

# **La introducción de las Ciencias de la Computación en la escuela**

## **Análisis de las políticas educativas y sus desafíos en diez países**

*Autoras:*

Cecilia Martínez

Mara Borchardt

Belén Bonello

Laura Marés

Inés Roggi

Gran parte de este trabajo corresponde a un informe realizado y financiado por la Alianza para la Digitalización de la Educación en Latinoamérica (ADELA) en el año 2020, a quienes agradecemos.

# Contenido

Resumen ejecutivo.....	5
Abstract.....	6
Introducción: La participación computacional, una preocupación internacional.....	7
La alfabetización digital como derecho.....	9
De computación para algunxs a computación para todxs.....	12
¿Por qué es relevante este estudio para nuestro país?.....	14
Bibliografía.....	16
1. Tensiones y desafíos en la políticas de inclusión de Ciencias de la Computación en la escuela.....	19
Antecedentes de la investigación.....	19
Principales temas emergentes de la comparación entre los diez casos.....	22
Las inequidades digitales y falencias en el sistema socioproductivo son los problemas a resolver....	22
La antigüedad de los programas de Ciencias de la Computación es de 5 a 10 años.....	23
La mayoría de los programas dependen de un ministerio de Educación nacional.....	24
El lugar que ocupan las Ciencias de la Computación en el currículo es variado.....	25
Los enfoques exploratorios por problemas y proyectos dominan la introducción del PC.....	28
Los lenguajes de bloques y los proyectos tangibles son las principales herramientas elegidas.....	29
Pocos países ofrecen formación docente sistemática y rigurosa.....	29
Tensiones y desafíos en las políticas de inclusión de las CC en la escuela.....	31
Bibliografía.....	33
2. La singularidad de los casos de Israel, Finlandia e Inglaterra.....	36
Condiciones de posibilidad de las políticas educativas en los casos estudiados.....	38
Bibliografía.....	39
3. Ciencias de la Computación en Israel.....	40
Introducción.....	40
El contexto.....	41
La implementación de las CC.....	43
El currículo inicial.....	45
El programa STEP.....	47
Evaluación de la implementación.....	51
La formación docente.....	52
La formación de formadores.....	58
Los desafíos.....	60
Reflexiones sobre el caso de Israel.....	61
Bibliografía.....	62
4. Ciencias de la Computación en Finlandia.....	65
Introducción.....	65
El contexto.....	66
Las escuelas vocacionales o técnicas.....	68
La formación docente, clave de la calidad educativa.....	69
La estructuración del currículo: Top-Down y Bottom-up.....	70

La evaluación de los aprendizajes.....	72
La implementación de las CC.....	73
En relación con la formación docente.....	73
En relación con el currículo.....	74
Primer y segundo grado.....	77
Tercer, cuarto, quinto y sexto grado.....	77
Séptimo y noveno grado (equivalen a los cursos ofrecidos al grupo etario de 12 a 13 años).....	77
En relación con el financiamiento.....	80
Los desafíos del modelo finlandés.....	85
Reflexiones sobre el caso de Finlandia.....	86
Bibliografía.....	88
5. Ciencias de la Computación en el Reino Unido.....	92
Introducción.....	92
Sobre el sistema educativo en Inglaterra.....	94
La reforma curricular.....	95
Ciencias de la Computación.....	97
Tecnología de la Información.....	99
Alfabetización digital.....	99
Implementación de las CC.....	101
Disponibilidad de docentes de Computación.....	103
Formación docente.....	104
Recursos didácticos.....	108
Modelos de desarrollo profesional docente.....	108
Iniciativas de alcance nacional.....	109
La Red de Excelencia.....	109
Plan de Maestros Líderes (Master Teachers).....	110
Iniciativas de carácter privado.....	110
Barefoot Computing.....	110
BBC micro: bit.....	110
La Fundación Raspberry Pi.....	111
Code Club.....	111
CoderDojo.....	112
Los desafíos.....	112
Bibliografía.....	113
6. Algunas lecciones aprendidas.....	116
Instrumentos de la reforma más relevantes.....	116
Procesos participativos de diseño de un currículo nacional detallado.....	116
Programas de formación docente en convenio con universidades y a través de redes.....	118
Equipos de investigación nacionales para desarrollar y ajustar los programas.....	119
Pensar desde la función pública programas educativos de enseñanza de las Ciencias de la Computación.....	120
Guía para los funcionarios, las lecciones aprendidas.....	120
¿Es posible replicar los programas en otros contextos educativos?.....	126
Algunas consideraciones finales.....	126

7. Aproximaciones metodológicas.....	128
Dimensiones de análisis de los programas.....	128
Enfoque metodológico.....	130
Bibliografía.....	131
Referencias consultadas por país.....	132
Anexo 1: Comparación de las principales características de los programas.....	145
Anexo 2: Cobertura de los sistemas educativos de los casos estudiados.....	148

## Resumen ejecutivo

Este informe presenta una síntesis de un estudio realizado para la Fundación Adela que relevó políticas y programas de inclusión de las Ciencias de la Computación (CC) en las escuelas llevados a cabo entre los años 2010 y 2020 en diez países. Para el estudio original se escribieron casos a partir de documentos ministeriales y artículos de publicación científica. En esta presentación ofrecemos un análisis comparativo de los diez casos identificando temas emergentes. Además, describimos en detalle tres de ellos: los casos de Finlandia, Inglaterra e Israel. El análisis en profundidad permitió ver los procesos de construcción de las políticas educativas en su devenir histórico y político.

El estudio se basó en datos de segunda mano de diferentes fuentes, tales como artículos de publicación científica para los programas de mayor antigüedad, documentos oficiales que describen los programas educativos y blogs o sitios de divulgación sobre los programas y la enseñanza de las CC. Sobre los casos estudiados en profundidad se realizaron además entrevistas con responsables de los programas e investigadores que estudiaron sus resultados o funcionarios políticos a cargo de su diseño.

La información procesada permitió establecer que la antigüedad de los programas es de cinco años en promedio en todos los países relevados. Asimismo, se pudo reconstruir que los desafíos que los países intentan abordar con la introducción de los contenidos de computación en las escuelas son las brechas digitales que presentan las y los estudiantes según el género y el estrato socioeconómico, y las diferentes ofertas de contenido de las escuelas a las que asisten. Otro gran desafío de los países es la necesidad de mejorar el sistema socioproductivo con la tecnología computacional, para lo cual se hace necesario fomentar el interés de profesionales en estas áreas.

En la mayoría de los países ha sido el Ministerio de Educación Nacional o alguna agencia que depende de él el organismo que ha reformado el currículo oficial y obligatorio para las escuelas. Los contenidos que permiten enseñar las CC ingresan al currículo a través de espacios curriculares específicos nuevos o reformados, inclusive cuando el enfoque pedagógico sea interdisciplinario, los contenidos se ubican en materias designadas. Se privilegian propuestas didácticas que permitan la exploración y el aprendizaje por descubrimiento, problemas y proyectos. Estas propuestas requieren la interdisciplinariedad, las entrevistas arrojaron que ha sido una tarea muy difícil para el cuerpo docente.

En los primeros años de la escolaridad se trabaja con programación en bloques; luego, se utiliza el lenguaje Python. El aprendizaje de computación con materiales tangibles tiene mayor atención en Finlandia, donde hay una tradición de enseñanza de las manualidades.

La formación docente es un desafío en todos los países. La principal estrategia ha sido convenir con universidades ofertas de cursos y programas de formación inicial y reconversión docente. Además,

se han creado redes de formación docente que permiten llegar a todo el territorio y sistemas de docentes líderes o maestras de apoyo que acompañan la reforma curricular.

## Abstract

*This report presents a synthesis of a study conducted for the Adela Foundation that surveyed policies and programs of Computer Science (CS) inclusion in schools that were carried out between 2010 and 2020 in ten countries. For the original study, cases were written from ministerial documents and scientific publication articles. In this presentation, we provide a comparative analysis of the ten cases identifying emerging themes. In addition, three of them were discussed in detail: Finland, England and Israel. The in-depth analysis allowed us to see the processes of educational policy construction in their historical and political evolution.*

*The study used second hand data from different sources: scientific publication (particularly from educational programs that had been in place for a longer period of time), official documents about educational programs, and blogs and sites about the programs and teaching of Computer Science. In-depth interviews were conducted with participants and leaders from the programs from the in-depth cases. In addition, we interviewed researchers who analyzed the program results.*

*Processed information allowed us to identify that the programs are 5 years old on average in most countries. The main problems that the countries tackle with the introduction of computer science content are the students' digital divide (by gender, socioeconomic status, and school affiliation) and the need to improve the social-productive systems with computational technology. This needs more students interested in the informatic areas.*

*The National Ministry of Education or an Agency that depends on it has been responsible for the curriculum reform to mandate the introduction of CT in most countries. Specific curricular areas, new or reformed, include the content knowledge that allows CT development. Even though in some cases the pedagogical approach is interdisciplinary, the content knowledge is part of designated areas. Most teaching approaches emphasized exploration, discovery, problems, and project-based learning. These kinds of teaching require interdisciplinary work. However, interviews uncover that it is difficult for teachers to include CS in interdisciplinary projects.*

*In the first years of primary school, students learn to program with blocks, later on, most countries introduce Python. Learning CS with tangible materials has more emphasis in Finland, where there is a tradition of teaching crafts. Teacher professional development is a challenge in most countries. The main strategy for training teachers has been partnering with Universities that offer courses and teacher preparation programs. In addition, these countries have developed professional development networks that allow reaching local districts. Two countries have a system of teacher leaders or tutors that support curriculum reform.*

# Introducción: La participación computacional, una preocupación internacional

En los últimos años, muchos países han incluido las Ciencias de la Computación (CC) en su currículo obligatorio o están discutiendo sobre este tema debido a la necesidad de alfabetizar digitalmente a toda la población (Bocconi, 2016; Passey, 2017; Vega y Fowler, 2020). En estudios de la Fundación Sadosky que analizan la cantidad de estudiantes que egresan de secundarios con orientación en informática (técnicos y polimodales) en la Argentina, se calculó que la población que recibe esta oferta no llegaría al 3 % (Scasso, 2019). Este porcentaje coincide globalmente con lo hallado en el Estudio Internacional de Alfabetización digital y computacional —*International Computer and Information Literacy Study ICIL*— (Frailón, 2020). Según esta investigación, si bien el 82 % de los estudiantes puede navegar por internet, manipular imágenes y manejar accesos con claves; solo el 2 % de los participantes pueden comprender cómo funciona una computadora y crear nuevos artefactos a partir de saberes computacionales. Es decir, es bajo el porcentaje de estudiantes de los niveles obligatorios que dominan saberes de computación que les permiten entender, leer, usar, remezclar y participar de la construcción de artefactos digitales.

La pandemia ha visibilizado las profundas brechas digitales previamente existentes de acceso y conectividad. Según un estudio del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (2020), la mayoría de la población ha accedido a al menos un celular (80 % de la población perteneciente al quintil de menos ingreso, contra 100 % de la población del quintil superior). El acceso a una computadora fue mucho más desigual entre los quintiles de ingresos. Solo un 40 % del quintil inferior pudo acceder a una computadora contra el 100% del quintil superior. Cifras similares se manejan respecto de la conectividad. Afortunadamente, estos datos se han publicado y discutido públicamente. Por eso, los gobiernos nacionales y provinciales están fortaleciendo programas de equipamiento y conectividad en las escuelas.

La pandemia también reveló las enormes brechas en torno a los saberes digitales. La comunidad educativa fue testigo de situaciones en donde las escuelas tenían varias computadoras en desuso y el acceso a ellas dependía de actualizar el sistema operativo o reparar una placa averiada. En muchos casos no pudieron formularse las preguntas o las hipótesis necesarias para entender la falla. También se experimentaron episodios en donde los problemas de conectividad se podrían haber resuelto con la configuración de las redes o las mejoras físicas para recibir las señales. Adicionalmente, se observaron enormes debates sobre el uso sanitario de plataformas de “Big Data” (grandes datos) que operan con algoritmos de macrodatos para trazabilidad, geolocalización, capacidad de detección y prevención temprana (Harari, 2020). Según la Organización Panamericana de la Salud, estos sistemas permiten estimar casos y recursos necesarios como camas de terapia intensiva y respiradores. Hubo muchos

cuestionamientos sobre el uso de datos privados por el sector público (ANCCON, 2020). Si bien el debate sobre la privacidad de los datos es legítimo y necesario, en la Argentina observamos que un gran número de personas se negó a instalar el sistema de detección y trazo del virus (denominada CUIDAR), pero publicaban una enorme cantidad de datos privados y personales en redes sociales bajo el manejo de grandes corporaciones norteamericanas sin siquiera cuestionar la paradoja.

Mientras discutimos el uso de datos privados para poder generar sistemas de trazabilidad, en mayo de 2021 los datos de más de 100 millones de usuarios de Android quedaron expuestos en la “nube” por problemas con sus aplicaciones.<sup>1</sup> Asimismo, los ciberdelitos crecieron un 300 % durante la pandemia al intensificarse el uso de plataformas en internet. El 70 % de estos delitos se debe a errores humanos relativos al manejo de la seguridad informática.<sup>2</sup> Y un gran porcentaje de estos ataques afectan a niños y niñas con delitos de extorsión y acoso sexual (grooming, sexting, phishing, desafíos de autoflagelación, etc.). Estas situaciones y dilemas —nombrados a modo de ejemplo— que atravesamos durante la pandemia relevamos la enorme brecha previamente existente de saberes de computación que persisten en nuestra población.

**De la brecha de saberes digitales se ha hablado bastante menos tanto en los debates públicos como en los discursos pedagógicos especializados, que marcan con énfasis las brechas de equipamiento, conectividad y apropiación (Terigi, 2020) pero no mencionan la brecha de conocimiento digital que permitiría abordar las anteriores. Conceptos de las subáreas de sistemas operativos, hardware, redes, seguridad informática, datos, software y hardware libres, algoritmos, etc., resultan imprescindibles no solo para usar dispositivos computacionales, sino para acceder a ellos, proteger nuestros datos, participar de muchos programas socioeducativos que dependen del vector digital y aportar a soluciones digitales para problemas locales.**

No negamos la importancia de abordar las brechas de primer y segundo orden (brecha de acceso y de uso de la tecnología digital). El acceso a dispositivos computacionales es una condición de posibilidad para poder aprender, participar y crear tecnología digital. Sin embargo, nuestros colegas especialistas en la disciplina nos enseñan que algunos problemas puntuales de acceso y de uso son problemas de saberes de la disciplina. Por caso, formular hipótesis o identificar la naturaleza de problemas de conectividad, tales como discernir si el origen del problema es el *router*, la lejanía de la antena en mi barrio, o el software, requiere de saber conceptos centrales de redes e internet. Del mismo modo, extender el uso de una computadora que es “obsoleta” para los sistemas operativos privativos, pero que ofrece todas las prestaciones y funcionalidades necesarias para el trabajo corriente con un sistema operativo libre

<sup>1</sup> “Más de 100 millones de datos de usuarios de aplicaciones de Android quedaron al descubierto”, en *Infobae*, 27 de mayo de 2021.

<sup>2</sup> Noticias Universidad Nacional de Cuyo, 19 de abril de 2021. Subieron el 300% los ciberataques por el aumento del uso de internet.



requiere de conocer y participar de la cultura del software libre y de saberes de sistemas operativos. Asimismo, poder reconocer las partes de la computadora para cambiar las rotas (del mismo modo que cuando se rompe una rueda del auto no cambiamos todo el auto, sino solo la rueda) requiere de saberes en torno al hardware.

Haciendo una comparación con el equipamiento analógico necesario para escolarizarse, pensábamos con algunas colegas sobre la similitud que puede tener la computadora con un lápiz y un cuaderno. Poder usar una computadora es condición necesaria para acceder a información, comunicación, cultura, etc. Del mismo modo, acceder a un lápiz y un cuaderno es condición necesaria para poder aprender a leer, escribir, resolver cálculos matemáticos, etc. Sin embargo, no es suficiente para participar activa y críticamente de la cultura. Si no conocemos el sistema de lectoescritura, sus reglas gramaticales y sintácticas, y más aún si no podemos comprender lo que otros han escrito y no tenemos un mensaje para ofrecer, seguramente subutilicemos el lápiz y el cuaderno. Para poder participar del mundo alfabetizado necesitamos además de tener un lápiz y un cuaderno, dominar un lenguaje, leer lo que otros han producido, buscar información en librerías o repositorios, transferir la información producida a otros contextos, comprender y transmitir una idea, organizarla en estructuras lingüísticas comprensibles para otros, etc.

