatoria. Entre estos países la tendencia principal es extender la enseñanza de la Computación a la educación primaria y secundaria obligatoria. Desde esta perspectiva, el Pensamiento Computacional desempeña un papel primordial.

Cabe señalar que en los países en que las decisiones se toman a nivel regional, no sería preciso proporcionar una descripción unificada de las políticas nacionales. Para estos casos específicos la información se recogió y se incluyó en el estudio sólo para la región específica afectada.

La distribución de los grupos anteriormente descritos se muestra en la siguiente imagen:



Fuente: adaptación de imagen del informe original

Grupo 1: proceso de renovación curricular en curso

Varios países han concluido recientemente un proceso de renovación curricular en el que se ha impulsado la enseñanza del Pensamiento Computacional y los conceptos con él relacionados en la enseñanza obligatoria a nivel nacional.

Inglaterra (Reino Unido) ha sido uno de los primeros países europeos en incluir (desde septiembre de 2014) el Pensamiento Computacional y la codificación en los centros escolares de primaria y secundaria. En el programa de Computación objeto de estudio, se afirma que *"una educación en Computación de calidad capacita a los alumnos a utilizar el pensamiento computacional y la creatividad para entender y cambiar el mundo"*. La decisión del ministerio inglés de dar prioridad al Pensamiento Computacional en los estudiantes de todos los niveles educativos sentó las bases de las reformas curriculares en diferentes partes de Europa, con el consiguiente reconocimiento de la

relevancia del Pensamiento Computacional y/o la programación. El esfuerzo pionero de Inglaterra no se centra sólo en la Computación, sino también en la conceptualización del Pensamiento Computacional, promovido intensamente en su agenda para la enseñanza obligatoria.

En 2015, la ley de orientación y programación núm. 2013-595 del 8 de julio de 2013 para la reestructuración de los centros escolares en **Francia** previó numerosas reformas a partir de septiembre de 2016. En este contexto, el documento básico común, *Socle commun de connaissances et de compétences*, establece indicadores de competencias para todos los estudiantes que completan la enseñanza obligatoria en Francia. El concepto clave de "pensamiento algorítmico" figura entre los diferentes conceptos previstos en las normativas, porque se espera que los estudiantes "*conozcan los principios básicos de los algoritmos y la codificación, que usen lenguajes de programación simples*". Basándose en este documento, el *Projet de programmes pour les cycles 2, 3 et 4* introduce la alfabetización digital en la educación primaria y secundaria y prevé la enseñanza de conceptos algorítmicos y de programación como medio para "*proporcionar a los alumnos un nuevo lenguaje para pensar y comunicarse*".

Finlandia fue uno de los primeros países de la Unión Europea en introducir, en otoño de 2016, el pensamiento algorítmico (*algoritminen ajattelu*) y la programación como actividades obligatorias e interdisciplinarias desde el primer año escolar (grado 1). El nuevo currículo nacional de primaria y secundaria, que se publicó en 2014 y será aplicado como mucho en agosto de 2018, proporciona pautas y objetivos de aprendizaje que se relacionan con el pensamiento algorítmico y la programación como materias transversales. La innovación de este enfoque reside en la creación de siete áreas de competencia que se evaluarán como parte de la materia, combinando así la enseñanza y el aprendizaje basados en competencias y en el alumnado. Un aspecto significativo del nuevo currículo es el desarrollo de habilidades de resolución de problemas en el contexto de la vida real.

A su vez, **Polonia** cuenta con una larga tradición en la enseñanza del Pensamiento Computacional y de la Computación, que han sido parte del currículo durante los últimos 30 años. Y es que el currículo vigente hasta junio de 2016 incluía materias informáticas independientes, que se introdujeron en los grados 1-3 de enseñanza primaria y secundaria obligatoria en 2008, así como en los grados 4-6 de enseñanza primaria y en la enseñanza secundaria no obligatoria en 2012. Aunque el currículo ya incluía aspectos relacionados con el pensamiento algorítmico y la Computación, estaba previsto probar un nuevo currículo unificado de informática a partir de septiembre de 2016, que será aplicado en todos los centros escolares de enseñanza obligatoria a partir de septiembre de 2017. Este nuevo currículo es en algunos sentidos una extensión del anterior, buscando unificar objetivos en los diferentes niveles y aplicando una terminología más homogénea. Su objetivo principal es animar a los alumnos a aplicar el Pensamiento Computacional (*myślenie komputacyjne*) e implicarse en la resolución de problemas en varias asignaturas.

Otros países también han puesto en marcha iniciativas políticas que van en esta dirección. El programa *Piano Nazionale Scuola Digitale* en **Italia** menciona de manera explícita el Pensamiento Computacional (*pensiero computazionale*), considerado como una herramienta para que los alumnos pasen de ser usuarios pasivos a productores activos de tecnologías. Hay una acción específica dedicada a impartir programación en enseñanza primaria, para que los alumnos desarrollen habilidades de pensamiento computacional y lógico, y, además se contempla la integración de actividades de robótica con este mismo propósito.

Según la encuesta a los Ministerios de Educación, el Pensamiento Computacional es parte del nuevo currículo nacional de primaria y secundaria de **Turquía**, en el que también se incluye la codificación (mediante la programación basada en bloques y en texto, y la robótica).

En **Dinamarca**, el Pensamiento Computacional no es un aspecto diferenciado en el último curso de la enseñanza obligatoria (grado 9), aunque las TIC y los medios de comunicación se integran en asignaturas de enseñanza primaria y secundaria obligatoria. Las TIC y los medios de comunicación incluyen habilidades como la resolución de problemas y el pensamiento lógico, pero no todas las características clave del Pensamiento Computacional. Se prevé integrar la Informática como asignatura obligatoria, dependiendo del currículo escolar, en los grados 10-12 este año 2017.

Del mismo modo, en **Portugal** se menciona el Pensamiento Computacional (*pensamento computacional*) entre los objetivos de aprendizaje (*metas curriculares*) de los estudiantes de enseñanza secundaria obligatoria (grados 7 y 8). En 2015-2016, el Ministerio de Educación lanzó *Introducción a la programación en el 1er ciclo de la educación básica*, un proyecto piloto dirigido a los centros de enseñanza primaria, en el que participaron 27.000 estudiantes de los años 3º y 4º y unos 670 docentes. El piloto se centró en dos temas principales: Pensamiento computacional y lenguajes de programación. La iniciativa se ha extendido al actual año escolar 2016/2017, con la intención de involucrar a unos 56.000 estudiantes y unos 1.600 docentes.

El gobierno de **Malta** pretende transformar el país para capacitarlo digitalmente en todos los sectores de la sociedad, lo que queda reflejado en el Marco Curricular Nacional publicado en 2012. En este marco, el documento titulado *Computing as a Core Entitlement Framework*, desarrollado conjuntamente por el Departamento de eLearning y el Departamento de Currículo (DQSE), describe una estrategia práctica sobre cómo introducir la Computación como un derecho básico para todos los estudiantes, lo que incluye la alfabetización digital y la codificación desde temprana edad. Este documento supone un apoyo y guía la introducción de habilidades de Pensamiento Computacional y de resolución de problemas desde la educación infantil hasta el año 11. En Malta, parte del marco de objetivos de aprendizaje se implementará en 2017.

Se prevé que la reforma del currículo que se inició en febrero de 2015 en **Croacia**, como medida de *Estrategia para la educación, la ciencia y la tecnología*, afecte a todos los niveles de la educación, a todas las asignaturas, a las materias transversales, a los marcos de evaluación y a la educación especial. Dentro del nuevo currículo nacional, la Informática se convierte en una asignatura optativa en todos los grados de la enseñanza obligatoria (previamente ofrecida sólo en los grados 5 a 8 de enseñanza primaria) y en una asignatura obligatoria de dos años en el Bachillerato (*Gymnasium*). El nuevo currículo de Informática se basa en la larga tradición croata en computación y está organizado en cuatro áreas, una de las cuales es el Pensamiento Computacional y la programación (junto con las TIC, Alfabetización y Comunicación digital y Sociedad Digital). La implementación experimental del nuevo currículo comienza en el actual curso escolar 2016/17.

Como se desprende de la literatura, en 2013 el gobierno de **Escocia** publicó el nuevo *Currículo nacional para la Excelencia*, que introdujo aspectos del Pensamiento Computacional en la asignatura llamada *Ciencias de la Computación* implementada en los centros de enseñanza secundaria (grados 3, 4, 5, 6). En septiembre de 2015, el Gobierno escocés comenzó una consulta de cuatro meses para recopilar información para el desarrollo de un enfoque completo del aprendizaje y la enseñanza digital. El documento resultante, una *Estrategia Digital de Aprendizaje y Enseñanza para Escocia*, fue publicado en septiembre de 2016. Las respuestas de los agentes

educativos a la consulta reflejan la demanda de la inclusión del Pensamiento Computacional en la enseñanza primaria.

Grupo 2: con planes para introducir el Pensamiento Computacional

Actualmente, varios países de Europa tienen planes para introducir el Pensamiento Computacional en la enseñanza obligatoria.