Nos dice Simari (2013) que la lectoescritura se incorpora como objeto de enseñanza en la escuela porque es una tecnología disruptiva, es decir que amplía nuestra capacidad de cognición, de aprender y de entender el mundo que nos rodea. Del mismo modo, este autor nos advierte que la computación también es una tecnología disruptiva, nos permite fundamentalmente procesar grandes volúmenes de datos, esa capacidad es humanamente imposible y ese procesamiento puede contribuir a nuestra calidad de vida. Por eso, concluye el autor, los fundamentos computacionales deberían ser parte de la educación obligatoria. Cerrar las brechas de saberes digitales a través de la inclusión de las Ciencias de la Computación en las escuelas es un debate de resonancia mundial.

## La alfabetización digital como derecho

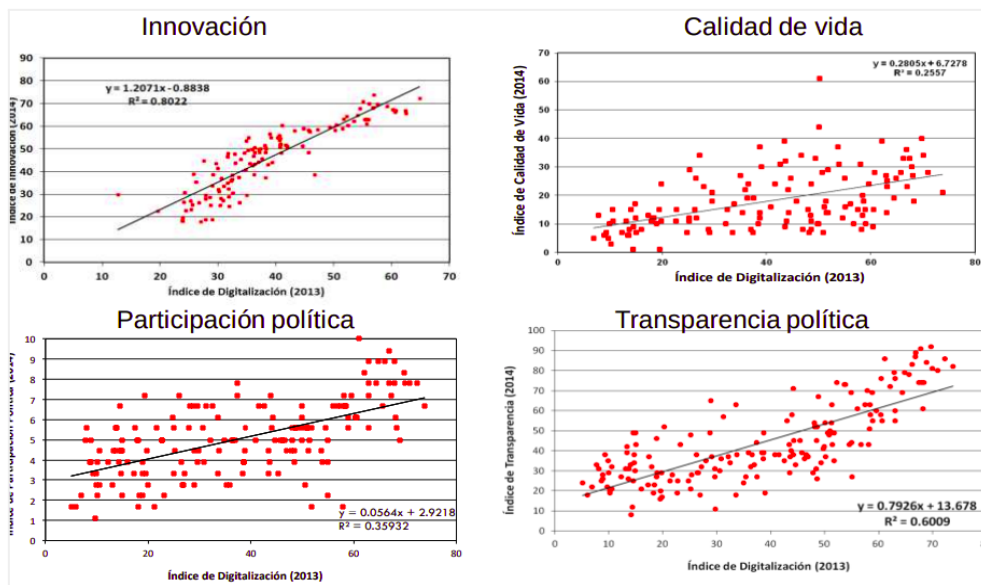
Además de la dimensión de la brecha digital, se argumenta que el acceso a saberes digitales es condición necesaria para el ejercicio de otros derechos. La educación obligatoria es un derecho humano universal desde 1948. Esto es así porque los países firmantes en ese momento de fin de la Segunda Guerra Mundial comprendieron que sin educación formal (que incluye la enseñanza de lenguajes de nuestro tiempo que permiten comprender y participar del mundo en que vivimos) los ciudadanos no pueden acceder a otros derechos humanos tales como la salud, la vivienda, la participación política, etc. En efecto, conocer, comprender y poder producir con lenguajes digitales nos permite reflexionar sobre temáticas como el voto electrónico, el uso de nuestros datos para el bien común, los resguardos con

transacciones económicas y las ventajas de los diagnósticos por imágenes para la detección temprana de dolencias, por ejemplo.

En esta línea, el investigador Raúl Katz (2016) analizó cómo a mayor nivel de acceso, uso y formación en TIC en los países, mejor es el índice de calidad de vida, innovación tecnológica, participación política y transparencia económica. El economista Jeremy Rifkin (2014) sostiene también que el desarrollo de las tecnologías energéticas, de la comunicación y del transporte ampliarán la distribución de saberes, el acceso a la cultura y la participación política.

Según las investigaciones de Katz, un aumento de 10 puntos en el índice de digitalización genera un incremento del 0,81 % en el PBI reduciendo un 82 % la tasa de desempleo. Además, Katz argumenta que la digitalización parecería tener impacto en la calidad de vida y en la reducción de la desigualdad porque permite el acceso a servicios básicos que incluyen la educación, la salud, etc. (Ver Fig. 1).

**Figura 1: Relación entre índice de digitalización y calidad de vida.**



Fuente: Katz (2016)

En relación con los procesos de digitalización y directamente relacionado con el acceso a dispositivos digitales, en varios países se está discutiendo actualmente una legislación que obligaría a las industrias de computación a que sus productos puedan ser abiertos por los usuarios para intercambiar piezas obsoletas. En Europa esta ley ya ha sido aprobada.<sup>3</sup> Esta legislación se basa en el “derecho a

<sup>3</sup> Los productos electrónicos en Europa tendrán que poder repararse durante 10 años. Fuente: Muy Canal. <https://www.muycanal.com/2021/03/03/derecho-a-reparar-europa-electronica>

reparar” que implica —entre algunos aspectos— que los usuarios tienen la propiedad de los productos una vez que los compran y, por lo tanto, pueden abrirlos y modificarlos. Asimismo, obliga a los fabricantes a ofrecer las piezas de sus productos por diez años y que estos estén diseñados para que sean fácilmente desmontables.

**Uno de los más importantes debates en torno a la legislación sobre el Derecho a Reparar es que gran parte de la ciudadanía (si nos guiamos por los datos que presentamos anteriormente, esto podría alcanzar el 97 %) no ha construido los saberes mínimos necesarios para ejercer el derecho a reparar. Y un rol fundamental de la escuela es ofrecer conocimientos a la ciudadanía que le permitan ejercer sus derechos.**

Como caso paradigmático, la inclusión de la Educación Sexual Integral ofrece un conjunto de saberes que permite que las infancias puedan ser respetadas en su integridad física y psíquica en la dimensión de género y sexualidad. Del mismo modo, los saberes fundamentales de computación nos permitirían tomar decisiones sobre cómo nos apropiamos de las computadoras que usamos para nuestro trabajo, educación, comunicación, etc.

Hemos sido testigos en los últimos cinco años de debates en torno al voto electrónico, a escándalos sobre cómo diferentes organizaciones tales como Cambridge Analítica han utilizado grandes bases de datos para manipular las redes sociales e influenciar elecciones. Gran parte de la ciudadanía somos meros espectadores de estos debates porque no entendemos mínimamente los riesgos y las fisuras que pueden ocurrir con el voto electrónico, ni cómo funcionan los algoritmos de las redes sociales de las cuales somos usuarios intensivos.

Democracia es ejercer nuestros derechos. Y, en ese sentido, las Ciencias de la Computación han hecho un gran aporte en las últimas décadas. En Argentina, el derecho a la identidad de más de doscientos jóvenes apropiados ilegalmente durante la última dictadura cívico-eclesiástica y militar ha sido garantizado con la asistencia de sistemas de cómputos que permiten encontrar coincidencias en el ADN para la alegría incommensurable de las incansables Abuelas de Plaza de Mayo.

El derecho al acceso a tratamientos médicos ha sido facilitado por la increíble tecnología de diagnósticos por imágenes. Esta tecnología se basa en fundamentos físicos donde ondas de diferentes tipos son procesadas por sistemas de cómputos que “construyen” imágenes que permiten identificar tempranamente las dolencias.

El derecho al acceso a la educación en todos sus niveles ha sido mejorado con procesos educativos mediados por tecnologías. Mucho antes de la pandemia veníamos ofreciendo experiencias de educación a distancia para llegar a ciudadanas y ciudadanos de todo el territorio nacional que es amplio y diverso. De esta manera, estudiantes de todos los niveles que no tienen posibilidades de alquilar un departamento y

costear una vida universitaria y en muchos casos secundaria en las grandes urbes se han beneficiado de programas de educación a distancia que ofrecen clases en aulas virtuales.

Podríamos escribir páginas enteras de cómo la computación contribuye a mejorar nuestra calidad de vida. Permítannos mencionar algunos otros. El campo de las comunicaciones que ha acercado familias, amigos y ha permitido modos de trabajo más dinámicos, los botones antipánicos para las víctimas de violencia de género, son todas situaciones en donde han contribuido los sistemas de cómputos.

Sin embargo, la mayoría de los países de Latinoamérica tiene baja participación en el vector tecnológico del mundo. Y es por eso que hay una profunda preocupación por desarrollar soberanía tecnológica que nos permita pensar en situaciones y problemas regionales y en la manera en que el cómputo puede contribuir a mejoras y soluciones.

## De computación para algunxs a computación para todxs

Para cerrar brechas digitales y garantizar el derecho a una educación de calidad que permita ejercer otros derechos, se debate actualmente la inclusión de las CC en los currículos obligatorios. Actualmente, la mayoría de los países ofrece las CC en los ciclos de orientación o en algunas escuelas seleccionadas. Esto deriva que en solo los que tienen un interés previo en la disciplina o son autoseleccionados reciban saberes de computación en su escolaridad. Con este esquema de oferta diferenciada hasta el momento, estos saberes se ofrecen de una manera “segregada”, es decir, para algunos pocos quienes van conformando jerarquías y clasificaciones, como señala Romero Movíñas (2013). Según el autor, estas jerarquías se construyen en función del acceso al conocimiento y experiencias digitales que desarrollan las y los estudiantes e incluyen, por ejemplo, a las y los hackers, las y los nerds, las y los hábiles con las tecnologías, etc.

En ese contexto, los organismos de educación del mundo están discutiendo cómo ofrecer saberes de computación de manera “común”, es decir, para todo el universo de estudiantes que asisten a la escuela obligatoria. ¿Qué significa que un contenido se ofrezca para todas y todos y pase a ser parte de nuestra cultura común?

Si bien se ha analizado bastante sobre qué es “lo común” en la escuela, recuperamos la noción que nos ofrece Flavia Terigi sobre el currículo común como aquel que promueve la igualdad (Terigi, 2008). Para Inés Dussel (2007), lo “común” durante la edad moderna eran las referencias que permitían a una persona sentirse parte de una comunidad. Esta idea se fue desarmando parcialmente debido a la crítica sobre el sesgo en la selección de contenidos que ofrece la escuela, considerando saberes pertenecientes a las culturas dominantes como los únicamente válidos. Con la intención de la escuela de

ser más inclusiva y de recibir a una población diversa culturalmente, se fueron reformulando muchos saberes de los que ofrecía la escuela para hacerlos más cercanos a los entornos de vida de las y los estudiantes y para recuperar las visiones de las culturas subalternas o no hegemónicas. Así, pasamos de estudiar modos de vida y pensamiento de la nobleza a recuperar las experiencias cotidianas y las producciones culturales de diferentes pueblos.

El progresismo pedagógico instó a incluir “lo nuevo” dentro de la escuela (Fattore, 2007). En el campo de la educación digital, esto redundó en recuperar prácticas de computación demandadas por el mercado o por la vida social. Se instaló la idea de que usar software era el saber necesario que la escuela debía transmitir para que la ciudadanía pudiera participar del mundo digital.

La selección de los contenidos de computación no estuvieron exentos del sesgo ideológico. Por ejemplo, se insistió con la inclusión de sistemas operativos y software privativo en vez de sostener desde lo público el acceso a la cultura libre y sus modos de producción colaborativa. Se decidió generar plataformas de enseñanza de la programación basadas en el uso de bloques encastrables para permitir la estructuración de los algoritmos sin tropezar con la dificultad de la sintaxis y la semántica de los programas de software utilizados en la industria. Asimismo, se aborda regularmente la enseñanza de la seguridad informática, en tanto elecciones y responsabilidades individuales, sin advertir cómo funcionan los sistemas y las estructuras macrosociales que permiten ataques y vulnerabilidades (Vakil, 2018).

Esa selección de contenidos de computación que construimos para las escuelas se focaliza en un presente líquido que representa a un sector culturalmente homogéneo en sus consumos y apropiaciones digitales. Pero la escuela no es solamente el presente, la escuela también es pasado y futuro (Dussel, 2007). Siguiendo a Benjamin (2007), Dussel mira a la tradición escolar como “custodia” del saber. Para muchos humanistas, la escuela es también la depositaria de la tradición, de la memoria, de la cultura construida y los procesos de producción de la misma. Por ese rol de la escuela como custodia del pasado, recapituladora de diversas experiencias del presente y constitutiva para el futuro es que las decisiones curriculares se encuentran en tensión (Dussel, 2007). Nos dice Dussel:

*“El desafío es estructurar una idea de cultura común que pueda ser transmitida y compartida, que tome nota de las injusticias y privilegios del pasado, y que al mismo tiempo proponga algunas otras inclusiones que no vengan de la mano de la cultura del mercado o del individuo del autodiseño”.* (Dussel, 2007: 23)

Ese es el gran desafío que tienen los países para decidir qué contenidos dentro del campo de la tecnología digital incluyen en las escuelas y de qué modo hacerlo.

## ¿Por qué es relevante este estudio para nuestro país?

En los últimos años, en nuestro país, se han hecho esfuerzos para introducir saberes de las CC en el currículo escolar. Desde 2011 las provincias han incluido en su oferta educativa escuelas Técnicas con Orientación en Informática, Programación o Computación, así como Ciclos Orientados en Informática. En el año 2011 se formularon reglamentaciones que dan marco de referencia a las escuelas técnicas en informática y comienza una década de legislación educativa y proyectos estatales que fomentan una inclusión digital (Echeveste y Martínez, 2022).

El Ministerio de Educación de la Nación fijó lineamientos para la alfabetización digital y la inclusión de las CC en la escuela a través de normas de mayor y menor jerarquía desde el año 2006. En 2015 el Consejo decidió que la “Enseñanza de la Programación es de importancia estratégica”. En 2018 se aprueban los NAP de Educación Digital, Programación y Robótica para que sean incluidos transversalmente en todos los niveles del sistema educativo. La tabla a continuación repone la secuencia de leyes, programas y resoluciones que han ido fijando los lineamientos generales en torno a la educación en tecnologías digitales.

**Figura 2: Leyes y resoluciones sobre educación en tecnologías digitales.**

2006	<b>Ley de Educación Nacional Nro. 26.206.</b> Art. 11: Desarrollo de competencias para manejar los nuevos lenguajes producidos por las TIC. Art. 88: Integración de los contenidos curriculares indispensables.
2011	<b>Resolución CFE 135/11 y Resolución CFE 141/11.</b> NAP para la Educación Tecnológica. Se incluyen los procesos y medios técnicos computacionales entre las tecnologías a estudiar.
2015	<b>Resolución CFE 263/15.</b> “La enseñanza y el aprendizaje de la <b>Programación</b> es de importancia estratégica durante la escolaridad obligatoria”.
2018	<b>Resolución CFE Nro 343/18.</b> NAP de Educación Digital, Programación y Robótica para ser incluidos en todos los niveles del sistema educativo.

En este contexto, algunas jurisdicciones están dando pasos concretos y graduales: Neuquén ha aprobado un diseño curricular para nivel secundario previendo la inclusión de las CC como materia en un área integrada con matemática. Córdoba puso en marcha un programa de escuelas orientadas al desarrollo de software emplazadas en contextos vulnerables. Tucumán ha iniciado una reforma del currículo de nivel secundario y en este marco ha reformulado los contenidos de educación tecnológica, abordando proyectos y contenidos de CC de manera progresiva comenzando con escuelas ubicadas en las zonas más empobrecidas de la provincia. En el contexto de la nueva escuela secundaria, CABA ha incluido

contenidos de CC en la materia denominada Tecnologías de la Información en los años tercero y cuarto del secundario.

No obstante estos esfuerzos y avances, muchas jurisdicciones todavía no han logrado incluir significativamente estos saberes en las aulas de manera común. En parte porque es necesario un plan de formación docente de alcance nacional, como así también el desarrollo de materiales didácticos y la construcción de consensos locales sobre la relevancia de estos saberes y la definición de cuál es el recorte pertinente para cada nivel y ciclo. En ese sentido, es imprescindible un acuerdo respecto de qué selección de contenidos específicos deberían incluirse dentro de un currículo común (Bordignon, 2018). Este contexto requiere seguir pensando sobre cómo definimos la brecha de saberes digitales. Comprender los debates y enfoques que se están discutiendo en el resto de los países permite establecer conexiones entre los procesos macropolíticos y las decisiones microprogramáticas que se van desarrollando. Además, nos permite recuperar los debates sobre los diferentes ejes para pensar en nuestro propio contexto.

El estudio que realizamos para la Fundación Adela analizó la situación de diez países que incluyeron las Ciencias de la Computación en la escuela obligatoria. Los países seleccionados y sus programas fueron:

- Australia: Australian Curriculum in Technology (AC:T)
- Brasil: El aporte del CIEB al Currículo nacional
- EE.UU.: Exploring Computer Science
- España: Escuelas de PC
- Estonia: ProgeTiiger
- Finlandia: Currículo básico
- Inglaterra: Computing
- Israel: Ciencias de la Computación como materia
- Polonia: Ciencias de la Computación como materia
- Singapur: Code@SG

En este estudio analizamos cómo se definía el problema educativo, en particular, cuáles fueron las principales razones y argumentos para incluir las CC en las aulas; la antigüedad de los programas; la dependencia de los mismos (si dependía de organismos públicos o privados), el lugar que ocupaban en el currículo, el enfoque de enseñanza y la formación docente. En el capítulo 1 resumimos los hallazgos encontrados en este estudio. Este panorama internacional nos permitirá comprender el análisis de los casos particulares que ofrecemos en esta publicación. (Una síntesis de las características más relevantes de estos programas se puede encontrar en el [Anexo 1](#)).

La selección de los programas de enseñanza fue intencional y respondió a los siguientes criterios:



- que funcionaran en diferentes contextos (escalas de los sistemas educativos, organización política, tradiciones, etc.).
- que la Alianza para la Digitalización de la Educación en Latinoamérica (ADELA) los haya reconocido como interesantes y poco conocidos.
- que hayan tenido un tiempo considerable de implementación para conocer sus resultados.

Luego del relevamiento realizado sobre los diez programas, se reconstruyeron los casos y se hizo un análisis profundo sobre tres de los casos seleccionados por la red ADELA: Israel, Finlandia e Inglaterra. El análisis en profundidad permitió ver los procesos de construcción de políticas educativas.

Sobre el conjunto de los diez países se analizaron principalmente datos de segunda mano de diferentes fuentes como artículos de publicación científica para los programas de mayor antigüedad y documentos oficiales que describen los programas, blogs o sitios de los programas; sobre los casos estudiados en profundidad, se realizaron además entrevistas con responsables de los programas, investigadores que estudiaron sus resultados y funcionarios políticos a cargo de su diseño.

Esta publicación se divide en tres secciones. En la primera, describimos los hallazgos emergentes a partir del análisis comparado de los diez casos. En la segunda, detallamos las singularidades de los tres casos estudiados en profundidad destacando su reconstrucción histórica, características de la implementación, aciertos y dificultades.<sup>4</sup> En la tercera, proponemos algunas preguntas para pensar desde la función pública en la implementación de programas que inicien la enseñanza de las Ciencias de la Computación en la escuela y, en este contexto, sintetizamos las lecciones aprendidas del análisis para pensar la replicabilidad de los casos destacados.

## Bibliografía

ANCCOM (2020). *¿Qué se gana y qué se pierde con la APP CUIDAR?*. Agencia de Noticias de Ciencias de la Comunicación de la Universidad de Buenos Aires.

Benjamin, W. (2007). *Primeros trabajos de crítica de la educación y la cultura*. Madrid, España: Abada Editores.

Bocconi, S., Chiocciariello, A., Dettori, G., Ferrari, A., & Engelhardt, K. (2016). *Developing computational thinking in compulsory education: Implications for policy and practice* (No. JRC104188). Joint Research Centre (Seville site).

---

<sup>4</sup> El análisis en profundidad de Israel, Finlandia e Inglaterra permite comprender los procesos de construcción de la política pública, más allá de qué instrumentos programáticos se utilizaron, se recupera la política de introducción de las CC con sus tensiones y en su devenir histórico.



- Bordignon, F. R. A. (2018). *Saberes digitales en la educación primaria y secundaria de la República Argentina*. *ESPIRAL*, 8(2), 79-90.
- Cuesta, R., & Estelles Frade, M. (2020). "Consideraciones críticas sobre la mundialización de los sistemas educativos: Jesús Romero, Inés Dussel y Thomas S. Popkewitz". *Con-ciencia Social*, (3/2020), 77-126.
- Dussel, I. (2007). "La transmisión cultural asediada: Los avatares de la cultura común en la escuela". *Propuesta Educativa*, (28), 19-27.
- Echeveste, M. E., & Martínez, M. C. (2022). "El rol de los capitales digitales en Escuelas Técnicas de Programación y las luchas por reducir las brechas digitales". *Revista de Sociología de la Educación-RASE*, 15(2), 244-264.
- Fattore, N. (2007). "Apuntes sobre la forma escolar 'tradicional' y sus desplazamientos". En Baquero, R., Diker, G., & Frigerio G. (eds.), *Las formas de lo escolar* (pp. 13-32). Buenos Aires: Del Estante Editorial.
- Fraillon, J., Ainley, J., Schulz, W., Friedman, T., & Duckworth, D. (2020). *Preparing for life in a digital world: IEA International computer and information literacy study 2018 international report* (p. 297). Springer Nature.
- Kafai, Y. B. (2016). "From computational thinking to computational participation in K-12 education". *Communications of the ACM*, 59(8), 26-27.
- Katz, R. (2016). "TICs, digitalización, y políticas públicas". En Lugo, M. T. (comp.), *Entornos Digitales y Políticas Educativas: Dilemas y Certezas*. IIPE. Unesco.
- K-12 Computer Science Framework (2016). Recuperado de <http://www.k12cs.org>
- Harari, Y. N. (2020). "The World After Coronavirus". *Financial Times*, 20(03), 2020.
- Margolis, J., Goode, J., & Flapan, J. (2017). "A Critical Crossroads for Computer Science for All: 'Identifying Talent' or 'Building Talent', and What Difference Does It Make?". En *Moving Students of Color from Consumers to Producers of Technology* (pp. 1-23). IGI Global.
- Margolis, J., Estrella, R., Goode, J., Holme, J. J., & Nao, K. (2017). *Stuck in the shallow end: Education, race, and computing*. MIT Press.
- Passey, D. (2017). "Computer Science (CS) in the Compulsory Education Curriculum: Implications for Future Research". *Education and Information Technologies*, 22(2), 421-443.
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (2020). *Argentina. Inclusión digital y desarrollo humano. Documento de trabajo N.º 2*. Recuperado de

[https://www.ar.undp.org/content/argentina/es/home/library/human\\_development/IDyDesHumano.html](https://www.ar.undp.org/content/argentina/es/home/library/human_development/IDyDesHumano.html)

Romero Moñivas, J. (2013). “Del aprendizaje difuso al aprendizaje situacional. Una explicación estructural-conflictiva de las relaciones entre la tecnología y la educación en la sociedad de la información”. *Revista de Sociología de la Educación-RASE*, 6(2), 210-227.

Scasso, M. (2019). *Evaluación de la iniciativa Program.ar*. Fundación Sadosky.

Simari, G. R. (2013, julio). “Los fundamentos computacionales como parte de las ciencias básicas en las terminales de la disciplina Informática”. En *VIII Congreso de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología*.

Terigi, F. (2020). “Escolarización y pandemia: Alteraciones, continuidades, desigualdades”. *RevCom*, (11), 39. <https://doi.org/10.24215/24517836e039>

Terigi, F. (2008). “Lo mismo no es lo común”. En G. Frigerio y G. Diker (comps.). *Educar: posiciones acerca de lo común* (pp. 209-221). Buenos Aires: Del Estante Editorial.

Rifkin, J. (2014). *The Zero Marginal Cost Society: The Internet of Things, the Collaborative Commons, and the Eclipse of Capitalism*. St. Martin's Press.

Vakil, S. (2018). “Ethics, identity, and political vision: Toward a justice-centered approach to equity in computer science education”. *Harvard Educational Review*, 88(1), 26-52.

Vegas, E., & Fowler, B. (2020). “What do we know about the expansion of K-12 computer science education”. *Brookings*. Recuperado el 2 de febrero de 2021, de <https://www.brookings.edu/research/what-do-we-know-about-the-expansion-of-k-12-computer-science-education/>

Vavrus, F., & Bartlett, L. (eds.) (2009). *Critical Approaches to Comparative Education: Vertical Case Studies from Africa, Europe, the Middle East, and the Americas*. Springer.

# 1. Tensiones y desafíos en la políticas de inclusión de Ciencias de la Computación en la escuela

Diversos países han generado políticas y acciones para ofrecer saberes de las CC a los jóvenes en ámbitos escolares y no escolares. Si bien en estos la mayoría de los programas tienen como finalidad introducir las CC en la escuela, los casos difieren en los objetivos educativos. Algunos países se proponen reducir la brecha digital entre distintos sectores sociales y entre géneros, otros aumentar el número de interesados en carreras de nivel superior en el área de computación para mejorar su sistema de ciencia y técnica, algunos otros mejorar la calidad de los aprendizajes en la escuela.

Los programas también se diferencian en los instrumentos de la política pública que utilizan y en el énfasis que le asignan a cada uno. Por caso, algunos programas desarrollan rigurosos y detallados currículos, otros generan fuertes acciones de formación docente, otros recurren a docentes formados para ofrecer las clases de computación. En definitiva, hay diversos objetivos, estrategias y recursos que se han desplegado para introducir las CC en las escuelas o en espacios educativos destinados a niños, niñas y jóvenes.

Debido a la escasa trayectoria de la mayoría de estos programas, poco sabemos de cómo se han llevado a cabo, cómo se ha pensado su diseño, qué criterios y objetivos orientan las decisiones de las políticas educativas y qué instrumentos han empleado.

Con el objetivo de dar respuestas a estos interrogantes, el estudio que realizamos para la Fundación Adela se propuso documentar diez programas que aborden la enseñanza de las Ciencias de la Computación y más precisamente el Pensamiento Computacional en diferentes regiones para comprender y sistematizar los objetivos, racionalidad e instrumentos utilizados en cada uno. Los resultados de este estudio podrán ser insumo para que diferentes Estados tengan información acerca de las estrategias de los distintos programas y evalúen la pertinencia de ser replicados en otros contextos.

## Antecedentes de la investigación

Antes de comenzar nuestra investigación revisamos estudios previos que comparan programas educativos en los que se incluyen las CC. En esa búsqueda recuperamos tres informes que analizan programas en diferentes países que han incluido las CC a la enseñanza obligatoria.

En el año 2017, el Centro de Investigación de la Comisión Europea publicó un informe denominado *Computhink* en el cual detallan los esfuerzos que vienen realizando los países europeos para incluir la gran área de Ciencias de la Computación con sus diferentes denominaciones y estrategias

([Bocconi, Chiocciariello, Dettori, Ferrari, Engelhardt, 2016](#)). El estudio analiza cómo diferentes países definen los términos Alfabetización Digital, Competencia Digital, Pensamiento Computacional (PC), Programación y Codificación.

La investigación encuentra que el término Pensamiento Computacional tiene un uso político y otro técnico. Dentro del uso técnico se definen diferentes habilidades y saberes relacionados con el pensamiento computacional, tales como abstraer, analizar y diseñar artefactos computacionales. El uso político del término, adoptado mayormente por los países del Norte de Europa como Noruega, es para diferenciar y criticar las formas de alfabetización digital que se han desarrollado tradicionalmente en la escuela con foco en el uso de software y las Tecnologías de la Información y la Comunicación.

A partir de una revisión de la bibliografía internacional y de documentos de los países europeos este informe identifica que el Pensamiento Computacional es un elemento de las Ciencias de la Computación en tanto es necesario desplegar conceptos y saberes de esta disciplina para desarrollar este tipo de pensamiento. También el PC es una competencia, en tanto que las competencias son definidas como conjunto de habilidades, conocimientos y actitudes. El análisis de los documentos permite establecer la siguiente jerarquía entre los términos y sus definiciones elaboradas inductivamente:

**Pensamiento Computacional:** según documentos y entrevistas, este término implica entender lo que hay detrás de un programa. Consiste en solucionar problemas computacionales. Para ello es necesario aplicar conceptos de computación tales como análisis y descomposición de problemas. Requiere de dos conjuntos de habilidades: a) desarrollar abstracciones computacionales de problemas del mundo real; y b) diseñar, desarrollar, mejorar y razonar sobre artefactos computacionales (es decir, programas).

**Alfabetización digital:** este término hace referencia a la formación de los usuarios. Pero también implica la comprensión de un lenguaje digital.

**Programación:** la programación es ubicada como una tarea necesaria para operacionalizar, concretar y aprender la competencia de PC. Programar requiere analizar un problema, diseñar una solución e implementarla. Incluye realizar depuración y pruebas del programa.

**Codificación:** se refiere a la etapa de implementación de soluciones en un lenguaje de programación determinado.

Además de identificar cómo se usan los términos relacionados con la inclusión del PC, este informe releva iniciativas políticas que hayan implicado una reforma de los currículos nacionales y/o la generación de nuevas normativas oficiales en la enseñanza obligatoria. El estudio encuentra que la inclusión del PC en el currículo varía de un país a otro, pero que es de reciente y creciente interés de la mayoría de los países.

La integración de esta disciplina en el currículo varía entre los países. Para la mayoría de ellos, los objetivos de introducir el PC en la escuela se relacionan con la formación en competencias del siglo XXI, ciudadanía digital, pensamiento algorítmico y formación para los trabajos informáticos. En algunos países se integra a asignaturas ya existentes, mientras que en otros tiene espacio curricular propio. En la mayoría de los países, la formación docente se ofrece como capacitación continua con énfasis en una formación práctica en actividades. Se halló también que son escasas las evaluaciones de estos programas o están todavía en curso. Este antecedente es riguroso y cubre a todos los países de Europa, por lo tanto, es muy relevante como información previa.

En el mismo año, el Sistema de Información de Tendencias Educativas en América Latina (Siteal), publicó un cuaderno denominado “Ciencias de la Computación en los sistemas educativos de América Latina” (Borchardt y Roggi, 2017) que recupera las experiencias existentes en el continente vinculadas al sector formal de la educación. Allí se contextualizan estas experiencias en el marco de una política social y educativa tendiente a reducir la brecha digital de primer, segundo y tercer orden y a mejorar los aprendizajes. Se describen las experiencias de Costa Rica, Perú, Colombia, Chile, República Dominicana y Argentina implementadas desde los años ochenta a la fecha.

En este recorrido se distinguen aquellas experiencias con mayor alcance y universalización dentro de los sistemas educativos, de las iniciativas más puntuales. Se diferencian aquellos programas que suman un componente de aproximación a la programación y la robótica dentro de una política general de inclusión de las nuevas tecnologías de la comunicación y la información en el aula, de aquellas que tienen un propósito específico en relación con la enseñanza de las CC como contenido disciplinar.

En 2019, el Instituto Internacional de Planeamiento en Educación de la Unesco (IIPPE) emitió un Estado del Arte sobre Políticas Digitales de los Sistemas Educativos en América Latina (Lugo e Ithurburu, 2019). Si bien este informe incluye un análisis de programas de alfabetización digital más amplios y no precisamente sobre Pensamiento Computacional. Este estudio recoge investigaciones realizadas sobre diferentes programas de alfabetización digital en todo el territorio latinoamericano. Se analizan la infraestructura, los modelos de tecnología adoptados en relación con el equipamiento y el modelo de integración de TIC en las aulas. Encuentra como patrón que los objetivos centrales de los programas estaban destinados a reducir la brecha digital, a mejorar el rendimiento académico —sobre todo en matemática y lengua a través de la tecnología— y a favorecer el deseo de aprender de las y los estudiantes a través de artefactos tecnológicos (Charlot, 2014). Finalmente, aborda diferentes perspectivas de formación docente en tecnología. Encuentra políticas de formación inicial que incluyen materias de tecnología en los profesorados y de formación continua más ligada a las prácticas. La autora reconoce la vacancia de estudios que aborden la evaluación de los diferentes programas.

En síntesis, encontramos investigaciones que estudiaron programas educativos en Europa y Latinoamérica, principalmente en los elementos de la provisión de equipamiento, materiales y formación docente. Nuestro trabajo —más cercano a la línea del estudio de Bocconi sobre casos— analiza además los objetivos de los programas y los diseños curriculares. El foco en la construcción curricular y la selección de casos escasamente documentados son el principal aporte a la documentación existente.