En la **República Checa**, la *Estrategia de educación digital para 2020* establece prioridades claves a la hora de comenzar a cambiar el sistema educativo nacional, sus métodos y sus objetivos. En ella, el "*desarrollo del Pensamiento Computacional entre los estudiantes*" es uno de los tres objetivos primordiales sobre los que se centran las primeras intervenciones. Por lo tanto, el Pensamiento Computacional es considerado como una competencia digital clave que todos los estudiantes necesitan de cara al futuro, para sus carreras profesionales y para comprender el mundo que les rodea. Está previsto que los currículos de enseñanza primaria y secundaria se publiquen a finales de 2017; las medidas iniciales se pondrán a prueba en centros escolares seleccionados a partir del año escolar 2018-2019, y es probable que se amplíen a todos los centros escolares en 2020.

El Ministerio de Educación y Competencias de **Irlanda** ha definido una *Estrategia Digital para los centros escolares*, que proporciona una justificación y un plan de acción del Gobierno para integrar las TIC en las prácticas de enseñanza, aprendizaje y evaluación en los centros escolares durante los próximos cinco años. Una estrategia que demanda la necesidad de una definición más amplia de la alfabetización digital para los estudiantes, que incluya "*la codificación y la programación en el currículo irlandés de enseñanza primaria y secundaria para que cada estudiante tenga la oportunidad de desarrollar competencias tales como el Pensamiento Computacional y el pensamiento lógico, crítico y estratégico para resolver problemas*". La *Irish Computer Society (ICS)* desarrolló dos módulos curriculares de computación, *Digital Media and Computational Thinking*, que fueron probados en 45 centros escolares irlandeses entre septiembre de 2012 y mayo de 2013. Basándose en el éxito del piloto, el currículo se amplió a cuatro módulos, disponibles para los centros escolares.

En **Noruega**, un grupo especial de expertos evaluó el papel de la tecnología en la enseñanza primaria y secundaria, y realizó un informe en septiembre de 2016 que recomienda una reforma del currículo para integrar la tecnología y la programación (Pensamiento Computacional incluido) como asignaturas obligatorias. Hay planes para reformar el currículo, pero el resultado de la recomendación del grupo de expertos es incierto, ya que el debate sobre si incluir la programación y el Pensamiento Computacional en la enseñanza obligatoria todavía está vigente. Noruega ha comenzado a introducir la programación como asignatura optativa en 143 centros de enseñanza secundaria obligatoria, pero no hay planes determinados para hacerla obligatoria.

Actualmente se está elaborando un nuevo currículo en **Gales**, en el que participan profesionales de la educación de todo el país, y se espera que sea aplicado en los centros escolares para septiembre de 2018. El primer elemento del nuevo currículo que se desarrollará es el *Marco de Competencia Digital*, dividido en cuatro áreas, una de las cuales se denomina *Datos y pensamiento computacional* e incluye los elementos *Resolución y modelado de problemas* y *Datos y alfabetización informacional*. Desde septiembre de 2016 los centros escolares se están familiarizando con el nuevo marco, formulando su visión estratégica para la competencia digital interdisciplinaria, y considerando cómo llevarla a la práctica.

Del mismo modo, **Grecia** también está planeando incluir el Pensamiento Computacional en la enseñanza primaria y secundaria. Un informe publicado en mayo de 2016 del Comité de Asuntos Educativos Continuos del Parlamento griego sugiere incluir el Pensamiento Computacional en el currículo como una prioridad a corto plazo. También propone su implementación desde el primer curso de primaria hasta el final de la secundaria, aunque el alcance real de la implementación no se ha decidido aún.

En los **Países Bajos** se está llevando a cabo actualmente un debate a gran escala sobre la inclusión del Pensamiento Computacional en la asignatura *Alfabetización Informacional*, que ya forma parte del currículo. En 2012, la Real Academia Holandesa de Artes y Ciencias (KNAW) publicó un informe sobre *Alfabetización Digital en Educación Secundaria* que contenía una serie de recomendaciones sobre alfabetización digital y computación. Una de estas recomendaciones es que el Pensamiento Computacional desempeñe un papel central en un nuevo programa de alfabetización digital y en otro revisado de computación. Como señaló Joke Voogt durante la entrevista para este estudio, los Países Bajos actualmente tienen una asignatura optativa llamada *Informática*, pero se ofrece sólo en secundaria no obligatoria. Las centros escolares holandeses poseen un grado considerable de autonomía y algunos han actuado de manera independiente en esta dirección, en particular mediante la introducción de la programación, incluso en la enseñanza primaria.

Asimismo, en **Suecia**, el Gobierno ha solicitado recientemente a la Agencia Nacional de Educación que presente sugerencias para cambiar el currículo, para que incluya el fortalecimiento de la competencia digital y la programación.

Grupo 3: países con una larga tradición en Pensamiento Computacional

En **Austria**, el desarrollo del currículo de secundaria del área de Informática incluye conceptos relacionados con el Pensamiento Computacional, como el modelado y la abstracción, y tiene como objetivo principal la resolución de problemas. Se espera que los estudiantes comprendan los fundamentos teóricos y conozcan los principios básicos de máquinas, algoritmos y programas.

La programación y la codificación son parte del currículo de Ciencias de la Computación de **Chipre**. A partir de los años 2001-2003, los estudiantes de secundaria obligatoria aprenden pensamiento algorítmico y programación, asignatura obligatoria para aquellos de 13 a 16 años. En el currículo de primaria no hay una asignatura de informática propiamente dicha, pero los ordenadores apoyan otro tipo de aprendizaje.

Israel posee una larga tradición en educación en Computación. A pesar de que se ofrece como una optativa en la mayoría de los centros escolares de secundaria, los estudiantes de la enseñanza pública se forman en alfabetización digital e informática, concebidas como un medio y una metodología fundamentales que contribuyen al aprendizaje en todas las asignaturas. El Ministerio de Educación de Israel tiene una estrategia bien organizada y detallada para el estudio de la Computación en los centros de secundaria, considerándose como una asignatura independiente, y la promoción de la alfabetización digital e informática como una prioridad en todas las áreas. El currículo consta de módulos obligatorios y optativos. La *Introducción a la Computación*, por ejemplo, enfatiza los fundamentos del pensamiento algorítmico. La intención del programa de Computación no es formar a los estudiantes para que se conviertan en programadores, sino más bien introducirlos en el pensamiento lógico y algorítmico, y exponerlos a diferentes entornos de desarrollo desde temprana edad. Al ofrecer varios módulos obligatorios y

optativos, el currículo permite a todos los estudiantes adquirir los fundamentos de la computación, y les proporciona más tiempo y contenido a aquellos que tienen un mayor interés en la materia. En los últimos años, se ha introducido un nuevo programa de Computación para los grados 7-9 (ciclo medio) y los grados 4-6 (enseñanza primaria), este último iniciado en el actual curso escolar 2016-2017.

En **Lituania** el Pensamiento Computacional está integrado en *Tecnología de la Información*, una asignatura obligatoria para los grados 5 a 10 (enseñanza secundaria obligatoria) que incluye cinco áreas de conocimiento: información; tecnologías digitales; algoritmos y programación; comunicación virtual; seguridad, ética y principios legales. En los grados 11-12 de la enseñanza secundaria superior, la *Tecnología de la Información* es una asignatura optativa ofrecida en dos niveles: básico y avanzado. El nivel avanzado incluye publicación electrónica, diseño y gestión de bases de datos y programación.

En el currículo nacional de **Hungría** (2012) se incluye el pensamiento algorítmico como competencia para la enseñanza primaria y secundaria dentro de la *Tecnología de la Información*. La *Informática* es una asignatura obligatoria para los grados 6 a 12 (enseñanza primaria y secundaria), con el objetivo de enseñar pensamiento lógico y algorítmico y resolución de problemas. En octubre de 2016, el Gobierno adoptó la *Estrategia de Educación Digital*, que incluye objetivos relativos a la "digitalización" de todos los sectores educativos, incluyendo la enseñanza primaria, secundaria, bachillerato, profesional y de adultos. El borrador actual define objetivos concretos relacionados con la integración del Pensamiento Computacional/programación en la educación, pero aún no se han tomado decisiones definitivas al respecto. Por ejemplo, la Estrategia indica la capacidad de enseñar programación como uno de los requisitos de los programas de formación inicial de docentes. Además, también sugiere revisar el currículo de la asignatura *Informática*, para incluir la codificación/programación como asignatura individual a partir del grado 3 (primera etapa de enseñanza primaria).

En **Eslovaquia**, la *Informática* es actualmente una asignatura obligatoria en todos los niveles de la enseñanza obligatoria. Se introdujo en secundaria superior en 1985, en secundaria obligatoria en 2005, y en primaria en 2008. La programación ha sido siempre uno de los componentes clave de esta asignatura.

Iniciativas políticas a nivel regional

En algunos países los currículos se desarrollan a nivel regional, por lo que la integración del Pensamiento Computacional varía de una región a otra.

Por ejemplo, la información derivada de la encuesta a los Ministerios de Educación muestra que en **España** aún no hay documento oficial que mencione el "Pensamiento Computacional". Sin embargo, podemos encontrar algunas conexiones de conceptos relacionados en el currículo de determinadas asignaturas. A nivel nacional, se incluye la asignatura "Tecnología" en el currículo de la enseñanza secundaria obligatoria. Del mismo modo, en la enseñanza secundaria no obligatoria-bachillerato se incluyen las asignaturas "Tecnología Industrial" y "Tecnologías de la Información y la Comunicación", cuyos currículos básicos se concretan en cada comunidad autónoma. Existen también algunas conexiones similares en asignaturas ofrecidas en comunidades autónomas específicas, como las de Andalucía, Canarias, Cantabria, Castilla - La Mancha, Castilla y León, Región de Murcia, Madrid, La Rioja y Comunidad Valenciana. Como se desprende también de la investigación documental, en Cataluña se incluyen aspectos de programación en la asignatura

“Competencia Digital”, que es obligatoria en la enseñanza primaria. En secundaria, aspectos de programación y robótica están presentes en la enseñanza de Tecnologías.