## **Principales temas emergentes de la comparación entre los diez casos**

En esta sección presentamos los resultados del análisis comparativo de los diez casos construidos. Esta comparación permitió observar problemáticas, estrategias de la política educativa y preocupaciones comunes entre los países. Asimismo, se identificaron aspectos diferenciadores. En este capítulo describimos los temas emergentes que resultan de dicha comparación.

### **Las inequidades digitales y falencias en el sistema socioproductivo son los problemas a resolver**

En la mayoría de los casos relevados, los países han realizado informes previos que permiten ofrecer un estado del arte respecto de la enseñanza de las CC (tal es el caso de Australia, España, Inglaterra, Israel y Estados Unidos). Estos informes (Curran, Schulz, Hogan, 2019; INTEF, 2018; Royal Society, 2012; Wilson, Sudol, Stephenson, y Stehlik, 2010; Gal-Ezer, Beerli, Harel, y Yehudai, 1995) se encomiendan a organizaciones ad hoc o son realizados por universidades. La problemática social que dispara la necesidad de hacer estos informes se relaciona con la identificación de inequidades entre los estudiantes o las falencias en el sistema socioproductivo.

En los casos de Australia, Finlandia, Polonia y Singapur se identifica la necesidad de abordar los problemas de la economía, el medioambiente y la sociedad, a través de sistemas de información que sean programados desde la perspectiva que incluya la ética. Esto incluye, por ejemplo, revisar los sistemas de clasificación de personas y objetos que resguarde los datos privados de la ciudadanía, y que no sean obsoletos rápidamente, entre otras cuestiones. Además, en Estonia, Finlandia, Singapur y Polonia se observa que es necesario mejorar la productividad general del sistema y el empleo, integrando a los jóvenes y a las personas desempleadas en el mercado laboral. Es decir, la inserción de más personas en el mundo productivo digital es una problemática común a estos países.

Otra situación relevada en los países analizados es la baja matrícula en carreras universitarias

relacionadas con el sector de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) y el enfoque STEM (en inglés, *Science, Technology, Engineering and Mathematics*, ‘Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas’). En efecto, en Inglaterra el informe que analiza la enseñanza de la computación surge a partir de que para el 2011 la matrícula universitaria en carreras del área estaba disminuyendo. En el caso de EE.UU. los datos mostraban —además de una disminución de la matrícula relacionada con la caída de las empresas de tipo *start-up* y *.com*— que la mayoría de los inscriptos a carreras TIC o STEM eran varones de origen blanco. Las minorías étnicas y las mujeres estaban subrepresentadas dentro de quienes elegían carreras relacionadas con la computación o cursos de computación en las escuelas secundarias.

Es interesante señalar cómo se ha construido en Singapur la problemática de la introducción de la computación en la escuela. La tradición confuciana remite a que es el esfuerzo el responsable del éxito. Como en tantos otros sistemas educativos, se sostiene que lo que guía el aprendizaje es el trabajo duro y no el interés o la motivación. Esto explicaría, según los informes que revisamos, los buenos *rankings* que los países asiáticos tienen en las pruebas internacionales y también los altos índices de ansiedad. Para lograr que más estudiantes elijan carreras relacionadas con la tecnología y las ciencias, necesarias para desarrollar una nación inteligente (*Smart Nation*), Singapur ha propuesto un programa absolutamente extracurricular que incluye diversos talleres y formatos, con foco en lo lúdico y en proyectos seleccionados por los estudiantes, y sin mediar la evaluación de los alumnos. El objetivo central de Singapur —que se repite una y otra vez en los documentos analizados— es generar el interés y poder tener llegada a estudiantes con diferentes estilos de aprendizaje (táctiles, visuales, lecto-comprensión, corporal). Es por eso que algunas propuestas son a través de la robótica, otras con énfasis en la electrónica, etc. Todas optativas para las escuelas y para los estudiantes de secundaria.

Fomentar el interés por carreras STEM, mejorar la disponibilidad de recursos humanos capacitados para el sector científico y socioproductivo, achicar brechas entre sectores sociales que acceden (y no) a la alfabetización digital y formar ciudadanos con habilidades tecnológicas, son los principales objetivos de los programas analizados en función de los problemas que se identificaron en cada país.

## **La antigüedad de los programas de Ciencias de la Computación es de 5 a 10 años**

Tomar el año de origen de la enseñanza de las Ciencias de la Computación en las escuelas en cada país no es sencillo, dado que, en todos los países, es posible encontrar experiencias aisladas de enseñanza de este contenido, ya sea en escuelas o en instituciones no formales de educación.

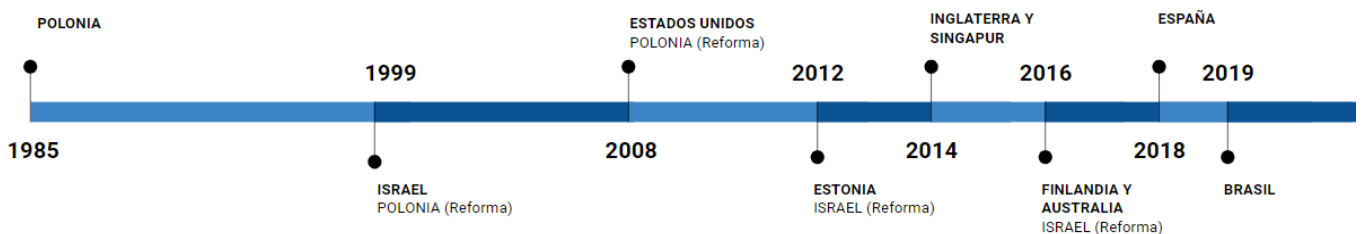
Debido al interés de este informe de documentar programas educativos escalables y replicables en los sistemas educativos, se tomó como año de inicio del programa el año en que la enseñanza de las



Ciencias de la Computación se convierte en un asunto de Estado y, como tal, se diseñan políticas y acciones orientadas a intervenir en los sistemas educativos y ampliar la cobertura de las y los jóvenes que reciben esta oferta.

La enseñanza de la computación se convierte en un asunto de Estado cuando se diseñan programas curriculares, cursos de formación docente y se destinan partidas presupuestarias para equipamiento didáctico específico. La intervención estatal en cada una de estas acciones varía según la tradición educativa de cada país. La figura 3 muestra el año de comienzo de programas que abordan las CC en los países según los criterios que explicitamos.

**Figura 3: Línea de tiempo de inicio de programas de enseñanza de las CC en los países relevados**



La figura permite observar que Polonia e Israel, dos de los diez países relevados, tienen una larga tradición en la inclusión de contenidos que desarrollan las CC en el sistema educativo.

**La tendencia a incluir la enseñanza de las CC en las escuelas no supera los diez años en la mayoría de los países; siendo cinco años la antigüedad media en cuatro de los diez países.**

Asimismo, en los países de más larga tradición, podemos ubicar reformas que también ocurrieron entre los últimos diez a cinco años. Esto nos permite inferir que la enseñanza de las CC como programa orientado por el Estado a través de diferentes acciones es un fenómeno relativamente reciente para la mayoría de los países. Por lo tanto, la información acerca de resultados de los programas no está elaborada en muchos de los países relevados.

### **La mayoría de los programas dependen de un ministerio de Educación nacional**

En siete de los casos relevados, el Ministerio de Educación nacional lidera la introducción de la enseñanza de las CC en las escuelas. Las excepciones son: Estados Unidos<sup>5</sup> (*Exploring Computer Science*, propuesta liderada por universidades con el apoyo del Estado nacional a través de subsidios), Estonia (programa liderado por una fundación con el apoyo de fondos estatales) y Singapur (programa liderado por el Ministerio de Comunicaciones y con el apoyo de los ministerios de Educación y Ciencia y de

<sup>5</sup> En Estados Unidos, la educación siempre estuvo descentralizada en los distritos.



Universidades). En estos países en donde el Estado ha estado detrás del diseño y la implementación sostenida del programa, es donde el objetivo final de dicha modificación está ligada al interés de aumentar el número de interesados en las carreras vinculadas a STEM y TIC.

En Estados Unidos la educación siempre estuvo descentralizada en los distritos. Los Estados nacionales y provinciales cumplen un rol de control y de políticas compensatorias. Sin embargo, en Singapur se observa una lógica mercantil, donde las escuelas tienen absoluto control de decidir adoptar la enseñanza de las CC y elegir diferentes programas que se ofrecen desde el sector público y privado. Los esfuerzos del Estado están puestos en generar la demanda de los estudiantes y las escuelas. Este modelo se liga con el supuesto que guía la introducción de las CC en las escuelas en Singapur: generar interés más que hacer de la Computación un requisito. En Estonia el objetivo esencial es mejorar la productividad a través de mano de obra con competencias digitales. Esto podría explicar por qué una fundación privada es el principal impulsor de la enseñanza de las CC.

**En los siete países donde la reforma es liderada por el Ministerio de Educación de la Nación, se han llevado a cabo reformas centralizadas del currículo y se ha financiado nacionalmente equipamiento y formación docente.**

## El lugar que ocupan las Ciencias de la Computación en el currículo es variado

La relación que establece el sistema educativo formal con la enseñanza de las CC supone dos planos: obligatoriedad (requisito para graduación) y organización de los contenidos (modo en que distribuyen los contenidos en el currículo). La tabla 1 ubica a los países según los modelos que han adoptado en estos planos.

**Tabla 1: Obligatoriedad y organización de los contenidos de PC en cada país**

Organización de los contenidos	Obligatoriedad	
	Obligatorio	Optativo
Materia o asignatura propia	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Australia</li> <li>• Finlandia</li> <li>• Inglaterra</li> <li>• Israel</li> <li>• Polonia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estados Unidos</li> <li>• España (Secundaria)</li> <li>• Israel (materias avanzadas)</li> <li>• Singapur (Secundaria)</li> </ul>
Transversal o integrado	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Brasil</li> <li>• España (primario, integrado con Matemáticas)</li> <li>• Finlandia (integrado con Matemáticas)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estonia</li> </ul>
Extracurricular		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Singapur</li> <li>• Estonia</li> </ul>

Esta tabla permite observar que solamente dos países han pensado en la inclusión de las CC en un modelo que combina la obligatoriedad para los niveles básicos del sistema educativo y la opcionalidad para los últimos años del secundario. Siete de los diez países relevados asignan estos contenidos como obligatorios en el currículo, mientras que para tres (Estonia, Singapur y Estados Unidos) son optativos. En el caso de Singapur, donde las CC son optativas, rige el supuesto de que la introducción a estos contenidos de manera lúdica desde el nivel inicial generará más interés entre las y los estudiantes de la escuela secundaria por estas materias. Estados Unidos tiene un supuesto similar a este y ofrece la materia de manera introductoria, basada en la exploración y creación de tecnología y con la intencionalidad puesta en atraer minorías de género y étnicas. Se trabaja desde la hipótesis de que un formato introductorio y exploratorio de la disciplina puede traccionar a que más estudiantes luego elijan las materias tradicionales de computación ya existentes en el sistema (como son *Advanced Placement in Computer Science*. AP-CS). En el caso de Israel, la propuesta ha ido variando en el tiempo y si bien han convivido instancias de formación obligatoria y optativas, la tendencia es a ampliar la inclusión del contenido hacia los niveles inferiores y universalizar su enseñanza, por lo tanto, se tiende a su inclusión como contenido obligatorio. Inglaterra incorpora contenidos obligatorios a lo largo de toda la escolaridad formal que las y los estudiantes pueden profundizar en forma optativa durante los últimos años del nivel secundario.

Para Finlandia la obligatoriedad de los contenidos se solicita para toda la etapa de educación obligatoria, que va del primer al noveno grado (o sea, estudiantes entre 6 y 15 años de edad aproximadamente).

**Respecto de la organización curricular, la mitad de los países elige un enfoque transversal o integrado, mientras que la otra mitad designa una materia con contenidos específicos o incluye estos contenidos en una materia ya existente, como Tecnología, pero reformulada para abordar las CC. En los tres casos investigados en profundidad se designan espacios curriculares específicos para dictar los contenidos de computación, aunque el enfoque didáctico sea interdisciplinario.**

En el caso de Israel, se imparte como materia específica tanto en el nivel secundario como en el primario.

En Inglaterra, se reformuló la asignatura ICT (*Information and Communication Technology*) para transformarla en *Computing*, y está presente en las cuatro etapas clave (*key stages*) que componen la educación formal obligatoria en dicho país (es decir, para estudiantes desde los 5 hasta los 16 años de edad). Finalizado el ciclo obligatorio, las y los estudiantes pueden elegir asignaturas técnicas en el área, de manera optativa.

En Finlandia, los contenidos relativos a las CC están explicitados en dos materias específicas: en Matemática, en los dos primeros años de la educación primaria, y en Manualidades, del tercer al noveno

año. El enfoque didáctico en Manualidades es trabajar por proyectos, problemas o fenómenos de manera exploratoria e interdisciplinar. Según nuestro entrevistado (profesor de una universidad finlandesa e investigador en el área), en la práctica han sido los profesores y las profesoras de Matemática de Finlandia quienes han quedado a cargo de la dimensión conceptual de las CC, mientras que las y los docentes de Manualidades abordan prácticas y perspectivas computacionales.

En los países donde el Ministerio de Educación es quien orienta a través del currículo la introducción de las CC en la escuela, la enseñanza de estos contenidos es obligatoria. En los países donde son otros organismos (fundaciones o universidades) quienes introducen las CC (como en Singapur, Estonia y Estados Unidos), los contenidos sobre computación son optativos.

Un débil enmarcamiento curricular (donde la asignatura es optativa o extracurricular) tiende a reproducir las diferencias de origen debido a que muchos estudiantes no dominan los códigos sociolingüísticos ni los modos de acceder y navegar una serie de contenidos que no son directamente enseñados a partir de sus definiciones conceptuales y ejemplos, sino que están integrados junto a otros en proyectos (Bernstein, 2003). Cuando las materias son optativas, es posible que solo la elijan aquellos estudiantes que sienten que pueden comprenderla y aprenderla, es decir, estudiantes con capitales culturales e intereses previos. Mientras que los programas con un fuerte enmarcamiento (donde la materia es obligatoria y en espacio curricular propio) aseguran la equidad en la distribución de los saberes y, potencialmente, el interés en un área que los estudiantes no hubieran explorado por sí mismos. El riesgo es que el rendimiento general de la clase sea menor.

Inglaterra, Finlandia e Israel se encuadran dentro de un fuerte y medio enmarcamiento. Si bien los contenidos de tecnología en general son transversales en Finlandia, los contenidos de CC están incluidos en dos materias específicas, lo que asegura su transmisión.

A partir de los casos estudiados advertimos que en general no hay un criterio fuerte de obligatoriedad de las CC en el currículo. La dimensión sobre la organización curricular y el nivel de obligatoriedad que deberían tener las CC es una tensión no resuelta en el campo de la enseñanza de las CC que se refleja en las diferentes decisiones que los países elegidos han tomado.

## Los enfoques exploratorios por problemas y proyectos dominan la introducción del PC

Siete de los diez países relevados han elegido para la inclusión de las CC un enfoque didáctico caracterizado por la exploración, la indagación, la resolución de problemas y el desarrollo de proyectos (Australia, España, Estados Unidos, Singapur, Finlandia, Polonia, Israel e Inglaterra). En estos casos, las y los estudiantes tienen un rol activo en la construcción de sus aprendizajes. Estos diseños de enseñanza apelan a activar el interés por conocer, lo que promueve una actitud de indagación. Asimismo, este tipo de enseñanza desarrolla el pensamiento de alto nivel (DiPierro, 2016), tal como la exploración de soluciones, aplicación y transferencia de conceptos a diferentes contextos, creación de dispositivos, elaboración y construcción de soluciones, análisis y evaluación de alternativas, etc. Respecto de los tres casos restantes, en Estonia, no se encuentra prescripción respecto del modelo de enseñanza; y en Israel y Brasil, el foco está puesto en la enseñanza de conceptos, pero sin definir cómo.

Asimismo, en los Estados Unidos y Singapur, los documentos de los programas relevados mencionan explícitamente una pedagogía que apela a diferentes sectores socioculturales de la población. Por ejemplo, en el programa *Exploring Computer Science* de los Estados Unidos, se desarrollan estrategias que apelan a promover la equidad y la diversidad entre los estudiantes de computación a través del abordaje y selección de proyectos con un criterio de sensibilidad social. Esto se materializa en proyectos que se proponen suscitar interés en las mujeres y las minorías étnicas. Por ejemplo, hay un proyecto para programar los trenzados que algunas comunidades con ascendencia afro realizan en sus cabellos. Del mismo modo, programación de tejidos con patrones característicos de pueblos nativos. Es decir, se busca ofrecer contextos de aplicación de la computación que recuperen diferentes culturas e intereses. En Singapur, los documentos relevados mencionaron clubes de programación y talleres para sectores con derechos vulnerados, pero no se hallaron en ellos detalles de la propuesta de enseñanza.

Es interesante notar que en países con una larga trayectoria en la equidad social, como Finlandia, Estonia y España, y con fuerte presencia del Estado en los servicios y bienes públicos, como en Polonia, no se hallan diferencias de oferta curricular según sector social. En Israel, el programa STEP, que fue el que comenzó la ampliación de la obligatoriedad de la educación secundaria, comenzó por zonas periféricas donde había menos interesados en carreras STEM; su objetivo es alcanzar al universo de la educación primaria también.

Respecto de los contenidos, predomina en todos los casos la introducción de conceptos de Ciencias de la Computación a través de la enseñanza de la programación usando diferentes lenguajes y dispositivos. En algunos países se elige primero acercar al estudiantado infantil al uso de tecnologías digitales (España, Singapur y Polonia) para luego avanzar con el desarrollo del pensamiento algorítmico

a través de la programación. La resolución de problemas es el foco de la escuela secundaria y media. De esta manera, se presentan alternativas de gradualidad de los contenidos.

## Los lenguajes de bloques y los proyectos tangibles son las principales herramientas elegidas

En general, advertimos que se propone comenzar con actividades *unplugged* (sin computadoras) y lenguaje de bloques, frecuentemente Scratch, con uso de dispositivos tangibles para la educación preescolar y primaria (tal es el caso de Australia, Estados Unidos, España, Estonia, Inglaterra, Finlandia y Singapur). En Finlandia, a partir de tercer grado, se trabajan los conceptos en Manualidades a través del desarrollo de proyectos tangibles con múltiples plataformas y herramientas.

Para el nivel secundario, muchos países ofrecen lenguajes de la industria del software, particularmente Python y Java, para programar placas Arduino, Microbits, Drones o Robots. Israel y Polonia no especifican qué lenguaje en sus documentos curriculares, pero tienen como requisito que sean al menos dos diferentes para poder focalizar en los conceptos de computación más allá de los lenguajes. En Israel, con las reformas curriculares anteriores, se trabajó con Pascal. Esto fue evolucionando a lo largo del tiempo y se introdujeron lenguajes como Java y otros orientados a objetos como Python. También incluyeron el trabajo con HTML5 y Scratch. En Inglaterra y Finlandia, el currículo está fuertemente basado en conceptos y no en herramientas, explícitamente se oponen a un enfoque centrado en una herramienta o un lenguaje, siendo estas decisiones más de nivel local. El entrevistado de Finlandia contó que el lenguaje predominante es Python y le siguen diferentes experiencias con robótica, microcontroladores y Lego Mindstorm. Estas decisiones en Finlandia están a cargo del cuerpo docente y directivo de la escuela.

## Pocos países ofrecen formación docente sistemática y rigurosa

Israel y Polonia son dos casos en donde la enseñanza del PC tiene requisitos formales de preparación docente organizada por el Estado. También son los dos países con la trayectoria más larga en la inclusión sistemática de contenidos de Ciencias de la Computación. En Israel, la preparación de los docentes está a cargo de universidades y diversos institutos de formación, así como del Centro Nacional Israelí de Docentes de Ciencias de la Computación (CNI de DCC). Existen programas de formación, de distinta duración, de sistematización de las propuestas y diseño de trayectos de formación de formadores. El CNI de DCC reúne a las y los docentes en red, desarrolla y distribuye materiales didácticos, realiza investigaciones y socializa las experiencias de las y los docentes en servicio.

Tanto la formación disciplinar como pedagógica son altamente exigentes y valoradas como prioritarias e imprescindibles por el Estado en Israel y Polonia. Se exige que quienes vayan a enseñar CC

sean graduados de carreras centradas en la disciplina (Informática, Computación, Sistemas, etc.) y hayan realizado al menos dos años de formación pedagógica. En Israel, la combinación de esta exigencia con la voluntad de universalizar la enseñanza de estos contenidos en los niveles primario y secundario ha llevado al Estado a proponer tramos de formación profesional becando a los concurrentes aun si trabajan en el sector de la industria del software.

En Finlandia, la formación docente de primaria y secundaria es de cinco años de nivel universitario, con una impronta en la investigación educativa. Para graduarse, se requiere realizar una tesis de maestría. Además, a partir de la reforma de la asignatura Manualidades, que incluye las CC, el Estado ha provisto financiamiento extra para que los municipios ofrezcan formación docente de actualización. Gran parte de esta oferta está a cargo de las universidades. Se destaca la Universidad de Helsinki con su red Innokas, gestionada por su Facultad de Educación, que ofrece capacitaciones a docentes en todo el país. Asimismo, el Estado financió un programa de tutorías situadas para que las y los docentes pudieran implementar la reforma de 2016. Este programa de apoyo a las y los docentes fue por el término de dos años.

Estonia también propone un modelo diverso donde se combinan cursos cortos y especializaciones más largas a cargo de las universidades.

**En los otros siete casos la formación de las y los docentes es optativa para docentes en servicio y depende del interés de la o el docente o de la escuela que le asigne y requiera esa formación para introducir las CC en su escuela.**

En la mayoría de los países, la formación docente está a cargo de universidades, fundaciones e instituciones de formación docente que, de manera autónoma, generan ofertas formativas. En el caso de los Estados Unidos y Singapur, estas ofertas se proponen y son seleccionadas y financiadas por el Estado.

El caso de Inglaterra es peculiar. A pesar de que el Estado tuvo una intensa participación en la definición del currículo, dejó en manos del mercado la formación de las y los docentes. Debido a que el programa de introducción de las CC tiene ya cinco años en marcha, se ha podido analizar el instrumento de formación docente elegido y concluir que fue el elemento más débil del programa. De hecho, en muchas escuelas no se adoptó el nuevo currículo simplemente porque no había docentes preparados. Para subsanar esto, en 2019 se ha instrumentado la formación de docentes líderes que puedan acompañar a otros docentes en formaciones situadas en las escuelas para introducir la asignatura *Computing*. En 2019 y ante la dificultad observada en la formación de las y los docentes, se fundó el Centro Nacional para la Educación en Computación (*National Center for Computing Education*). Este Centro cuenta con fondos estatales, pero también tiene participación de actores privados. Su principal misión es la adecuada formación de docentes para la enseñanza de los contenidos del currículo de Computación.

## **Los modelos más rigurosos de formación docente combinan formación pedagógica, disciplinar y articulación de reflexiones teóricas con instancias de práctica docente.**

Los modelos de formación israelí y estadounidense son los más documentados. El primero combina clases teóricas con prácticas docentes, que se dan en simultáneo en la formación inicial de las y los docentes. El modelo estadounidense se trata de un curso intensivo de formación continua de 40 horas seguido de reuniones anuales donde se abordan conceptos de computación, didáctica y equidad. El formato de formación es el de las microclases, donde las y los docentes tienen la oportunidad de poner en práctica el currículo dentro del espacio de formación para luego reflexionar sobre la enseñanza y los aprendizajes.

En el caso de Finlandia, el modelo de formación inicial en Computación es el mismo que se usa para otras disciplinas. Este modelo también combina instancias de clases teóricas y prácticas estimulando la reflexión sobre la enseñanza.

## **Tensiones y desafíos en las políticas de inclusión de las CC en la escuela**

El análisis de estos casos nos permite identificar algunas dimensiones en tensión en torno a la inclusión de las CC en la escuela obligatoria.

En primer lugar, el propósito y el sentido formativo de ofrecer estos saberes a la población infantil y juvenil. Observamos en la documentación recuperada que los debates giran en torno a la necesidad de generar más interés en las carreras informáticas para contribuir al sector socioproductivo y a la soberanía tecnológica y democratizar el acceso a los saberes de computación para garantizar el ejercicio de derechos, la comprensión del mundo digital que nos atraviesa, el análisis ético y crítico de los algoritmos que van conformando nuestras subjetividades, el desarrollo de soluciones computacionales a algunos problemas que afectan la calidad de vida, etc. En ese sentido, se está intentando pasar de un saber segregado a un saber común y de cambiar el paradigma de “identificar talentos” entre estudiantes que tienen capitales e intereses digitales previos a uno que promueva el “desarrollo de talentos” entre estudiantes a quienes se les ofrece el acceso a la disciplina. La diferencia entre estos dos enfoques radica en concebir las CC como una alfabetización necesaria para el siglo XXI en contraste con las CC necesarias para el desarrollo socioproductivo.

Las decisiones que se tomen en torno al propósito de la inclusión de las CC tienen profundas implicancias en los diseños de los programas (Margolis, Goode, Flapan, 2017). Si el paradigma es la democratización de los saberes, la población destinataria del programa es el universo de estudiantes escolarizados. Este modo ofrecería acceso a estos saberes a toda la población, independientemente de



sus intereses, oportunidades y posición en el campo socioeconómico y cultural.

En cambio, si se concibe a las CC como una preparación previa para una carrera en el sector, el sistema espera identificar o desarrollar en saberes disciplinares solamente a quienes tienen habilidades e intereses previos. Este modelo produce una selección sesgada en género y cultura, y termina ofreciendo esos saberes generalmente a los varones blancos de sectores socioeconómicos medios y altos (Margolis, Estrella, Goode, 2017). En nuestro país, hemos podido documentar procesos similares en las escuelas técnicas con orientación en computación, en donde al interior de la escuela se ofrecen tareas diferenciadas a varones y mujeres y a estudiantes con menor capital digital previo (Echeveste y Martínez, 2022). Así, al hacer, por ejemplo, un proyecto de domótica, los varones hábiles realizan la programación, los menos hábiles el cableado y las mujeres “la dejan bonita”. En un estudio multicaso, recientemente documentamos cómo el sistema educativo argentino contribuye a generar la brecha de género al no ofrecer estos saberes para todos y todas (Echeveste y Martínez; 2022). Por lo tanto, las discusiones que se dan a nivel global sobre quiénes reciben qué tipo de saberes y para qué son pertinentes para pensar nuestro propio contexto.

En segundo lugar, no están saldados los debates sobre qué saberes dentro del campo de las CC se ofrecen para qué propósitos formativos. La construcción del currículo es siempre un proceso complejo en donde se ponen en juego intereses y perspectivas de diferentes sectores sociales. Los académicos, que son quienes producen gran parte del conocimiento del área; los educadores, que democratizan esos saberes desde tradiciones y paradigmas de enseñanza; la industria, los funcionarios públicos, etc. El recorte de contenidos será diferente si el propósito de su enseñanza es identificar talento para alimentar el sistema productivo o si es democratizar un campo de conocimiento para permitir la comprensión y la participación de la ciudadanía en un ambiente mediado por materiales digitales.

En tercer lugar, la discusión sobre quiénes enseñarán estos contenidos. Nuevamente relacionado con el propósito de la inclusión de los saberes, se discute si serán los maestros vigentes que se capaciten en el área, profesores con una formación de cuatro años en la disciplina o personal reconvertido de la industria o la docencia. Esta es un área sensible para los países que tienen la necesidad de incluir de manera urgente los contenidos en un sector donde quienes cuentan con formación en la disciplina encuentran buenos trabajos en la industria.

Para conocer no solo qué medidas adoptaron los países, sino cómo fueron discutiendo y construyendo sus programas, quiénes participaron en esa construcción, qué dimensiones educativas se tuvieron en cuenta y cómo se tradujo el interés global por incluir las CC en las tradiciones locales, presentamos en este libro el análisis de tres casos en profundidad. Los casos no fueron elegidos porque los consideremos exitosos, fallidos o ejemplares, sino porque consideramos que la documentación sobre ellos nos permite dar cuenta de los procesos de construcción de la política educativa del sector.



En las secciones que siguen analizamos cada caso en profundidad. Presentamos para cada uno el marco histórico y el contexto educativo. Finalmente, el capítulo 6 recupera de los casos los principales debates, tensiones, producciones y avances que permiten enriquecer las indagaciones, preocupaciones y programas locales. Recuperamos en estas conclusiones la perspectiva de la educación como derecho para analizar la inclusión de las CC en el currículo escolar obligatorio.

## Bibliografía

- Bell, T. (2014). "Establishing a nationwide CS curriculum in New Zealand high schools". *Commun. ACM*, 57(2), 28-30.
- Bernstein, B. (2003). "Class, codes and control: Applied studies towards a sociology of language" (Vol. 2). *Psychology Press*.
- Bocconi, S., Chiocciariello, A., Dettori, G., Ferrari, A., & Engelhardt, K. (2016). "Developing computational thinking in compulsory education: Implications for policy and practice" (No. JRC104188). *Joint Research Centre* (Seville site).
- Borchardt, M., & Roggi, I. (2017). *Ciencias de la computación en los sistemas educativos de América Latina*.
- Bottino, R. M., Passey, D., Kalas, I., Bescherer, C., Smith, J. M., Angeli, C. & Fluck, A. (2019). *Coding, Programming and the Changing Curriculum for Computing in Schools*.
- Charlot, B. (2014). "La relación de los jóvenes con el saber en la escuela y en la universidad, problemáticas, metodologías y resultados de las investigaciones". *Polifonías Revista de Educación*, III (4), 15-35.
- Chen, H. T., & Chen, H. T. (2005). "Practical program evaluation: Assessing and improving planning, implementation, and effectiveness". *Preventing Chronic Disease*, 2006, enero (1): A25.
- Curran, J., Schulz, K., Hogan, A. (2019). *Coding and Computational Thinking. What is the Evidence?* State of New South Wales, Department of Education, Australia.
- Di Pierro, C. G. (2016). "Didáctica de las operaciones mentales que intervienen en el proceso de Enseñanza-Aprendizaje". *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 19(3), 67-75.
- Echeveste, M. E., & Martínez, M. C. (2022). "El rol de los capitales digitales en Escuelas Técnicas de Programación y las luchas por reducir las brechas digitales". *Revista de Sociología de la Educación-RASE*, 15(2), 244-264.

- Echeveste, M. E., & Martínez, M. C. (2022). “Distribución de tareas en proyectos estudiantiles de computación”. *Revista Educación y Tecnología*, (15), 11-33.
- Fernández, P. M. (2004). “La construcción de programas educativos de calidad”. *Revista Complutense de Educación*, 15(2), 485-508.
- Furber, S. (2012). *Shut Down or Restart: Report of the Royal Society into Computing in Schools*. The Royal Society, Londres.
- Furber, S. (2012). *Shut down or restart? The way forward for computing in UK Schools*. The Royal Society, Londres.
- Gal-Ezer, J., Beerli, C., Harel, D., and Yehudai, A. (1995). “A high-school program in computer science”. *Computer*. 28(10), 73-80.
- Goode, J., Margolis, J., & Chapman, G. (2014, marzo). “Curriculum is not enough: the educational theory and research foundation of the exploring computer science professional development model”. En *Proceedings of the 45th ACM technical symposium on Computer science education* (pp. 493-498). ACM.
- INTEF (2018). *Programación, robótica y pensamiento computacional en el aula – Situación en España y propuesta normativa*. Ministerio de Educación y Formación Profesional, Madrid. Recuperado el 17/01/2019 en <http://code.intef.es/wp-content/uploads/2018/10/Ponencia-sobre-Pensamiento-Computacional.-Informe-Final.pdf>
- Lugo, M. T., & Ithurburu, V. (2019). “Políticas digitales en América Latina: tecnologías para fortalecer la educación de calidad”. *Revista Iberoamericana de Educación*.
- Margolis, J., Goode, J., & Flapan, J. (2017). “A Critical Crossroads for Computer Science for All: ‘Identifying Talent’ or ‘Building Talent’, and What Difference Does It Make?”. En *Moving students of color from consumers to producers of technology* (pp. 1-23). IGI Global.
- Martínez, M. C. (2006). *Leadership Alignment, The challenge of Distributed Leadership*. Tesis de Doctorado. Rutgers University.
- McDonnell, L. M., & Elmore, R. F. (1987). “Getting the job done: Alternative policy instruments”. *Educational evaluation and policy analysis*, 9(2), 133-152.
- OCDE. *The Definition and Classification of Educational Programmes. The Practical Implementation of ISCED*. Centre for Educational Research and Innovation.