Según la literatura, en 2004, el estado de **Baviera** en **Alemania** introdujo una nueva asignatura obligatoria de computación en la enseñanza secundaria obligatoria (*Gymnasium*). La asignatura se basa en un concepto de enseñanza exhaustivo apoyado en una larga tradición en la impartición de la computación. Un concepto implementado en los grados 6 y 7 de enseñanza primaria y en los grados 9 y 10 para los estudiantes de todos aquellos centros escolares que ofrezcan un itinerario formativo de ciencia y tecnología. En la enseñanza secundaria superior (grados 11 y 12) hay asignaturas optativas que preparan a los estudiantes para un examen de graduación opcional en computación. En la región de **Renania del Norte-Westfalia**, los centros de enseñanza secundaria obligatoria ofrecen cursos en TIC y en conceptos básicos de computación. La alfabetización digital se enseña a través de otras asignaturas, por lo general en los grados 7 y 8. Es común en estos currículos relacionar los temas de computación con contextos y prácticas relevantes fuera del aula. Actualmente, la enseñanza de la computación en los centros escolares de secundaria obligatoria se centra en competencias TIC (*Grund-bildung Informatik*).

En 2007 el gobierno flamenco de **Bélgica** estableció un conjunto de objetivos educativos sobre TIC que deberían adquirirse a la edad de 14 años (al final del grado 8), para lo que se orienta a los centros escolares a la hora de integrarlos en los grados 5-6 y 7-8. Parte de la asignatura de *Informática* en los grados 9 y 10 se centra en mejorar la alfabetización digital. Desde el año 2015, el alumnado de primaria debe asistir a un curso de ciencia y tecnología, que contiene elementos de pensamiento computacional. Actualmente los alumnos de los grados 11-12 tienen disponibles dos perfiles de estudio con contenido significativo de computación: *Tecnologías de la Información y Redes*, y *Contabilidad y Tecnologías de la Información*. Ambos perfiles, sin embargo, forman parte de estudios profesionales de Economía y Administración.

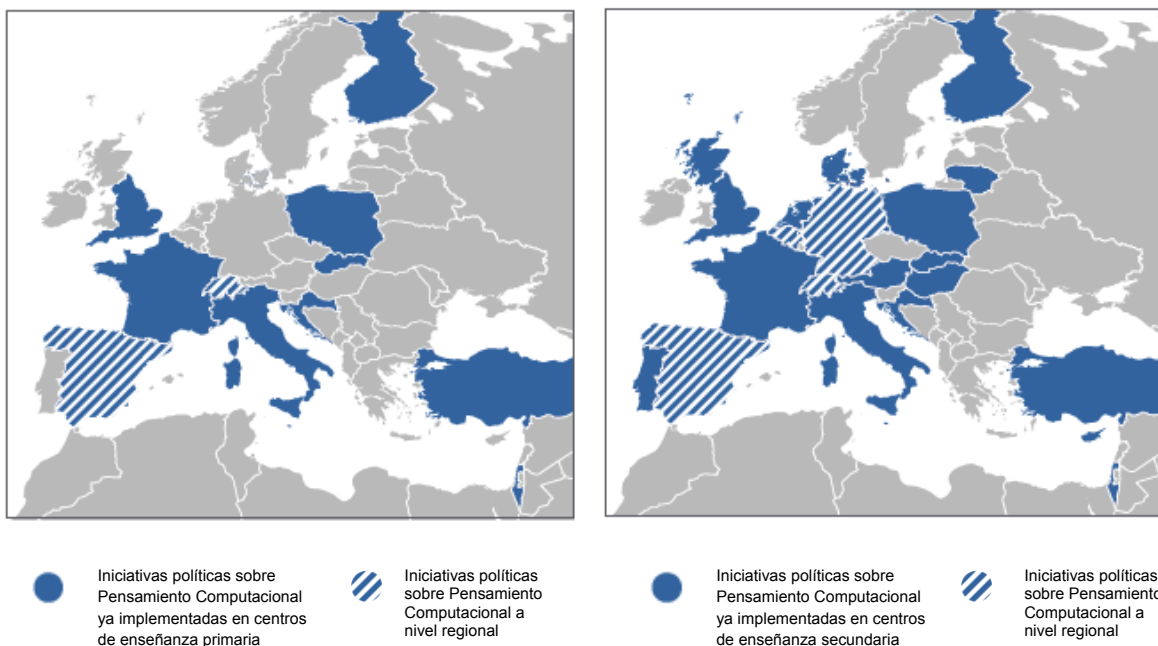
En la parte de habla alemana de **Suiza**, el currículo de primaria y secundaria obligatoria enumera las competencias que forman parte del Pensamiento Computacional, incluida la codificación y la programación. El Pensamiento Computacional se aborda en la computación, así como en otras asignaturas. En secundaria no obligatoria, existe un marco curricular nacional para bachillerato, en el que se menciona el Pensamiento Computacional y la codificación/programación. En la parte de habla francesa de Suiza, el Pensamiento Computacional forma parte del *Plan d'études romand* (PER) llamado MITIC (*Medios, imagen, tecnología de la información y de la comunicación*), que tiene como objetivo el desarrollo del aprendizaje digital.

Situación del Pensamiento Computacional en el currículo

En esta sección se analiza el lugar que ocupa el Pensamiento Computacional en los currículos, según los dos siguientes criterios: **nivel educativo y asignatura**. En cuanto a la integración del Pensamiento Computacional en la enseñanza obligatoria, observamos que la mayoría de los países lo hacen en secundaria. Sin embargo, lo hacen cada vez más en primaria.

Iniciativas de Pensamiento Computacional en Primaria

Iniciativas de Pensamiento Computacional en Secundaria



Fuente: adaptación de imagen del informe original

Una cuestión importante en la integración del Pensamiento Computacional en la enseñanza obligatoria es el lugar que ocupa en el currículo: ¿debería ser una asignatura por derecho propio o integrado en otras?

En **Finlandia**, la enseñanza formal de la programación y el pensamiento algorítmico es parte de la asignatura de Matemáticas (grados 1-9) y Arte (grados 7-9). En los grados 1 y 2, los estudiantes aprenden a dar comandos paso a paso. Posteriormente, en el grado 3, empiezan a utilizar herramientas de programación visual. En los últimos años de la educación obligatoria (grados 7-9) los alumnos realizan de manera gradual tareas de más simples a más complejas, aprendiendo qué son los algoritmos y comparando la utilidad de los diferentes tipos existentes. Sin embargo, la programación está presente en todas las asignaturas en forma de actividad práctica, lo que apoya varias de las siete competencias transversales contempladas en el currículo nacional: Pensar y aprender a aprender (competencia transversal 1); Competencia cultural, interacción y expresión (competencia transversal 2); Multialfabetización (competencia transversal 4); Competencia TIC (Competencia transversal 5); Competencia para el mundo laboral, emprendimiento (Competencia transversal 6).

En **Francia**, la comprensión y la creación de algoritmos respalda el compromiso activo con la tecnología y la programación como parte de las matemáticas. Durante el primer año de enseñanza primaria (ciclo 2), como parte del desarrollo de la comprensión del mundo que les rodea, los estudiantes aprenden a programar movimientos en el espacio utilizando un software específico, lo que hace que en el segundo año escolar comprendan y produzcan algoritmos sencillos. El ciclo 3 se centra en la progresión hacia la abstracción en todos los dominios. En este ciclo, a los alumnos

se les introduce formalmente la programación. En el 4 (primer ciclo de enseñanza secundaria obligatoria), el pensamiento algorítmico constituye la base del desarrollo del pensamiento lógico, y la informática se enseña tanto en matemáticas como en tecnología.

En **Portugal**, el Pensamiento Computacional es parte de las asignaturas TIC e Informática. Se les enseña a los alumnos de los grados 7 y 8 (enseñanza secundaria obligatoria) algoritmos y conceptos de programación como parte de una asignatura obligatoria denominada TIC. Unos aspectos que también se abordan en Cursos Profesionales de Informática Profesional (grados 10 y 12 de formación profesional) como materias optativas.

En **Austria**, el Pensamiento Computacional y conceptos relacionados con él son parte de la materia *Informatik*, que se enseña en bachillerato y en formación profesional de grado medio. Los estudiantes aprenden los fundamentos teóricos y conocen los principios básicos operativos de las máquinas, algoritmos y programas.

Ejemplos de integración del Pensamiento Computacional en la enseñanza obligatoria en el mundo

En julio de 2016 el Ministro de Educación de **Nueva Zelanda** anunció que las tecnologías digitales se integrarían plenamente, a partir de 2018, en el currículo nacional y en el *Te Marautanga o Aotearoa* (currículo nacional para los centros escolares en los que todas o algunas de las asignaturas se enseñan en maorí, a las que se dedica al menos el 51% del tiempo). Las tecnologías digitales se incluirán como parte del área tecnológica ya existente en el currículo nacional para los grados 1-13 (enseñanza primaria y secundaria), abordando seis materias: algoritmos, representación de datos, aplicaciones digitales, dispositivos digitales e infraestructura, humanos y ordenadores y programación.

La computación es un área de aprendizaje especializado en el nuevo currículo de **Australia**, publicado en 2015. En él, las *Tecnologías Digitales* se conciben como una disciplina completa (obligatoria en el grado 10 - último año de la enseñanza secundaria obligatoria), en la que las acciones y las interacciones de los seres humanos y los ordenadores tienen tanta importancia como los conocimientos específicos y las habilidades necesarias para pensar computacionalmente. Otra asignatura, *Diseño y Tecnologías*, complementa la formación sobre la materia. Ambas asignaturas ofrecen oportunidades para que los estudiantes encuentren soluciones, desarrollen una gran variedad de habilidades de pensamiento (incluyendo sistemas de pensamiento, pensamiento de diseño y pensamiento computacional), aprendan a gestionar proyectos y sean conscientes de cómo las soluciones que se crean ahora serán usadas en el futuro. El currículo se centra principalmente en la resolución de problemas y algoritmos.

El programa *Software Education* de **Corea del Sur**, actualmente en su fase piloto, se centra en el desarrollo del Pensamiento Computacional, habilidades de codificación y expresión creativa a través de software. Será implementado en todos los niveles educativos: primaria, secundaria y superior. Los cambios más profundos e inmediatos tendrán lugar en la enseñanza primaria y en la secundaria obligatoria porque en ambos niveles el nuevo programa será obligatorio partir de 2018. La formación dirigida a maestros de primaria es crucial para el éxito de la iniciativa, ya que son ellos los que imparten todas las asignaturas, porque no hay maestros específicos de tecnologías/computación. Para el año 2018, 60.000 maestros de primaria (30% del total) recibirán

formación especializada en software, que a su vez formarán a 6.000 alumnos. Además, 1.800 profesores de secundaria que ya están certificados para enseñar tecnologías/computación recibirán formación adicional en software.

En **Columbia Británica, Canadá** este año escolar 2016/17 comenzó con el lanzamiento del currículo de primaria y secundaria inferior oficialmente rediseñado, como parte de un proceso de transición de tres años, que comenzó en el otoño de 2015. El Pensamiento Computacional se integra como contenido básico de los grados 6 a 8 (último año de enseñanza primaria y dos primeros de secundaria intermedia) como parte de la asignatura de *Diseño Aplicado, Habilidades y Tecnologías*, centrada en algoritmos simples que reflejan el Pensamiento Computacional, representaciones visuales de problemas y datos, la evolución de los lenguajes de programación y la programación visual. Ya está listo para su uso opcional en el actual curso escolar un borrador del currículo para el nivel secundario superior (grados 10-12).

Singapur y Japón también están avanzando en esta dirección. El objetivo de Singapur de convertirse en una Nación Inteligente (*Smart Nation*) ha llevado a 19 centros de enseñanza secundaria a ofrecer programación como parte de una nueva asignatura llamada *Computación*. Se comenzará a impartir este año 2017 en el nivel 3 de secundaria, reemplazará a la asignatura de *Informática* existente ofrecida por 12 centros de secundaria, y se centrará en la programación, los algoritmos, la gestión de datos y la arquitectura informática.

Asimismo, el Ministerio de Educación, Cultura, Deportes, Ciencia y Tecnología de **Japón** ha anunciado recientemente que la programación será una asignatura obligatoria en la enseñanza primaria a partir de 2020, en la secundaria obligatoria en 2021 y en la secundaria no obligatoria en 2022. La programación se define como *la creación de programas de software que funcionan de la manera prevista por los programadores*.

5. ENFOQUES SOBRE LA ENSEÑANZA, EL APRENDIZAJE Y LA EVALUACIÓN DEL PENSAMIENTO COMPUTACIONAL

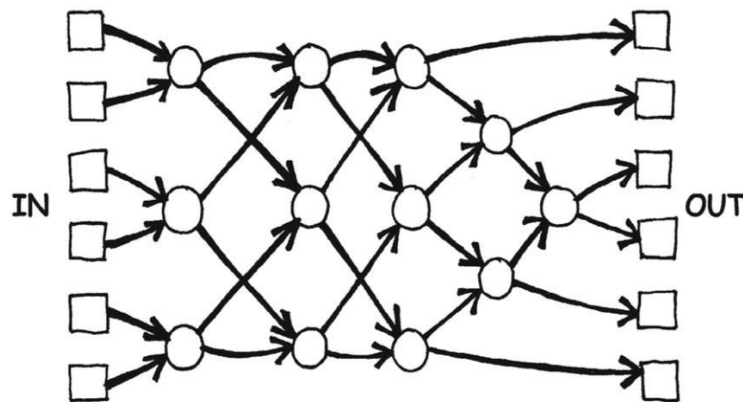
El Pensamiento Computacional se está propugnando como una competencia clave del siglo XXI que debería permitir a los alumnos ser no sólo alfabetos digitales sino también creadores de artefactos computacionales. Integrar el Pensamiento Computacional y las competencias con él relacionadas en la enseñanza obligatoria debería capacitar a los estudiantes para utilizar herramientas computacionales para expresarse, resolver problemas, representar conocimiento y construir modelos y simulaciones.

Enfoques pedagógicos

Los expertos entrevistados coincidieron en la necesidad de la presencia del Pensamiento Computacional en la enseñanza obligatoria. En concreto, Mitchel Resnick señaló que es crucial dar a los estudiantes la oportunidad de diseñar, crear y experimentar en las áreas que les interesen. Joke Voogt destaca la necesidad de identificar enfoques pedagógicos eficaces para fomentar el

Pensamiento Computacional en la enseñanza obligatoria, basados en situaciones de la vida real. La importancia del contexto y de la formación docente fueron otros de los elementos presentes en las respuestas de los expertos. Por otra parte, una serie de entrevistados cuestionaron la actual adopción de la codificación: Judith Gal-Ezer, por ejemplo, señala el hecho de que la excesiva confianza en la codificación podría dar a los alumnos una falsa impresión de lo que es el Pensamiento Computacional. Simon Peyton Jones resaltó la necesidad de realizar investigaciones para evaluar la efectividad de diferentes enfoques.

Un enfoque extremadamente popular, comúnmente adoptado en muchos países, es el [Computer Science Unplugged](#), por el que se enseña computación sin utilizar tecnología, llevando a cabo unas actividades “desconectadas” que implican la resolución de problemas para lograr un objetivo y, en el proceso, los alumnos tratan conceptos fundamentales de computación. La integración de la actividad física en este proceso la hace dinámica y motivadora. Un ejemplo típico de este enfoque es la red de clasificación (Bell et al., 2012), donde el dibujo que vemos a continuación se plasma en el suelo. Los alumnos disponen de unos números y se colocan en los cuadrados de la izquierda para, a continuación, moverse en la dirección de las flechas. Los alumnos se reúnen de dos en dos en los círculos (nodos) y comparan los números que tienen. El alumno con el número más pequeño sigue la flecha a su izquierda, mientras que el alumno con el número más grande sigue la flecha a su derecha. A continuación, se reúnen con otros alumnos en los nodos subsiguientes y comparan nuevamente los números, continuando el proceso hasta que alcanzan los cuadrados a la derecha.



Un diseño de red de clasificación de seis entradas (de Bell et al., 2012, p. 402)

Fuente: imagen del informe original

A menudo se recurre a simulaciones en las clases de ciencia para apoyar el aprendizaje, para que los alumnos exploren fenómenos, se involucren en experimentos y en reflexiones del tipo “¿Qué pasaría si...?”, modificando los valores de los parámetros de la simulación. Algunos expertos abogan por el desarrollo de las simulaciones como estrategia en la educación científica, pero la complejidad de hacer esto con las matemáticas (álgebra y cálculo) representa un serio obstáculo. Los modelos computacionales, a diferencia de las representaciones matemáticas correspondientes, son modelos ejecutables que pueden ser fácilmente probados, depurados y refinados. La familiaridad con las habilidades de Pensamiento Computacional y de la programación puede permitir a los alumnos no sólo utilizar simulaciones, sino también modificar el modelo computacional subyacente, y diseñar e implementar los suyos propios y conseguir que ejecuten una simulación. El proyecto [GUTS](#) es un ejemplo de implementación de una “progresión de

aprendizaje de uso, modificación y creación en el modelado computacional y la simulación en la enseñanza secundaria” (Lee et al., 2011).

La investigación en el uso del modelado computacional en la enseñanza de ciencias proporciona evidencias de que este enfoque es más fácil de aprender (Weintrop et al., 2015). El proyecto *Scalable Game Design* (Repenning et al., 2015) consiste en la modelización y la simulación computacional en STEM a partir de un proyecto de creación de juegos de ordenador, y se basa en los aspectos motivacionales del diseño de juegos para fomentar una gran gama de habilidades, desde el diseño e implementación de juegos hasta la simulación y el modelado a través de patrones de Pensamiento Computacional. Unos patrones de diseño adquiridos en la construcción de juegos de ordenador y transferidos posteriormente a la creación de simulaciones STEM (Ioannidou et al., 2011). Y es que según la opinión de Joke Voogt en las entrevistas, la transferencia no ocurre *per se*, sino que necesita ser abordada explícitamente en la enseñanza, lo que queda confirmado en la investigación formal y en la experiencia práctica, incluido el trabajo con *Logo* (Papert, 1980), que indica claramente que la transferencia sólo ocurre si forma parte de la pedagogía.