Slavin, R. E. (2008). "Perspectives on evidence-based research in education. What works? Issues in synthesizing educational program evaluations". *Educational Researcher*, 37(1), 5-14.

Tiramonti, G. (2015). "Para muestra basta un botón. Acerca de las escuelas PROA". *Propuesta Educativa*, (44), 60-63.

UNESCO. Glosario de terminología. Disponible en el siguiente enlace  
<http://uis.unesco.org/en/glossary-term/educational-programme>

Wilson, C., Sudol, L. A., Stephenson, C., & Stehlik, M. (2010). *Running on empty: The failure to teach k-12 computer science in the digital age*. ACM.

## 2. La singularidad de los casos de Israel, Finlandia e Inglaterra

Abordar tres casos en profundidad permite conectar los niveles de análisis macro (políticas educativas, científicas y sociales, nacionales e internacionales) con los niveles meso (apropiación de los programas en las escuelas). En ese sentido, recuperamos la perspectiva metodológica de los estudios verticales de casos (Varvrus y Bartlet, 2009) en donde se abordan dimensiones específicas de una problemática en sus diferentes niveles.

Se eligieron Israel, Finlandia e Inglaterra como casos para profundizar el análisis porque consideramos que la vasta documentación publicada sobre sus programas nos permitía comprender la inclusión de las CC en su devenir histórico y en relación con los objetivos generales de sus sistemas educativos. Los otros casos relevados no ofrecían detalles de su implementación. Asimismo, dos de los casos tienen una trayectoria más larga de incorporación de las CC, con lo cual se encuentran datos parciales del análisis del proceso y de la puesta en marcha en las escuelas.

Para reconstruir cómo los diferentes países incluyeron las CC en sus escuelas usamos algunas herramientas de la perspectiva crítica de educación comparada. Estudiamos cada caso en función de la macrovisión de cada país para entender los sentidos de las políticas educativas que desarrollaron. En ese sentido, intentamos estudiar cómo la premisa de “computación para todos” toma diferentes formas en las políticas nacionales, sus discursos educativos y las tradiciones en sus instrumentos de políticas educativas (formación docente, currículo, etc.). Recuperamos sucintamente algunos aspectos de la historia de educación digital de cada país y sus tradiciones educativas en general.

Conocer la perspectiva global permite entender y pensar nuestro propio sistema educativo haciendo consciente cómo el poder político nacional se construye también con las relaciones regionales y globales. Desde el estudio de las diferencias de los programas en cada país, recuperando su anclaje histórico, es posible aportar a un debate en donde se tengan en cuenta la complejidad de los sistemas educativos: las relaciones de poder globales que los atraviesan, el abordaje de la desigualdad, el modo en que esas desigualdades se expresan en cada región y la construcción de la equidad. Desde este lugar, lejos de ofrecer una mirada colonialista de la educación, recuperamos diversidad de voces y experiencias que nos sirven para pensar nuestro contexto.

Esta publicación contribuye a las teorías críticas de educación comparada, en tanto muestra investigaciones empíricas que describen cómo diferentes modelos se fueron desarrollando en distintos lugares (Cuesta y Estelles, 2020). Como dice Inés Dussel: *“El aislacionismo no es buena salida para los*

*problemas sociales y planetarios actuales; al revés, creo que hay que construir coaliciones globales en las luchas ecológicas y democráticas, pero de otro orden, impulsadas por otros sujetos y con otros programas”* (en Cuestas y Estelles, 2020).

Desde la perspectiva crítica de educación comparada recuperamos la interpretación que los actores realizan de las políticas, los programas y sus contextos educativos. Por eso, entrevistamos a cuatro referentes del campo de la educación en CC. El principal criterio para elegir a estos referentes fue su trayectoria previa en el análisis crítico de las políticas y programas de su propio país. A menudo, encontrábamos referencia de sus nombres en múltiples documentos y publicaciones. En el caso de Israel, entrevistamos a dos profesoras universitarias que además estuvieron a cargo de los diseños curriculares y del profesorado en informática.

En el caso de Finlandia, entrevistamos a un académico que analizó el currículo en tecnología y estuvo a cargo de múltiples programas de formación docente. En el de Inglaterra, logramos contactarnos con una maestra que participó como líder en el programa, formando a colegas de su región; y a uno de los principales fundadores del programa. A todos ellos les agradecemos su generosidad para compartir con sinceridad sus experiencias y aprendizajes en beneficio de poder pensar nuestras políticas. Las voces entrevistadas nos permitieron acercarnos a cómo los programas fueron vividos por docentes, directivos, funcionarios públicos, formadores de formadores y académicos. No solo porque muchos de ellos representaron a estos sectores (en ocasiones los académicos fueron funcionarios públicos, formadores de docentes y maestros), sino también porque en algunos casos podían empatizar y relatar su interpretación de cómo otros actores habían vivido este proceso. En ese sentido, en tanto investigadores y referentes, muchos de ellos intentaron recuperar las voces de sus colegas. Otra fuente importante de información fueron los documentos oficiales de cada país, las noticias en los medios de los programas y las publicaciones académicas que describen y analizan cada programa.

Los países son demográficamente diferentes entre sí y pertenecen al tercer, segundo y primer quintil de mayor igualdad en la distribución de la riqueza ([Ver tabla en anexo 2](#)). Asimismo, mientras Finlandia es un país con un sistema educativo pequeño, Inglaterra tiene un sistema masivo. Israel está dentro de los países pequeños también, pero a diferencia de Finlandia tiene una organización educativa altamente centralizada. Finalmente, el salario de los docentes es bajo en Israel y alto en los otros dos países.

Una dimensión que analizamos en profundidad fue la construcción del currículo como política de Estado y como metodología de trabajo. El currículo, tanto en su organización interna como en el proceso de su construcción, es un instrumento central de las políticas educativas que regula la oferta de contenidos, orienta la enseñanza y contribuye a la formación de los docentes en tanto texto. Otra dimensión relevante fue la de formación docente. Cualquier innovación educativa requiere acompañar y

formar a quienes llevarán a cabo la propuesta. Quizás sea la formación docente la variable de ajuste más central en los procesos de innovación educativa y por eso queríamos comprender y aprender cómo se habían resuelto en los casos en cuestión.

Que las nuevas tecnologías ingresen como objeto de enseñanza a las escuelas no es una novedad. En algún momento ingresó el cuaderno y el lápiz, unos siglos más tarde el cine y la televisión, la máquina de escribir, los ábacos, las calculadoras, etc. Sin embargo, en contraste con muchas de estas tecnologías, la computación —así como el cine— es una disciplina enmarcada en un desarrollo tecnológico específico. Esta doble característica va a generar una serie de ambigüedades respecto de las definiciones de objeto de enseñanza que tendrán derivaciones en las políticas educativas. En este capítulo analizamos estas definiciones y derivaciones en los tres casos en profundidad.

## Condiciones de posibilidad de las políticas educativas en los casos estudiados

Si en el capítulo anterior sacamos una foto de las principales herramientas de la política educativa para introducir las CC en diferentes países, en lo que sigue de esta publicación elegimos analizar tres casos en profundidad para dar cuenta de cómo esas herramientas fueron evolucionando a lo largo de los años y cómo se inscriben en planos culturales, económicos y pedagógicos más amplios. Esta evolución se enmarca en condiciones de posibilidades dadas por nuevos marcos teóricos de referencias y trayectorias en las políticas de educación en tecnología de los países. Entre las condiciones identificamos que los casos estudiados refieren a:

**Redefiniciones sobre qué saberes digitales son importantes para la ciudadanía:** en un momento fue la programación, pero el desarrollo tecnológico y la ampliación del acceso requiere la formación del usuario en dispositivos tecnológicos. Esa formación ahora se ve obsoleta porque es necesario pasar de usuarios digitales a ciudadanos que comprendan un lenguaje para producir a través de él. La definición de alfabetización digital ha evolucionado para incluir saberes específicos de las CC y prácticas de uso y apropiación de TIC (Bocconi, 2016). Esta redefinición implicó pasar de enseñar a usar computadoras a enseñar a pensar computacionalmente y, luego, a dominar saberes y prácticas del área de computación para participar del mundo digital (Kafai, 2016).

**Desarrollo didáctico en la enseñanza de la computación.** El movimiento “Maker”, los dispositivos “desnudos” como Raspberry PI, la programación en bloques, etc., son todas herramientas didácticas que permiten universalizar la enseñanza de la computación. En estos años ha habido un gran desarrollo

didáctico en general de propuestas que permiten pensar el sentido y estrategias de transmisión para introducir los conceptos de computación en la gran escala del sistema educativo masivo. Estas propuestas didácticas habilitan posibilidades de pensar la enseñanza de la computación en las aulas.

**Tradición de desarrollo curricular centralizado y frecuente.** En el caso de Israel y Finlandia, esto fue una condición de posibilidad. En Inglaterra, ya veremos, esto fue un problema. Comités, juntas, centros, etc., que tienen una trayectoria en el país de ser los encargados de reformar periódicamente el currículo con participación de amplios sectores de la sociedad y que como resultado los currículos tienen gran consenso social.

**Oferta de formación docente diversa.** Se ofrecieron programas de formación inicial, actualizaciones, formación continua, reconversión, trayectos pedagógicos para profesionales no docentes y cursos cortos. Veremos en cada caso los desafíos y aciertos que generaron estos formatos.

**Grupos de investigación con trayectoria en la enseñanza de la computación.** Estos países tienen amplia producción de investigaciones y de desarrollo didáctico en manos de diferentes grupos de investigación. La producción de estas investigaciones permite a los Estados ir tomando decisiones sobre la marcha. Esto redundó en la evolución de las herramientas de la política educativa. Particularmente de la formación docente.

En el marco de estas condiciones comunes para los casos estudiados, observamos que se desarrollan cada uno de los programas. A continuación presentamos los casos en profundidad.

## Bibliografía

Cuesta, R., & Estelles Frade, M. (2020). *Consideraciones críticas sobre la mundialización de los sistemas educativos: Jesús Romero, Inés Dussel y Thomas S. Popkewitz*. *Con-Ciencia Social* (segunda época), n° 3/2020, pp. 77-126.

Vavrus, F. K., & Bartlett, L. (eds.). (2009). *Critical approaches to comparative education: Vertical case studies from Africa, Europe, the Middle East, and the Americas*. Nueva York: Palgrave Macmillan.

## 3. Ciencias de la Computación en Israel

### Introducción

Desde los años 70, las Ciencias de la Computación (CC) fueron un tema de relevancia académica en las escuelas secundarias de este país. Sin embargo, en aquel momento no todas las escuelas le daban la misma importancia al estudio de esta disciplina en comparación con las otras ciencias, y el acceso a saberes en CC estaba acotado a un sector pequeño de la población. El foco en esa época estaba puesto en aprender conocimientos básicos de programación de algún lenguaje en particular.

En los años 80, el Ministerio de Educación convocó a un comité de especialistas integrado por docentes, investigadores y computólogos para diseñar un nuevo currículo. Las principales definiciones de aquel comité fueron que: la informática debía abordarse como un contenido *per se* en su propio espacio curricular y que los docentes a cargo debían ser profesores de informática con un título universitario en Ciencias de la Computación. Esta nueva asignatura se incluiría en la oferta del nivel secundario a la par de otras materias científicas y tendría un tramo obligatorio y general para todos los estudiantes y un tramo optativo y de profundización para aquellos que se interesaran particularmente en la disciplina. Asimismo, se definió que el abordaje debía ser tanto conceptual como técnico y los contenidos troncales estarían enfocados en las nociones de algoritmia, modularización y abstracción y sus aportes para concebir soluciones a distintos tipos de problemas. Se deberían enseñar al menos dos paradigmas de programación diferentes para que los estudiantes pudieran comprender las formas alternativas del pensamiento algorítmico. Del mismo modo, se definió que un espacio de laboratorio con computadoras bien mantenidas y frecuentemente renovado sería obligatorio para que las instituciones pudieran implementar el programa. Por último, las guías de clase y propuestas de actividad que orientarían la implementación debían ser elaboradas por informáticos formados y con experiencia en su campo.

En este contexto, el comité llegó a la conclusión de que no habría suficientes docentes capacitados para implementar la nueva propuesta y diseñaron una formación obligatoria en servicio. En el año 1995 fue publicado el material que la orientó (Gal-Ezer *et al.*, 1995). Describimos más detalles de esta formación docente en una sección específica en este capítulo.

En el año 2011, se inició un programa gradual y piloto de ampliación de la inclusión de estos contenidos en las escuelas. En un primer momento, se amplió hacia otros grados del nivel secundario y a partir de 2016, hacia el nivel primario. Este proyecto se llevó a cabo en el marco de un programa más ambicioso que tenía como propósito aumentar el número de estudiantes interesados en estudiar ciencias en general. En una primera fase, este nuevo programa de ciencia y tecnología que incluía un nuevo plan



de estudios en CC fue orientado a los grados de séptimo, octavo y noveno año del secundario. El plan de estudios se basó en los siguientes principios: debía proporcionar a los estudiantes un conjunto de conceptos básicos de informática —pensamiento lógico y pensamiento algorítmico—; el entorno de programación usado para el primer año debía ser fácilmente traducible a diferentes lenguajes naturales, gratuito, fácil de usar y gráficamente atractivo; debía incluir al menos dos entornos de programación diferentes para abordar los mismos conceptos; motivar didácticamente a los estudiantes a ser aprendices activos, y las técnicas de evaluación de los estudiantes debían ser alternativas, únicas e innovadoras. Este programa fue implementado de manera piloto en escuelas de la zona periférica del país y progresivamente ampliado, hasta que en el año 2016 una nueva reforma educativa universalizó la inclusión de estos contenidos en toda la escolaridad.

## El contexto

En este país, la escolaridad es gratuita y obligatoria desde el jardín de infantes hasta los 16 años de edad. La educación primaria abarca los grados 1.º a 6.º y cubre aproximadamente entre los seis y doce años de edad. La educación secundaria comprende los grados 7.º a 9.º para edades de entre los doce y quince años; la educación preparatoria consiste en los grados 10.º a 12.º, con alumnos de entre quince y dieciocho años de edad. Existen escuelas públicas seculares, operadas por el Estado; escuelas públicas religiosas, independientes, y árabes. Las escuelas privadas representan ideas y filosofías de varios grupos o están basadas en el diseño curricular de otros países, por ejemplo, la American International School de Israel. La amplia mayoría de la población concurre a las escuelas públicas.

El sistema educativo israelí está altamente centralizado. El Ministerio de Educación Nacional es la institución encargada del programa de estudios, la legislación educativa, la supervisión del personal docente y el desarrollo de nuevas infraestructuras educativas. Inclusive hay supervisores para cada una de las diferentes áreas de conocimiento. Las autoridades locales se responsabilizan del mantenimiento de las escuelas y de la logística. El 80 % del presupuesto educativo proviene del Estado nacional y las autoridades locales. La culminación de la escolaridad requiere rendir un examen en el que se evalúan conocimientos de idiomas (hebreo, inglés) y matemáticas en carácter de contenidos obligatorios. Además, se incluyen exámenes sobre química, física, biología y ciencias sociales en carácter de materias optativas.

Israel es uno de los países de la OCDE que realiza una de las inversiones en porcentaje del PBI más altas, considerando todos los niveles educativos, desde primario hasta terciario, y la mayor inversión, después de Nueva Zelanda y Noruega, cuando se considera primaria, secundaria y poseducación secundaria no terciaria. Israel gasta el equivalente del 6 % de su PIB en primaria a terciaria y se divide de la siguiente manera: 4.5 % en educación no terciaria (por encima del promedio de la OCDE de 3.5 %) y 1.4

% en educación terciaria, casi a la par con el promedio de la OCDE de 1.5 %. Durante el período 2010-2016, el gasto total en educación como porcentaje del PIB aumentó en un 8 %, el más alto en todos los países de la OCDE. Entre 2010 y 2016, los gastos en educación primaria, secundaria y postsecundaria no terciaria crecieron un 42 % en Israel en comparación con sólo un 5 % en promedio en los países de la OCDE. En ese mismo período, la cantidad de estudiantes creció un 14 % en Israel, mientras que se mantuvo estable en promedio en los países de la OCDE. Sin embargo, Israel es uno de los países con más desigualdad económica y pertenece al cuarto quintil de países con menor distribución de ingresos.