Varios autores también destacan que, al introducir el Pensamiento Computacional en la enseñanza obligatoria, es necesario adoptar un enfoque inclusivo que aborde las necesidades de igualdad de género y de educación especial. Un estudio realizado por Atmatzidou y Demetriadis (2016) sobre robótica en la educación con alumnos de 15 y 18 años concluyó que cuando el contexto educativo general es favorable, de apoyo, y el tiempo de actividad de aprendizaje es adecuado, todos los alumnos pueden superar sus dificultades iniciales y desarrollar con éxito sus habilidades de Pensamiento Computacional. En este sentido, uno de los objetivos primordiales de la [Agenda Digital Europea](#) es que la igualdad y la inclusión estén presentes en la integración del Pensamiento Computacional en la enseñanza obligatoria. Esto es especialmente importante en el campo de la Computación y estudios superiores relacionados, donde la tasa de sub-representación relacionada con la desigualdad de género (Sax, 2012) y la brecha racial (Margolis, 2008) es mayor que en STEM.

Iniciativas como [Exploring Computer Science \(ECS\)](#) parecen prometedoras para involucrar a las minorías poco representadas en la enseñanza secundaria superior. Esta iniciativa conlleva cambios en el currículo y en el desarrollo profesional docente. El primero, el currículo, fue diseñado para involucrar a todos los alumnos en el Pensamiento Computacional, sobre todo a aquellos de los centros escolares con pocos recursos. Por su parte, el programa de desarrollo profesional docente se centra en prácticas basadas en la investigación y la equidad (Ryoo et al., 2016).

Del mismo modo, de las entrevistas con expertos también se desprendió que se debe adoptar un enfoque inclusivo cuando se implementa el Pensamiento Computacional en la enseñanza. Voogt señala que las carreras de Computación son en su mayoría estudiadas por niños, y que el Pensamiento Computacional debe ser implementado de una manera atractiva y creativa. Yongpradit expresa que en Estados Unidos existe una cuestión de género en relación con el aprendizaje de la tecnología, que interesa mayoritariamente a niños, incluso en mayor medida que la ciencia. De acuerdo con Resnick, la programación en sí misma no es parcial. Sí que puede serlo la forma en que se enseña. Por ejemplo, un tutorial sobre cómo crear un videojuego probablemente llame más la atención a los niños que a las niñas. Aprender a crear historias interactivas probablemente atraiga más a las niñas.

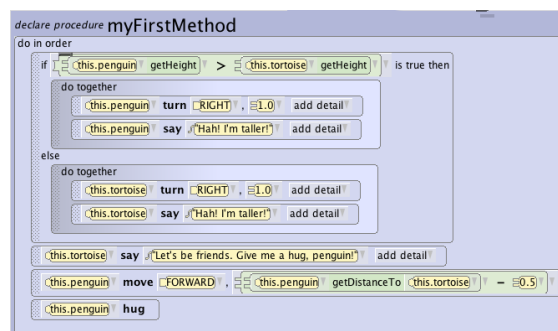
Al tratar con alumnos con necesidades especiales de aprendizaje, Ruth Sanders destaca las oportunidades que ofrecen tanto las herramientas físicas como virtuales (por ejemplo, [BeeBot](#) y [ScratchJr](#)) para crear un ambiente de enseñanza y de aprendizaje inclusivo en el que todos los alumnos participen en actividades de programación.

Herramientas de aprendizaje

La introducción de los conceptos y habilidades fundamentales del Pensamiento Computacional en la enseñanza obligatoria requiere herramientas de aprendizaje que puedan hacer que las actividades de programación sean accesibles a los alumnos de primaria.

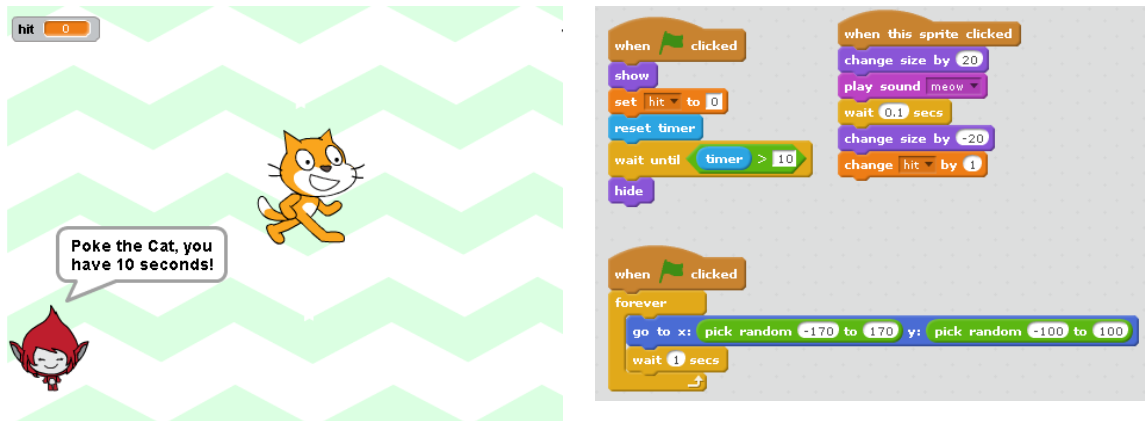
La programación permite concretar los conceptos del Pensamiento Computacional, abriendo el camino para el aprendizaje de ideas potentes. En su entrevista para este estudio, Simon Peyton Jones señala que los alumnos no sólo deben ser capaces de escribir programas, sino también de leerlos. Sin embargo, aprender a leer y escribir un nuevo idioma no es tarea fácil.

El pionero en hacer la programación accesible a los niños fue Seymour Papert, que introdujo el entorno de programación *Logo* para principiantes en los años 60. Un entorno que disponía de algunas características claves de diseño todavía presentes en los lenguajes de programación actuales para niños. Su "robot tortuga" es tanto físico como virtual y los comandos para controlarlo (por ejemplo hacia adelante, hacia la derecha) son sintónicos del cuerpo, es decir, el niño puede ponerse en el lugar de la tortuga para ejecutarlos. Por lo tanto, sus movimientos (en el suelo o en la pantalla) proporcionan retroalimentación visual. *Logo* está basado en texto; la primera interfaz basada en bloques de arrastrar y soltar fue introducida en 1996 con *LogoBlocks*, el entorno de programación para un prototipo inicial de *Lego Mindstorms*. Los entornos basados en bloques más recientes como [Alice](#) y [Scratch](#) cuentan con varios avatares de pantalla. Ambas herramientas permiten a los principiantes concentrarse en crear y experimentar, ya que no requieren que puedan codificar en un lenguaje textual.



Código que controla la interacción entre una tortuga y un pingüino en *Alice*

Fuente: imágenes del informe original



Código en *Scratch*

Fuente: imágenes del informe original

Una aplicación popular de programación visual es la creación de juegos digitales por parte de los alumnos. Mientras que los idiomas visuales de arrastrar y soltar pueden resultar sencillos para los principiantes, también pueden ser bastante complejos y sofisticados. Por ejemplo, para controlar múltiples avatares y animaciones interactivas, el lenguaje de programación incluye características primitivas para la concurrencia y el manejo de eventos. La imagen inmediatamente anterior muestra un videojuego donde el usuario tiene diez segundos para hacer clic sobre el gato mientras se mueve a diferentes posiciones aleatorias en la pantalla. El juego se implementa con tres scripts que se ejecutan simultáneamente.

Los entornos de programación basados en bloques también se utilizan para llevar a cabo actividades de narración animada, en las que el usuario tiene que descomponer escenas y movimientos de los personajes de manera similar a lo que se hace en la creación de juegos. Todos estos tipos de actividades -creación de juegos, programación de robots y narración- se han propuesto para diferentes niveles educativos, obviamente con diferente grado de complejidad. Surgieron otras herramientas de aprendizaje para introducir el Pensamiento Computacional en la enseñanza obligatoria en la investigación documental. Además de los entornos basados en bloques (por ejemplo, [Kodu](#), [Greenfoot](#), [Agentsheets](#), [Agentcubes](#)), existen herramientas tangibles tales como kits de robótica (por ejemplo, [Lego Mindstorms](#)), textiles electrónicos ([Lilypad](#)) y portátiles (por ejemplo, placa [micro:bit BBC](#)).

En la educación de niños pequeños, se recurre frecuentemente a la programación de robots de juguete (por ejemplo, *Bee-Bot*), actividad para la que el alumno necesita dividir las acciones (que quiere que el robot realice) en una secuencia de movimientos, prestando atención a detectar acciones similares en situaciones diferentes que puedan repetirse sin necesidad de reprogramarlas. Por lo tanto, el alumno lleva a cabo prácticas útiles de abstracción y descomposición.

Evaluación

Varios autores representados en la investigación documental reconocen que la evaluación de los conceptos y prácticas de Pensamiento Computacional es esencial para su integración plena y efectiva en la educación. Sin embargo, los trabajos de investigación sobre estas prácticas -y su transferencia a otros dominios del conocimiento- sigue siendo bastante limitada.

Brennan y Resnick (2012) describen tres enfoques principales para evaluar el desarrollo del Pensamiento Computacional:

- analizar los portfolios de proyectos de los alumnos y generar una representación visual de los bloques (de programación) utilizados (o no) en cada proyecto;
- entrevistas basadas en artefactos, centradas en dos proyectos seleccionados de los entrevistados;
- diseñar escenarios - dado un conjunto de tres proyectos con niveles de complejidad baja-media-alta, se pide al entrevistado seleccionar uno y (1) explicar en qué consiste, (2) describir cómo se puede ampliar, (3) corregir algún error, y (4) remezclar el proyecto añadiendo una característica.