Uno de los indicadores de que Israel valora profesionalmente a sus docentes y busca siempre a los mejores perfiles para dichos puestos es la sustancial actualización del salario que vienen realizando desde 2005, donde se ha aumentado en las siguientes proporciones: 56 % en educación preprimaria, 40 % en educación primaria, 52 % en educación secundaria inferior y 50 % en educación secundaria superior. En comparación, en promedio los países de la OCDE aumentaron 10 % en primaria, 9 % en secundaria inferior y 6 % en secundaria superior.

Con respecto a la visión sobre la disciplina, muchos profesores de computación israelíes son miembros de la asociación de directores de departamentos de Informática de Europa, llamada "[Informatics Europe](#)". Nuestra entrevistada nos relata que desde esta organización la computación es vista como una disciplina en sí misma y que la enseñanza se promueve desde una estrategia de dos líneas: como una disciplina y también integrada en tanto aplicaciones de la informática a otras disciplinas. Cuando habla sobre los modos de integrar la disciplina se refiere a poder aplicar procesos específicos de las CC a problemas interdisciplinarios tales como modelizaciones o bases de datos. Es decir, se plantea usar mecanismos de transformación de la información contrarios a una mirada utilitaria de usar la iconografía o prestaciones básicas de dispositivos computacionales.

Cuando se le pregunta a una de nuestras entrevistadas sobre el propósito de incluir las CC en las escuelas nos dice que desde los años 70 el objetivo fue que las y los estudiantes puedan aprender fundamentos de computación como una disciplina más y que puedan experimentar a través de ella. Para ella, nunca estuvo la intención de formar para la industria. En primer lugar, porque consideran que el rol de la escuela no es formar profesionales, sino ciudadanos, y en segundo lugar, la industria nunca participó en los procesos de toma de decisiones del currículo. No obstante, reconoce en la entrevista que así como los sectores de la milicia realizan acciones en los colegios para interesar a los estudiantes en unirse a la armada, también los sectores industriales promueven entre los estudiantes de secundario que elijan las materias optativas de ciencias y computación. Asimismo, en la fundamentación sobre la inclusión de contenidos de ciencia de datos, se especifican las demandas de las universidades y la industria (Mike, Haza, Hazzan, 2020).

En este contexto se ubica la reforma de la inclusión de las CC. Hasta 2011, los destinatarios del programa de enseñanza de las Ciencias de la Computación en Israel fueron los alumnos de 10.º, 11.º y 12.º grado, y desde 1999 hasta la fecha solo ellos tuvieron estos contenidos como materia específica. En ese entonces, la materia Computación era electiva y —al decir de nuestra entrevistada— competía con Física, puesto que muchos estudiantes elegían Computación, disminuyendo así la matrícula de Física.

En 2010, Israel lanza su programa en el marco de los esfuerzos del movimiento mundial “Una Computadora por Alumno”. El programa es llevado a cabo por el centro “The Peres Center for Peace”, una organización no gubernamental, pero fundada por el exmandatario Shimón Peres que realiza diferentes acciones para promover el desarrollo social israelí. Este programa tuvo un alcance de 500 computadoras destinadas a niños palestinos y beduinos, pero finalmente se discontinuó debido a que “la gente no sabía cómo usar las computadoras”, según señaló la académica y curricularista israelí entrevistada.

A partir de 2011, el alcance de la materia Ciencias de la Computación se amplió bajo un programa estatal más amplio denominado STEP. En este marco se incrementaron también las horas cátedras de otras ciencias y Ciencias de la Computación se comenzó a ofrecer a otros grados de la escolaridad obligatoria, incluyendo 9.º, 8.º y 7.º grado de escuelas ubicadas en las fronteras del territorio israelí.

En 2016, tomando como referencia el programa STEP, se universalizó la oferta a todos los séptimos, octavos y novenos grados de todas las escuelas israelíes y se extendió el programa al nivel primario incluyendo a los cuartos, quintos y sextos grados. La oferta de formación en CC abarca hoy en día desde 4.º grado de primaria hasta 12.º de secundaria, sin embargo, la elección de cursar dicha materia es optativa.

## La implementación de las CC

La singularidad del programa implementado en Israel puede definirse en función de los siguientes cuatro elementos (Hazzan *et al.*, 2008): (1) un plan de estudios o currículo establecido que define los alcances de la formación y realiza un recorte claro de contenidos, orientaciones pedagógicas, contextos de implementación y alcances de la evaluación del programa y de los aprendizajes; (2) el requisito formal de una certificación obligatoria del docente de informática y el acompañamiento a las instituciones académicas para su implementación; (3) la existencia de programas de estudio de preparación para docentes en servicio ofrecidos por universidades e institutos —tanto para profesionales formados y que trabajan para la industria, para docentes que quieren ejercer en otro nivel educativo, como para perfiles científicos que no tienen un *expertise* específico en informática—; (4) una comunidad de investigadores y expertos que colabora en la producción de materiales didácticos y la

formación docente, que realiza un seguimiento de la implementación en sus distintos aspectos, y analiza las políticas de inclusión de estos contenidos en otros países, generando recomendaciones de revisión y ajuste de la política educativa ante las autoridades competentes. La existencia de estos cuatro componentes a lo largo del tiempo de manera sostenida y articulada caracteriza la fortaleza, la flexibilidad y evolución del programa israelí.

Para este programa, la actualización curricular en términos conceptuales y pedagógicos es central debido a los avances tanto en materia de la informática como en la pedagogía. Estos avances requieren también que los maestros tengan una sólida formación de base y oportunidades de actualización regulares. En el marco de este programa se considera que los profesores deben tener un conocimiento del contenido disciplinar específico y general de aquellas otras disciplinas en las que se utiliza la informática, de las características psicoevolutivas de los alumnos, de los posibles errores y preconceptos sobre los temas a abordar, y de los objetivos educativos del plan. Por último, se considera vital el aporte de la comunidad científica para poder mejorar y adecuar la oferta en función de los resultados —buenos y malos— que se obtienen a partir de la evaluación en campo de la implementación.

En este sentido, se hace notar que las primeras actualizaciones se centraron principalmente en cambiar los lenguajes de programación (de Pascal usando un paradigma de procedimiento a C, luego a C++ y finalmente a Java), y que en los últimos años se ha producido un cambio de paradigma más profundo que integra el pensamiento orientado a objetos desde el inicio. Además, el plan de estudios ha sido reformulado entrelazando de manera más efectiva los aspectos teóricos y prácticos de la informática tal como se presentaba desde el comienzo y su implementación se ha ido progresivamente expandiendo desde el nivel secundario al primario.

Asimismo, de entrevistas y lectura de informes se recupera que, frente a la voluntad de ampliar el programa tendiendo a su universalización, se hizo imperiosa la necesidad de contar con planes de formación docente y reconversión de profesionales. Si bien diversas universidades e institutos de formación han implementado ofertas de cursos cortos, especializaciones de dos años o formaciones completas de cuatro, se destaca la creación de un centro educativo específico, el Centro Nacional Israelí de Docentes de Ciencias de la Computación, que acompaña a los docentes de informática en formación y en ejercicio mediante la producción de materiales didácticos, espacio de foro y debate en línea abierto a la comunidad docente, cursos de actualización permanente, y financiación de investigaciones puntuales en la temática de la enseñanza de las CC. Esta institución es un centro de referencia y motor de una red a nivel país que facilita el intercambio y puesta al día de los profesionales del campo de educación en CC y además asegura el acompañamiento de una tarea que resulta desafiante y solitaria dentro de las instituciones educativas, ya que en general hay uno o dos docentes de informática por escuela.

La envergadura e importancia que el Estado de Israel le da al programa se refleja quizás en la cantidad de publicaciones que pueden encontrarse sobre el programa y sus resultados realizadas por académicos (Gal-Ezer y Zeldes 2000, Armoni *et al.* 2005a, 2005b, 2006 y Meerbaum-Salant y Hazzan 2009) y la existencia de propuestas pedagógicas documentadas para el aula, para la formación docente y la formación de formadores (Hazzan, Lapidot, Ragonis, 2020).

## El currículo inicial

El currículo definido en 1995 y oficialmente sancionado en 1999, proponía que:

- Las Ciencias de la Computación deberían ser abordadas en la escuela con la misma importancia que cualquier otra ciencia.
- El programa debería focalizarse en los conceptos fundamentales de las ciencias de la computación. En este sentido, la algoritmia es considerada el núcleo ineludible de la formación (concebida como el modo de pensar un problema y su solución). Las nociones de sistema, modularización y abstracción también son consideradas importantes.
- La formación se ofrecería en dos tipos de programas. Uno más general y breve, obligatorio para todos los estudiantes de los últimos años del secundario, y otro más largo y profundo, optativo para aquellos interesados en profundizar sus conocimientos en la materia.
- La propuesta de enseñanza debía ser concebida como conceptual y práctica a la vez; donde lo conceptual no refería a un abordaje abstracto (tales como el estudio de teoremas) sino que no requería de un laboratorio. Este abordaje fue un rasgo saliente del programa.
- Se sugirió la enseñanza de dos paradigmas algorítmicos diferentes; es decir, la posibilidad de abordar los conceptos de la algoritmia en al menos dos lenguajes de programación distintos para comprender que no dependen del lenguaje de programación, sino que son conceptos más generales.
- El programa definió como condición *sine qua non* la existencia de laboratorios de informática bien equipados y la definición de una cantidad de horas curriculares fijas en las que los estudiantes pudieran disponer del laboratorio para estudiar y realizar sus prácticas.
- El programa también definió que la formación docente obligatoria para brindar estos contenidos era tener una licenciatura en Ciencias de la Computación, además de una formación como docente.

- Se sugirió el desarrollo de un currículo detallado con unidades definidas y planes de clase preparados por expertos.

El programa de enseñanza de las Ciencias de la Computación para el nivel secundario definido en el año 1995/99 se organizaba en las siguientes materias:

- a) Fundamentos de las Ciencias de la Computación 1 y 2. En estas unidades se abordaban los conceptos fundamentales de la algoritmia y cómo aplicarlos al uso de lenguajes de programación (primero trabajaron usando PASCAL y luego JAVA).
- b) Diseño de Software, que se centra en datos abstractos, tipos y programación orientada a objetos.
- c) Otras Perspectivas de la Programación Lógica: programación funcional, organización y montaje de computadoras, lenguaje, gráficos por computadora, sistemas de información y programación sin Estado.
- d) Teoría de la Computación: aspectos teóricos de la ciencia y modelos computacionales.

Los contenidos mencionados en el punto a eran obligatorios para todos. Los estudiantes que optaban por el programa general y más corto (que incluye las materias de los puntos a y b) eran alumnos que no tenían un particular interés en realizar carreras universitarias en Ciencias de la Computación. A este programa lo denominaron el *Computer Science Program*. Al contrario, quienes completaban la formación realizando también las materias de los puntos c y d eran aquellos que muy probablemente siguieran estudios superiores vinculados a esta área de conocimiento. Este último programa fue denominado *Software Engineering Program*. Los objetivos principales de este tramo eran presentar a los estudiantes la representación del conocimiento, la perspectiva a nivel del sistema y la formalización de los procesos, promover la creatividad de los estudiantes y permitirles construir un conocimiento integrador de los temas de Ciencias de la Computación. Para quienes elegían esta última especialización se preveía que implementaran un proyecto de programación vinculado a sistemas operativos, servicios web, gráficos computarizados o diseño y programación de sistemas de información. Los temas especializados que las escuelas podían ofrecer eran los siguientes: sistemas operativos, servicios web XML, gráficos por computadora, sistemas expertos y diseño y programación de sistemas de gestión de la información. La tarea final de los estudiantes era desarrollar un proyecto de software integral relacionado con el tema especializado elegido.

El programa general requería de una dedicación de tres horas de clase por semana a lo largo de tres años de la escuela secundaria, mientras el programa de formación más específica requería de una dedicación de cinco horas semanales. Es decir que estos contenidos se dictaban en el contexto de una materia específica a cargo de docentes con formación disciplinar y pedagógica. Se exigió que los profesionales a cargo tuvieran una Licenciatura en Ciencias de la Computación.

Una de las entrevistadas nos relata que para la elaboración del currículo el Ministerio de Educación de aquella época armó un comité de expertos que incluía: académicos del campo de las CC de diferentes universidades de Israel, supervisores y funcionarios ministeriales y docentes de química, física y matemáticas (por aquel entonces no había egresados docentes de informática porque no existía la carrera). Este comité trabajó durante varios años. La organización del trabajo dentro del comité se dispuso en subequipos de trabajo. Estos subequipos estaban conformados por cuatro o cinco personas que tenían trayectorias profesionales diversas. Así trabajaban juntos docentes del sistema con profesores universitarios. Cada equipo tenía la labor de desarrollar el material didáctico para una unidad. En total se elaboraron cinco unidades: tres unidades de formación general y dos para quienes estuvieran más interesados. Todas para los últimos niveles del secundario. En ocasiones, trabajaban de manera intensiva en hoteles por dos o tres días. Esta organización en un comité y en equipos se disolvió con los nuevos gobiernos. De acuerdo con nuestra entrevistada, este modelo de desarrollo curricular permitió discusiones profundas sobre los métodos de enseñanza y los contenidos y el resultado fueron materiales de alta calidad pedagógica.

## El programa STEP

En el año 2011, el Ministerio de Educación, Cultura y Deporte puso en marcha una iniciativa para educar en las Ciencias de la Computación a los estudiantes de 12 a 14 años. El programa se denominó STEP–Science and Technology Excellence Program y abarcó a los estudiantes de séptimo grado a noveno (Zur-Bargury, 2012). Este programa se ha implementado de manera escalonada, comenzando con 30 cursos de séptimo grado y 832 estudiantes. En 2014, ya había 208 clases de séptimo grado, 181 clases de octavo grado, y 26 clases de noveno grado participando. Para 2020 participaban 500 escuelas. Alrededor de 170 docentes participaron de la implementación que se realizó en los territorios fronterizos de Israel con el propósito de brindar acceso a este tipo de conocimientos a las poblaciones menos favorecidas del país.

El objetivo del proyecto fue motivar el interés en las ciencias con el propósito de aumentar la cantidad de alumnos interesados en estudiar carreras de nivel superior asociadas a las Ciencias de la Computación (menos del 10 % de los graduados de nivel secundario se especializan en ciencias o tecnología). El programa STEP previó horas extras en Matemáticas, Ciencias Naturales (Biología, Física y Química) y Ciencias de la Computación combinadas con Robótica.

La apuesta vinculada a las Ciencias de la Computación se basó en la premisa de que la adquisición temprana del pensamiento computacional permitiría fortalecer el pensamiento científico y la alfabetización digital de los estudiantes. Por lo tanto, la propuesta pedagógica se orientó a desarrollar nuevas habilidades de pensamiento más que competencias vinculadas a la programación; se focalizó en



la metodología de enseñanza por indagación fomentando la curiosidad y el placer por aprender de los estudiantes.

El objetivo era claramente aumentar el interés de parte de todos los estudiantes por estas áreas del conocimiento en contraste con lograr un manejo técnico y específico de las computadoras; no se esperaba que los estudiantes se convirtieran en programadores o científicos, sino que adquieran las habilidades necesarias para ser ciudadanos competentes del siglo XXI.

Para ello era necesario:

- Proporcionar a los estudiantes un conjunto de conceptos básicos de la ciencia computacional.
- Proporcionar conceptos básicos de pensamiento lógico y algorítmico.
- Utilizar un entorno de programación en el primer año que permitiera “traducir” al lenguaje natural de manera sencilla.
- Promover que el entorno de programación fuera gratuito, atractivo y fácil de usar.
- Enseñar a utilizar al menos dos entornos de programación para ganar comprensión en los conceptos más allá del manejo instrumental.
- Incentivar el aprendizaje activo por parte de los estudiantes.
- Evaluar los conocimientos a través de técnicas innovadoras.