La mayoría de las estrategias evalúan el Pensamiento Computacional analizando los artefactos (por ejemplo, juegos o modelos) que los estudiantes desarrollan demostrando sus habilidades en la materia. Una estrategia para medir el Pensamiento Computacional requiere que los alumnos modifiquen el código de un programa existente para lograr objetivos específicos. Escenarios de solución de problemas, es decir, la depuración de un programa existente, también podría ser una forma efectiva de evaluar la competencia de los alumnos en la programación y en la resolución de problemas basados en los ordenadores.

Varios autores también informan del uso de tests de opción múltiple y rúbricas para evaluar las habilidades de Pensamiento Computacional de los alumnos de secundaria. Un reciente estudio de CSTA (Yadav et al., 2015) resume lo que se conoce acerca de la evaluación del aprendizaje de los estudiantes de secundaria en computación en Estados Unidos. Del mismo modo, Simon Peyton Jones cuenta en las entrevistas de expertos que la iniciativa *Computing At School* ha iniciado un proyecto llamado *Quantum* sobre la evaluación de la computación en primaria y secundaria. Un proyecto que proporcionará acceso gratuito a un sistema de evaluación en línea que ayuda a los docentes de computación a comprobar la comprensión de sus alumnos y apoyar su progreso.

Se han desarrollado herramientas que ayudan a los docentes a evaluar la programación y evaluar el desarrollo del Pensamiento Computacional. Un ejemplo es [Dr. Scratch](#), una herramienta que realiza un análisis automático de programas *Scratch*, detectando la presencia/ausencia de primitivas específicas (por ejemplo, declaraciones condicionales) en el trabajo de los alumnos. Además de proporcionar retroalimentación a docentes y alumnos, *Dr. Scratch* asigna una puntuación de Pensamiento Computacional a proyectos analizados (Moreno et al., 2015).

Junto con los tests de opción múltiple y las preguntas abiertas más tradicionales, un elemento esencial de los sistemas de evaluación es un enfoque basado en el diseño (es decir, la programación de medios interactivos).

Lo que está claro es que la evaluación es un aspecto crucial del Pensamiento Computacional en la educación que todavía está por desarrollar. Los expertos entrevistados coincidieron en que la

evaluación del Pensamiento Computacional se encuentra en una fase temprana, y algunos apuntan a la necesidad de nuevas investigaciones (Voogt, Lepeltak). Gal-Ezer, Peyton Jones, Lepeltak, Urschitz y Voogt, por su parte, coinciden en reconocer que los actuales métodos e instrumentos de evaluación sólo cubren algunos aspectos del Pensamiento Computacional. Peyton Jones afirma que actualmente no podemos evaluar el espectro completo del Pensamiento Computacional a través de grupos de edad.

6. FORMACIÓN DEL PROFESORADO EN PENSAMIENTO COMPUTACIONAL

La introducción del Pensamiento Computacional en la enseñanza obligatoria requiere formación del profesorado. Según *Eurostat*, hay un total de 2 millones de maestros de primaria y 2,5 millones de profesores de secundaria en los 28 países de la Unión Europea. Y es que, por ejemplo, en **Italia**, el Plan de Escuela Digital del Ministerio de Educación ([*Piano Nazionale Scuola Digitale - PNSD*](#)) prevé la formación de 157.000 docentes, entre marzo de 2016 y diciembre de 2017, a través de talleres presenciales, cursos en línea y formación en cascada. En **Francia**, el proyecto de formación del profesorado [*Class'Code*](#) dirigido por la SIF (*Société Informatique de France*) y gestionado por el INRIA (el instituto nacional francés de Computación y Matemáticas Aplicadas) estima que 300.000 profesores recibirán formación en Pensamiento Computacional. El proyecto [*Computing At School \(CAS\)*](#) propone un enfoque innovador para apoyar el nuevo currículo de computación en **Inglaterra**: los docentes experimentados se convierten en formadores del CAS, que trabajan con alrededor de 40 docentes en su comunidad local. Estos formadores del CAS reciben un curso de formación de 5-10 días durante seis meses. Actualmente hay más de 350 docentes, con el objetivo de reclutar 600 para 2018.

Se observan iniciativas similares en cuanto a formación del profesorado en todo el mundo. La Fundación Nacional de Ciencias de **Estados Unidos** financió el programa *CSK10* por el que, entre 2010 y 2016, fueron formados 10.000 docentes de enseñanza secundaria superior. Para implementar su nuevo programa *Software Education*, el Ministerio de Educación de **Corea del Sur** y el Ministerio de Ciencia, TIC y Planificación del Futuro ofrecerán formación de software educativo a 60.000 maestros de primaria, de los cuales 6.000 recibirán una formación más amplia.

Los esfuerzos comunitarios también contribuyen al desarrollo profesional docente. Por ejemplo, **Code.org** formó a unos 30.000 docentes de Estados Unidos durante los últimos tres años, mediante talleres profesionales y conferencias.

Las oportunidades de formación docente debatidas en la literatura se centran principalmente en aspectos pedagógicos en lugar de en habilidades tecnológicas. La mayoría de la formación parece estar diseñada para los docentes de todas las asignaturas, a veces centrándose en los docentes de STEM. Los enfoques pedagógicos abordados incluyen narración, resolución de problemas, pedagogías deductivas e inductivas centradas en modelos computacionales, y simulación. A menudo, las acciones formativas están diseñadas específicamente para ser prácticas, de manera que los docentes puedan aplicar más fácilmente sus nuevas habilidades en sus clases. Aunque se han desarrollado varios MOOCs, parece que el componente presencial de la formación tiene gran relevancia. Una encuesta reciente a más de 900 docentes en activo de Inglaterra concluyó que los eventos y la formación presencial, junto a una comunidad en línea, se consideran particularmente

eficaces para satisfacer sus necesidades de conocimiento de contenido y de pedagogías relacionadas con el Pensamiento Computacional.

Si bien sólo unos pocos artículos de la investigación documental se centran específicamente en la formación de los futuros docentes, vale la pena destacar cuatro enfoques interesantes. El primero de ellos es el modelo de desarrollo profesional de [Partner4CS](#) que incluye no sólo un instituto de verano, sino también un seguimiento del apoyo en el aula y en línea (Mouza et al., 2016). El segundo enfoque es la integración del Pensamiento Computacional en los módulos existentes sobre resolución de problemas y pensamiento crítico dentro de un curso de psicología educativa requerido para futuros docentes (Yadav et al., 2014). Un tercer enfoque comprende una serie de intervenciones de desarrollo pre-profesional para ayudar a los docentes a utilizar el Pensamiento Computacional y la programación como una herramienta de enseñanza dentro de otras áreas temáticas (por ejemplo, música, artes del lenguaje, matemáticas y ciencias). En el cuarto enfoque, los docentes en prácticas usan *Flash Action Script* para escribir pseudocódigo para resolver un problema (habilidad de Pensamiento Computacional) y traducirlo en *Action Script* (habilidades de programación). La formación muestra cómo el lenguaje de *Action Scripting* podría ser usado para producir un artefacto de enseñanza; en cada etapa se identifica y corrige el pensamiento erróneo de los participantes (Saari et al., 2015).

Todos los expertos entrevistados hablan o al menos mencionan la formación del profesorado. Voogt sugiere la adopción de un enfoque multiperspectiva en la formación docente: en primer lugar, la especialización de los profesores de secundaria superior; en segundo lugar, el conjunto de competencias de los maestros de primaria. Voogt explica que muchos países tienen docentes de Pensamiento Computacional en la enseñanza secundaria superior, pero muy pocos en secundaria inferior y en primaria. Gal-Ezer informa que, a veces, Israel hizo frente a una escasez de especialistas incluso para la secundaria y que fue necesario formar a docentes de otras materias para enseñar Pensamiento Computacional. La mayoría de estos docentes realizaron un programa intensivo, compuesto por unos diez cursos sobre los fundamentos de la computación. Lepeltak demanda una profesionalización de los docentes a los que se les pide que impartan clases de computación. En primaria, sostiene Voogt, es necesario dejar espacio en los programas de formación de maestros para especialistas en computación que puedan enseñar al menos nociones básicas de Pensamiento Computacional, probablemente relacionados con asignaturas STEM.

Al mismo tiempo, Gal-Ezer advierte que enseñar computación a niños pequeños requiere enfoques pedagógicos específicos. A pesar de que es una ventaja contar con docentes especializados de computación en primaria y secundaria inferior, la principal preocupación es que esos docentes sean capaces de enseñar la computación de una manera que sea adecuada para los alumnos.

Voogt y Lepeltak coinciden en considerar que la formación del profesorado también podría ser impulsada a nivel de la Unión Europea, uniendo fuerzas en la profesionalización y la formación docente. Voogt, Pahkin y Grečnerová mencionan los MOOCs como posibles medios para el desarrollo profesional de los docentes, aunque Voogt advierte sobre los aspectos polémicos de los cursos en línea. Lee y Resnick señalan la importancia de ofrecer a los profesores la misma experiencia formativa que a los alumnos. Este enfoque permite a los docentes seguir el mismo camino que los alumnos, para que puedan tener una idea de las implicaciones y los potenciales. Voogt hace referencia a la falta de recursos o experiencia en muchos países para la formación del profesorado.

Por último, Vitikka recomienda que los docentes participen en el proceso de renovación del currículo como medio de desarrollo profesional. Esto, de hecho, les permitiría involucrarse gradualmente en la reforma, familiarizarse con las ideas principales y no percibir el cambio curricular como un proceso de arriba abajo con pautas y regulaciones impuestas.

7. MÁS ALLÁ DE LA EDUCACIÓN FORMAL

Hay claros signos de que los Ministerios de Educación en Europa y fuera de ella están intensificando sus esfuerzos para integrar el Pensamiento Computacional, la programación, la informática, el pensamiento algorítmico, la computación y la codificación en la educación formal, utilizando una gran variedad de enfoques. Al mismo tiempo, están surgiendo iniciativas en entornos no formales o informales a nivel local, nacional e internacional. Unas iniciativas que se agrupan de acuerdo con su alcance y ubicación actuales: nivel global, para aquellas iniciativas que están presentes en más de un continente; nivel europeo, para las iniciativas presentadas ya sea a nivel paneuropeo o de los Estados miembros; extra-europeo, para iniciativas fuera de Europa. No se trata de un lista exhaustiva, porque seguramente existan muchas más iniciativas dentro y fuera de Europa de las que se pueden extraer lecciones valiosas.

Aunque muchas iniciativas estuvieron originalmente orientadas hacia la codificación, casi todas están tomando un giro hacia una perspectiva y orientación más amplias, incluyendo así el Pensamiento Computacional y la Computación en su visión y prioridades.

Esto concuerda con las opiniones de Mary Dunphy Moloney (*Coderdojo*) y Pat Yongpradit (*Code.org*) expresadas en las entrevistas. En particular, Dunphy Moloney señaló que si bien las actividades de codificación ayudan a los alumnos a desarrollar habilidades de resolución de problemas e interpersonales, el Pensamiento Computacional abarca un conjunto más amplio de habilidades.

La mayoría de las iniciativas descritas fueron puestas en marcha en 2011 o posteriormente (excepto *Bebras* en 2004 y *Computer Science Unplugged* en los años noventa). Sólo tres de ellas se refieren explícitamente al Pensamiento Computacional en su misión (*Bebras*, *Code@SG Movement*, *Computer Science Unplugged*), cuatro a la codificación/programación, cuatro a la Computación y dos a la Informática.

En general, las iniciativas tienen un gran alcance. Por ejemplo, en 2015, la *Semana Europea de la Programación* (*EU CodeWeek*) organizó 7.600 eventos sobre el aprendizaje de la creación con código en 46 países (Europa, África, Asia, Australia y Estados Unidos), que involucraron a 570.000 personas. El desafío de computación de *Bebras* involucró a más de 1.300.000 estudiantes de 38 países, y decenas de millones en todo el mundo han participado en la *Hora del Código*.

La mayoría de las iniciativas también tienen como objetivo la educación formal mediante el desarrollo de materiales y la organización de formación docente. Los materiales de *CS Unplugged* y los cursos de *Code.org* son muy populares en centros escolares de todo el mundo. Algunas iniciativas se centran en un grupo objetivo específico. *CoderDojo*, por ejemplo, reúne a los jóvenes para participar en clubes de programación, mientras que *Computing At School* se centra en apoyar a los docentes de Inglaterra que están aplicando el currículo de computación.

Las iniciativas que reciben fondos públicos también dependen del respaldo de los socios de la industria. *Google*, por ejemplo, presta apoyo a *Bebras*, *Code.org* y *Computer Science Unplugged*, mientras que *Microsoft* lo hace con *Code.org*, *CoderDojo* y *Computing At School*.

A nivel global

[*CoderDojo*](#) es un club de acceso gratuito, llevado por voluntarios, al que los niños de 7 a 17 años pueden ir tras las clases y, solos o acompañados de sus familias, juegan con la tecnología y aprenden a codificar. Existen unos 1.100 *dojos* activos en 65 países del mundo, lo que supone un total de 45.000 niños implicados.

Lanzado en 2013, [*Code.org*](#)® es una organización sin ánimo de lucro dedicada a expandir el acceso a la Computación e incrementar la participación de las mujeres y de las minorías poco representadas. 263 millones de personas han probado la *Hora del Código* en todo el mundo y 11 millones de estudiantes han utilizado *Code Studio*.

[*Bebras*](#) es una iniciativa internacional cuyo objetivo es promover la Computación y el Pensamiento Computacional principalmente entre docentes y alumnos de todas las edades, pero también entre el público en general. *Bebras* organiza retos en línea fácilmente accesibles y de gran motivación en muchos países.

[*CS Unplugged*](#) es una compilación de actividades de aprendizaje gratuitas para aprender Computación a través de juegos y puzles. La iniciativa permite a los jóvenes estudiantes sumergirse directamente en la Computación, sin necesidad de aprender programación antes.

[*Code Club*](#) es una comunidad de voluntarios expertos en Computación que comparten la pasión por la creación digital con niños y docentes de todo el mundo. *Code Club* ofrece formación para maestros de primaria. Desde 2012, *Code Club* ha desarrollado una red cada vez mayor de clubes de actividades.

[*Made With Code*](#) es una iniciativa patrocinada por *Google*, destinada a motivar a las mujeres jóvenes a aprender a codificar y a cerrar la brecha de género en la industria tecnológica. Proporciona recursos, motivación, videos y actividades para entusiasmar a las niñas sobre actividades de codificación.

A nivel europeo

La [*EU Code Week*](#) es un movimiento llevado a cabo por voluntarios que promueven la codificación en sus países como *Embajadores de la Semana del Código*. La Comisaria de la Unión Europea Neelie Kroes lanzó la iniciativa en 2013. En 2015, más de 150.000 personas participaron en 4.200 eventos de codificación.

La [*Iniciativa Europea de Programación*](#) o *all you need is {C<3DE}* reúne a una amplia gama de agentes para promover la codificación y el Pensamiento Computacional en todos los niveles de la educación, además de en entornos informales.

El programa [*Barefoot Computing*](#) apoya a los maestros de primaria del Reino Unido en la aplicación del currículo de computación. Les otorga a los docentes la confianza, el conocimiento, las habilidades y los recursos para enseñar Computación y ayudar a los jóvenes a convertirse en "pensadores computacionales".

La misión de [Computing At School](#) es proporcionar liderazgo y orientación estratégica a todos aquellos implicados en la enseñanza de la computación en los centros escolares.

[Code it Like a Girl](#) organiza talleres que familiarizan a las mujeres en Grecia con la codificación. Su objetivo es extenderse a todas las ciudades griegas y convertirse en la organización con mayor impacto sobre las mujeres en el país.

[Programamos](#) es una organización española sin ánimo de lucro cuyo objetivo es promover el desarrollo del Pensamiento Computacional desde una edad temprana. Se configura como una red social que permite el intercambio de buenas prácticas, recursos e ideas que promueven la programación, la codificación y el Pensamiento Computacional.

Otras regiones fuera de Europa

El [Code@SG Movement](#), organizado por la Autoridad de desarrollo *Infocomm* de Singapur (IDA), tiene como objetivo que los estudiantes se familiaricen con la codificación y el Pensamiento Computacional, con el fin de hacer del país una Nación Inteligente.

En Singapur, [Computhink](#) ofrece cursos de programación de ordenadores y campamentos de vacaciones para niños de 7 a 16 años. Lanzado en febrero de 2015, su misión es hacer que el Pensamiento Computacional y la programación sean accesibles para estudiantes de todas las edades.

[Code for Change Myanmar](#) es una nueva iniciativa diseñada para ayudar a la comunidad tecnológica de Myanmar a utilizar sus habilidades para ayudar a resolver algunos de los problemas más apremiantes del país.

8. CONCLUSIONES

Actualmente la integración del Pensamiento Computacional en el aprendizaje formal e informal supone una tendencia creciente y muy interesante en Europa y más allá de ella, por su potencial para la educación de una nueva generación de niños con una comprensión mucho más profunda de nuestro mundo digital.

Pero existe una falta de consenso sobre la definición del Pensamiento Computacional. La definición histórica de Wing (2011) se ha convertido en un punto de referencia para el debate en el campo, ofreciendo dos valiosas perspectivas: (1) el Pensamiento Computacional es un proceso de pensamiento, por lo tanto independiente de la tecnología; (2) el Pensamiento Computacional es un tipo específico de resolución de problemas que implica capacidades distintas, por ejemplo, ser capaz de diseñar soluciones que puedan ser ejecutadas por un ordenador, un humano, o una combinación de ambos. Hay otras definiciones presentes en la literatura, entre las más citadas encontramos la de la *Royal Society* (2012) que destaca la capacidad de reconocer aspectos de la Computación en el mundo que nos rodea.

En ausencia de una sola definición del Pensamiento Computacional, en literatura emerge un conjunto de conceptos básicos y de habilidades que incluyen la abstracción, el pensamiento algorítmico, la automatización, la descomposición, la depuración y la generalización. La codificación/programación es un componente del Pensamiento Computacional, ya que concreta sus conceptos y, por tanto, puede convertirlo en una herramienta para el aprendizaje, por ejemplo, como medio para explorar otros ámbitos o para la autoexpresión (a través de la creación de narración digital y/o videojuegos). Sin embargo, hay un consenso general acerca de que el Pensamiento Computacional en realidad implica mucho más que la codificación/programación. Por ejemplo, los procesos de análisis y de descomposición de problemas, pasos previos a la codificación/programación.

Varios autores distinguen claramente el Pensamiento Computacional de la alfabetización/competencia digital, señalando que su característica distintiva es su hincapié en los procesos y métodos de resolución de problemas y en la creación de soluciones computables. Esto también se refleja en la encuesta a los Ministerios de Educación. Aunque los dos términos están claramente relacionados, la competencia digital puede no expresar plenamente el conjunto de ideas y habilidades básicas asociadas al Pensamiento Computacional.

La integración del Pensamiento Computacional en los currículos varía de un país a otro. En algunos casos, se integra en asignaturas, particularmente en enseñanza primaria, mientras que en otros son asignaturas independientes de computación impartidas normalmente en centros de enseñanza secundaria. En algunos casos, ambos enfoques suelen combinarse. Algunos países (por ejemplo, Gales y Austria) consideran el Pensamiento Computacional y los conceptos con él relacionados como parte del currículo de competencia digital. Este es también el caso en el *Marco Europeo de Competencia Digital de los Ciudadanos*.

Existe un amplio consenso entre los expertos y los profesionales de que la introducción del Pensamiento Computacional en los currículos de todos los niveles educativos está originando la necesidad de un desarrollo profesional docente continuo. Las actividades de formación a menudo están diseñadas específicamente para ser prácticas, con el fin de que los docentes puedan aplicar más fácilmente sus nuevas habilidades en sus clases.

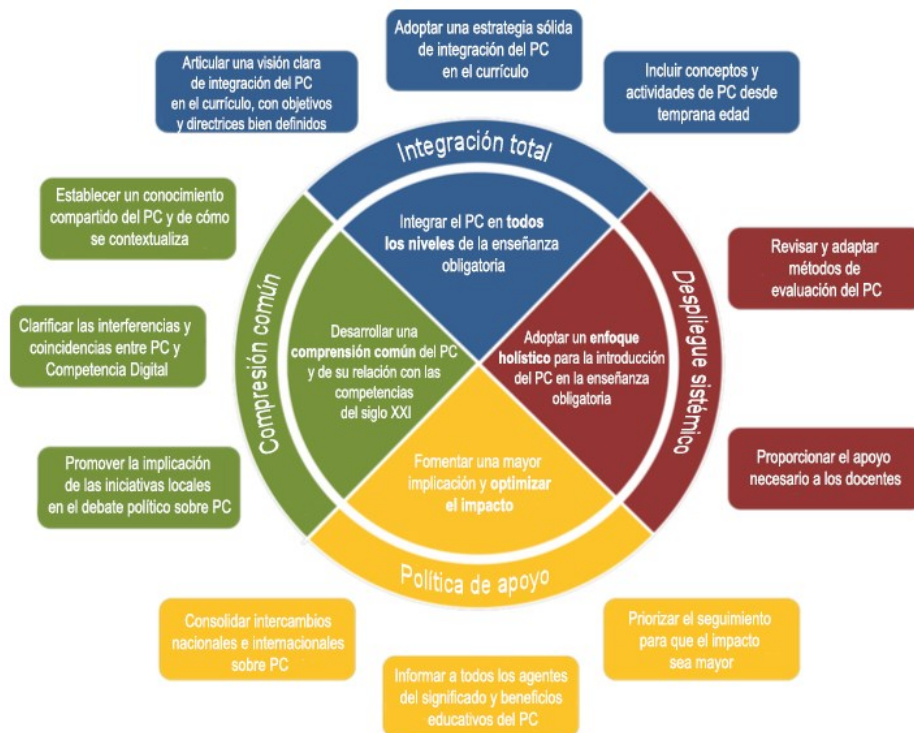
Además, esos expertos y profesionales también hacen hincapié en la importancia de evaluar las habilidades de Pensamiento Computacional de los estudiantes. Sin embargo, actualmente sólo existen unas pocas experiencias reales de evaluación de la comprensión por parte de los estudiantes de los conceptos del Pensamiento Computacional y de su transferencia a otros dominios del conocimiento.

En cuanto a la integración del Pensamiento Computacional en la enseñanza obligatoria, emergen cuatro áreas importantes a contemplar por los responsables políticos y los agentes implicados en el ámbito educativo, centradas en: la comprensión absoluta del Pensamiento Computacional; su integración completa; su despliegue sistémico; y el apoyo político. A continuación se resumen las recomendaciones para estas áreas.

Establecer una comprensión unificada de lo que es el Pensamiento Computacional y cómo se contextualiza puede facilitar su proceso de integración en el currículo, lo que ofrecerá a los docentes la libertad necesaria para introducirlo de la manera que mejor se adapte a su contexto escolar específico. Esto también implica aclarar las coincidencias y las distinciones entre el Pensamiento Computacional y la alfabetización/competencia digital. La experiencia adquirida y las

lecciones aprendidas de las iniciativas locales pueden igualmente ser muy valiosas para el debate político.

Para que la integración del Pensamiento Computacional en todos los niveles de enseñanza obligatoria sea completa, es necesario definir una visión clara y establecer metas específicas. Como el Pensamiento Computacional implica mucho más que ofrecer unas pocas horas de codificación, integrarla en el currículo requiere una estrategia sólida que tenga en cuenta la amplia gama de factores involucrados. Una consideración clave es la medida en que el Pensamiento Computacional se aplica a todo el espectro de áreas y asignaturas y, también, a contextos multidisciplinarios e interdisciplinarios. Es deseable que los conceptos del Pensamiento Computacional sean introducidos a los niños desde los primeros años de enseñanza primaria. Estas consideraciones requieren un enfoque holístico de la integración del Pensamiento Computacional en la enseñanza obligatoria, que abarca aspectos esenciales tales como estrategias apropiadas de evaluación y una adecuada formación docente.



Fuente: adaptación de imagen del informe original

Los intercambios de opiniones con múltiples agentes (responsables políticos, iniciativas locales, centros de investigación y otras partes interesadas) pueden aportar conocimientos muy valiosos y añadir valor a las acciones políticas, sobre todo a nivel paneuropeo, donde estos intercambios pueden contribuir a evitar la repetición de errores y promover buenas prácticas. Otra estrategia beneficiosa para la implementación es asegurar que todos los agentes interesados, no sólo aquellos directamente involucrados en el desarrollo curricular, estén adecuadamente informados sobre lo que es el Pensamiento Computacional y sean conscientes de su relevancia en la enseñanza obligatoria.

Por otra parte, este estudio ha recopilado una gran cantidad de evidencias procedentes de una exhaustiva investigación documental, una encuesta a diversos Ministerios de Educación y entrevistas realizada a expertos.

Una gran variedad de términos (por ejemplo, codificación, programación, pensamiento algorítmico) se utilizan en la literatura y en documentos de iniciativas políticas oficiales para hacer referencia al Pensamiento Computacional. La variación en la terminología también se deriva de los diferentes contextos de uso (documentos para fines académicos *versus* objetivos políticos) y de la forma en que los términos se adoptan en diferentes lenguas nacionales.

La razón principal para introducir el Pensamiento Computacional en los currículos en la mayoría de los países, dentro y fuera de Europa, es el fomento de las competencias del siglo XXI necesarias para participar plenamente en el mundo digital. Además de señalar los beneficios generales del Pensamiento Computacional como una habilidad de pensamiento, muchos autores también destacan la necesidad de desarrollar nuevas competencias de cara al mercado laboral. La encuesta a los Ministerios de Educación revela una serie de razones diferentes para integrar el Pensamiento Computacional en la enseñanza. Trece países en Europa y fuera de ella (Austria, Suiza, República Checa, Dinamarca, Finlandia, Francia, Grecia, Hungría, Italia, Lituania, Polonia, Portugal y Turquía) tienen como objetivo desarrollar las habilidades de pensamiento lógico y de resolución de problemas de los estudiantes a través del Pensamiento Computacional. Otros, como Finlandia y Portugal, también establecieron objetivos muy específicos, como mejorar los resultados de los alumnos y aumentar el interés por las matemáticas.

Es evidente la cada vez más frecuente integración del Pensamiento Computacional y, más ampliamente, de la Computación en la enseñanza obligatoria, como lo indica la reciente ola de reformas curriculares. Once países en Europa y fuera de ella (Dinamarca, Francia, Finlandia, Croacia, Italia, Malta, Polonia, Turquía, Inglaterra, Escocia) han concluido recientemente un proceso de reforma que incluye el Pensamiento Computacional y conceptos con él relacionados. Otros siete (Suiza, Grecia, Irlanda, Países Bajos, Noruega, Suecia, Gales) están planeando introducir el Pensamiento Computacional en la enseñanza obligatoria. Además, otros siete más (Austria, Portugal, Chipre, Israel, Lituania, Hungría, Eslovaquia) están integrando el Pensamiento Computacional basándose en una larga tradición en la enseñanza de Ciencias de la Computación, principalmente en los centros de enseñanza secundaria superior.

En aquellos países (España, Alemania, Bélgica y Suiza), donde el desarrollo curricular se gestiona a nivel regional, la integración del Pensamiento Computacional en la enseñanza varía de una región a otra.

El estudio analizó el lugar que ocupa el Pensamiento Computacional en el currículo de acuerdo a dos criterios: niveles educativos y asignaturas. Y se concluye que la mayoría de los países lo integran en la enseñanza secundaria. Sin embargo, cada vez más lo hacen también en primaria. Varios países lo incorporan a través de áreas, particularmente en primaria, mientras que en secundaria el Pensamiento Computacional se incluye sobre todo como una asignatura por sí misma. Sin embargo, algunos países (por ejemplo, Gales y Austria) consideran el Pensamiento Computacional y los conceptos con él relacionados como parte de su currículo de competencia digital.