El primer módulo —correspondiente al primer año de STEP para estudiantes de aproximadamente 12 años— constituía el núcleo de todo el programa: su objetivo era exponer a los estudiantes a los fundamentos del pensamiento computacional y la programación. Los temas que se incluían eran: ejecución en serie, variables, condicionales, bucles, contadores, acumuladores, mensajes y manejo de eventos. Y se utilizaron distintos entornos para apropiarse de estos contenidos, entre ellos: Scratch (<http://scratch.mit.edu>), herramientas basadas en Logo, Alice (<http://www.alice.org/>), Greenfoot (<http://www.greenfoot.org/book/>) y Bootstrap (<http://www.bootstrapworld.org>). En el segundo módulo —correspondiente al segundo año del programa y para estudiantes de aproximadamente 13 años— se introdujo a los estudiantes en el uso de una hoja de cálculo para la investigación científica. Este módulo permitía vincular el plan de estudios de Ciencias de la Computación con otros contenidos del currículo del mismo nivel. En este contexto, se enseñaban las herramientas que incluyen la representación de gráficos, el uso de funciones matemáticas y estadísticas, y el uso racional de expresiones condicionales. En el tercer módulo —correspondiente al tercer año y para estudiantes de aproximadamente 14 años— se focalizó en Introducción de la Robótica como modo de abordar la resolución de problemas algorítmicos y no solo en los aspectos mecánicos y eléctricos.

Los objetivos de agregar robótica a los planes de estudio de CC son: (1) combinar el pensamiento lógico con el pensamiento de ingeniería; (2) exponer a los estudiantes a otras áreas tecnológicas; (3) estimular a los estudiantes a ser aprendices independientes. El módulo abordaba los siguientes temas:



controladores, actuadores, sensores, energía eléctrica y energía mecánica, transformaciones de energía, motores, un control de circuito abierto y un control de circuito cerrado. Los estudiantes que cursan este módulo suelen participar de las competencias de robótica de Lego (<http://www.firstlegoleague.org/>).

Esta última definición de robótica rápidamente fue vista como una limitación por dos razones: la necesidad de adquirir nuevo equipamiento para su implementación (un robot listo para programar, varios sensores y el software para poder programarlo) y la reticencia de maestros que tenían experiencia en ingeniería o ingeniería eléctrica en poner en práctica esta oferta.

Para resolver estos desafíos, se definió un módulo alternativo menos orientado a la ingeniería y con mayor relación con el resto del currículo, y se decidió sugerir la enseñanza de la programación básica a partir del desarrollo de páginas web centrándose en la programación del lado del cliente. Para ello se propuso utilizar HTML5 y JavaScript.

El último y cuarto módulo —que también se dictaba en el tercer año— estaba dedicado a desarrollar un proyecto de programación, lo cual incluía escribir una propuesta de proyecto, modelar un problema, diseñar una solución e implementarla. Los profesores podían elegir el entorno de desarrollo para sus alumnos. El proyecto de programación buscaba que los estudiantes transfirieran el uso de algoritmos para resolver problemas y se prepararan para futuros estudios en la escuela secundaria.

Un nuevo módulo que se estaba escribiendo al momento de hacer las entrevistas durante 2020 era sobre Ciencia de Datos. Para este módulo se proyectó la realización de trabajos integrados con Matemática, Ciencias Naturales y Ciencias Sociales. Siguiendo a los autores del módulo ([Mike, Hazan, Hazzan, 2020](#)) las ciencias de datos son concebidas como interdisciplinarias en tanto integran saberes y métodos de computación, matemáticas, estadísticas y del dominio de los datos (sociales o naturales generalmente). Para el nivel de la escuela secundaria, se diseñó una unidad didáctica para el 10.º grado que se focaliza en la comprensión general sobre el flujo de datos, la comprensión sobre qué son los datos, cómo son recolectados y cómo pueden ser procesados para resolver problemas y preguntas de la vida real por sobre los detalles matemáticos y algorítmicos que son propios del nivel universitario. No obstante, se asume que los estudiantes ya han desarrollado algunos fundamentos del pensamiento algorítmico durante la escolaridad. Los autores expresan que como el resto del programa en CC en la escuela secundaria, el programa en Ciencia de Datos está diseñado para dos niveles. El nivel básico para el grado 10.º, que requiere el desarrollo de un proyecto en Python como parte de una unidad en la cual los estudiantes exploran diferentes paradigmas de computación tal como es requerido en el programa tradicional. Y el nivel avanzado o extendido para los grados 11.º y 12.º en donde se espera que los estudiantes desarrollen programas que incluyan el proceso de ciencia de datos, algoritmos de aprendizaje automático y énfasis en aprendizaje profundo (Mike, Hazan, Hazzan, 2020).

El programa totalizaba unas 180 horas, organizados en 60 horas por año, 2 horas por semana; abarcando a los estudiantes de 7.º a 9.º, con el propósito de brindarles 6 años consecutivos de contenidos sobre CC. El énfasis en la inclusión de la computación en la escuela israelí siempre estuvo en conocer la disciplina y desarrollar el pensamiento algorítmico a través de la programación (Gal Ezer, Beer, Harel, 1995).

Para conocer los aprendizajes de los alumnos y poder evaluar parte de los logros y dificultades del programa piloto antes de definir su ampliación, se realizaron exámenes nacionales destinados a evaluar la comprensión de los estudiantes sobre el material enseñado al final de cada año.

Una de las principales conclusiones que surge de la evaluación realizada a docentes es que la construcción de cursos de capacitación a medida para un grupo heterogéneo de maestros, así como diversas herramientas de apoyo y orientación adecuada, aun siendo remota, contribuyó al desarrollo profesional de los maestros y permitió cerrar la brecha pedagógica y de contenido entre la disponibilidad deseada y real de maestros calificados.

Basados en los resultados de las evaluaciones realizadas, la reforma educativa del año 2016 expandió la enseñanza de las Ciencias de la Computación en beneficio de todos los estudiantes de 7.º a 9.º (de 12 a 14 años) e incluyó los grados 4.º y 6.º de la escuela primaria. Para dicha reforma, el programa STEP fue tomado como modelo de referencia.

Según nos fue relatado en las entrevistas, para el desarrollo de este currículo no se formó un comité tan amplio como en la versión de fines de los años 90. Esto se debió principalmente a que al momento de armar el comité, no había sido designado el gabinete de ministros nacionales debido a que no se había logrado formar una coalición de gobierno. Para ejercer el gobierno, el primer ministro israelí debe tener una coalición de representantes de al menos 61 % en el parlamento. En caso de no contar con este porcentaje, el gobierno debe llamar a elecciones. En estos últimos años ha sido difícil conformar coaliciones debido a que se han sumado más partidos en el parlamento. Para el último período, Israel estuvo sin gobierno por 17 meses. Esta inestabilidad política no le ha permitido al gobierno hacer planes a mediano y largo plazo ni consensuar grandes montos de financiamiento para los nuevos programas. En este contexto, se conformaron comités más pequeños, sin la representación de docentes y, contrario a la experiencia de fines de los 90, los currículos fueron escritos por un puñado de personas sin estar sujetos a revisiones. Nuestra entrevistada nos dice: “a los académicos no nos gusta este currículo porque no se focaliza en el pensamiento algorítmico ni en los conceptos fundamentales de las CC”. No obstante, reconoce que la situación política permite poco margen para el desarrollo sostenido de los programas.

## Evaluación de la implementación

Las siguientes estadísticas se refieren al porcentaje y las calificaciones que obtuvieron los alumnos de Ciencias de la Computación en el año 2012:<sup>6</sup>

- a) El porcentaje de estudiantes que estudian el programa CC de cinco módulos (programa específico) en la escuela secundaria es del 10.4 % y el porcentaje de estudiantes que estudian solo el programa de CC de tres módulos (programa general) en la escuela secundaria es del 5 %.

Tal como anticipamos, en Israel es obligatorio que todos los estudiantes de la escuela secundaria den un examen para acreditar los conocimientos adquiridos a lo largo de la cursada en relación con las principales materias de su formación. Los exámenes de matriculación son nacionales y los alumnos se preparan en la escuela mediante pruebas internas. La nota final resulta de una combinación del resultado del examen de matriculación, el desempeño general del alumno durante el año y sus resultados en las pruebas internas.

Recuperando esa tradición de evaluación, los exámenes de evaluación de las materias de Fundamentos de Ciencias de la Computación 1 y 2 reflejan el conocimiento adquirido en relación con el pensamiento algorítmico y la programación. La duración del examen es de tres horas. El examen se divide en tres secciones según la taxonomía de Bloom. La primera sección contiene cinco preguntas obligatorias de diez puntos que evalúan habilidades básicas como el conocimiento y la comprensión. La segunda sección incluye tres preguntas de quince puntos, de las cuales los estudiantes deben elegir dos y responder. Las preguntas de esta sección están orientadas a que los estudiantes puedan resolver nuevos problemas aplicando conocimientos ya adquiridos. Los ítems del examen pueden requerir escribir un pequeño programa, o escribir un subprograma y demostrar su uso, o rastrear un programa determinado. Estas respuestas requieren el uso de patrones secuenciales o anidados. La tercera sección incluye dos preguntas de veinte puntos de las cuales los estudiantes deben seleccionar y responder una. Estas preguntas requieren habilidad de análisis y síntesis y de escribir un programa completo que incluya: definir subtarefas apropiadas, variables principales, estructuras de datos e implementación incluyendo la documentación del código.

Para la materia de Diseño de Software los estudiantes deben preparar un proyecto de acuerdo con el tema y los requisitos de los módulos, presentarlo y defenderlo frente a docentes de Ciencias de la Computación que en general pertenecen a otras escuelas. Deben responder a las consultas de los examinadores sobre el proyecto presentado.

---

<sup>6</sup> No se especifica si la población considerada fueron alumnos que también habían sido beneficiados con el programa STEP o no.

Para las materias de Arquitectura y Teoría tienen un examen de tres horas dividido en dos partes; cada una de las cuales tienen cuatro preguntas de las que los estudiantes deben elegir dos y responder. Los resultados de estas evaluaciones fueron:

- b) El 97 % de los estudiantes que tomaron los exámenes de matriculación en CC aprobaron.
- c) El porcentaje de mujeres que aprobaron estos exámenes es ligeramente mayor que el porcentaje de hombres.
- d) La calificación final promedio de los exámenes FCC1 y FCC2 (primeras dos materias, obligatorias tanto en el programa general como en el específico) fue de 88, mientras que la calificación final promedio del examen de Teoría y Estructuras de Datos fue de 80.
- e) El examen de Teoría se distribuyó de la siguiente manera:
  - 67 % seleccionó modelos computacionales y logró una calificación promedio de 81.1.
  - 12 % seleccionó la Programación Orientada a Objetos con C # y logró un promedio de 81.1.
  - 8.4 % seleccionó la Programación Orientada a Objetos con Java y logró un promedio de 80.6.
  - 10.4 % seleccionó Sistemas de Computación y logró una calificación promedio de 76.
  - 2 % seleccionó la investigación operativa y logró una calificación promedio de 82.5.

Para el programa STEP (2011) se previeron y llevaron adelante distintos tipos de evaluaciones: a) evaluaciones de aprendizaje de los alumnos al término de cada año del programa; b) evaluación de los aprendizajes de los alumnos según la percepción de sus docentes a partir de una encuesta cerrada; c) percepción de los docentes respecto del funcionamiento del programa y recomendaciones de mejora.

## La formación docente

Gal-Ezer y Zur (2007) comentan que la formación de los docentes de Ciencias de la Computación debe incluir —y de hecho incluye en Israel— la formación en los contenidos disciplinarios, conocimiento de las disciplinas o áreas del conocimiento donde se utilizan las CC; formación didáctica y, finalmente, conocimiento de los objetivos educativos del sistema educativo en general. Estos criterios responden a una tradición de formación y profesionalización docente en el país.

Gal-Ezer y Harel (1998) y Ragonis, Hazzan y Gal-Ezer (2010) explican que desde el inicio de la inclusión de la computación en las aulas a fines de los años 90, el comité de expertos que fijó el currículo para la enseñanza de las Ciencias de la Computación dispuso que los docentes debían como condición mínima tener una licenciatura en Ciencias de la Computación y una formación en la didáctica específica para poder llevar adelante las clases. A raíz de estas dificultades, se iniciaron diferentes programas para

lograr que los docentes en ejercicio y futuros docentes pudieran cumplir con estas exigencias. Estos programas incluyen el diseño de carreras, la realización de talleres y guías didácticas con recomendaciones sobre el enfoque pedagógico requerido y los desafíos a enfrentar en cada etapa.

Como parte de estos esfuerzos, el Ministerio de Educación Nacional impulsó la creación de un centro y asociación de Docentes de Ciencias de la Computación para brindar apoyo continuo y asesoramiento a los docentes en formación y en ejercicio. Esta institución recibió financiamiento para mantener la existencia de una comunidad docente creciente, compuesta y proactiva. Esta estrategia responde a una tradición israelí en relación con el lugar del docente, al que considera un sujeto clave en el desarrollo de material didáctico, así como de mejoras curriculares en respuesta a cambios disciplinarios o pedagógicos. Desde el inicio y hasta la fecha, el comité de creación y revisión permanente de Ciencias de la Computación en la escuela ha contado con la participación de al menos dos docentes.

La implementación del programa STEP en 2016 implicó la necesidad de sumar personal docente y la exigencia del Ministerio de Educación para estas incorporaciones fueron altas. Los candidatos debían poseer al menos una licenciatura en Ciencias de la Computación o ingeniería y un certificado de enseñanza; tener además un mínimo de tres años de experiencia en el programa de Ciencias de la Computación que ya se implementaba en ese momento, y haber participado con éxito de la preparación de los estudiantes para el examen de matriculación de la escuela secundaria en el área específica.

Según los informes leídos, estas exigencias se manifestaron rápidamente difíciles de cumplir por diferentes razones: a) escasez de profesionales que pudieran cumplir con todos los requisitos simultáneamente; b) escasez de profesionales en las zonas geográficas donde se quería iniciar la implementación del programa, c) dificultades de los profesionales que tenían experiencia con estudiantes de más edad al trabajar con alumnos más jóvenes, a menudo el trabajo con grupos de alumnos de menor edad no les resulta familiar y no siempre sabían cómo atender a sus necesidades, como así también no resultaba trivial adaptar los programas de clase a las posibilidades de estos nuevos grupos étnico; d) dificultad para los profesionales de coordinar nuevas tareas con actividades anteriores o preexistentes que no se desarrollaban ni en la misma institución ni muchas veces en la misma zona territorial, en muchos casos la ubicación de las escuelas en zonas alejadas y la necesidad de combinar sus tareas en las escuelas secundarias, primarias y medias resultó un problema logístico para muchos; e) los laboratorios de las escuelas primarias y medias estaban menos equipados o disponibles que los de nivel secundario.

Esto llevó a que el Ministerio de Educación relajara los criterios de selección. Fueron admitidos para la enseñanza de CC docentes con título de grado y experiencia en clases de CC (aunque no podrían dictar los módulos de mayor especificidad técnica); docentes con conocimientos de mecánica e ingeniería aunque nunca hubieran dictado clases de CC; docentes de alfabetización digital; estudiantes

que estuvieran en el último año de su carrera de grado en CC. Además se generaron cursos de capacitación cortos para sumar a nuevos docentes y profesionales del área que no estaban ejerciendo como tales para poder llevar a cabo el programa. Esta decisión trajo nuevas dificultades. Los nuevos docentes, además de sumarse por primera vez al sistema educativo, tenían que implementar un programa novedoso con contenido escasamente ofrecido en la escuela. Es decir, se enfrentaron con muchas novedades al mismo tiempo. Los docentes que no eran especialistas en Ciencias de la Computación (como aquellos formados en tecnología educativa) a menudo se enfocaban más en el nivel técnico-aplicativo que en los requisitos algorítmicos del programa.

La capacitación diseñada que se implementó de manera remota constó de: a) cursos de tres meses enfocados cada uno a un módulo específico del programa; b) cursos técnicos para brindar formación en las herramientas que el programa propone usar (Java y C #); c) cuatro conferencias a cargo de especialistas y tareas prácticas a realizar para cada curso. Asimismo, se habilitó un foro para que los docentes a cargo de la implementación del programa pudieran socializar sus experiencias entre sí y realizar consultas a los coordinadores del programa. Finalmente, se construyó un blog para administrar la distribución de materiales de enseñanza diseñados por especialistas o por los mismos docentes a lo largo de la cursada de la capacitación y que se consideraban de referencia para terceros.

En cuanto a la capacitación en servicio, se diseñaron e implementaron cursos de tres meses de duración, dictados de manera presencial en un laboratorio informático y con un entorno virtual de acompañamiento. El contenido estaba orientado específicamente a trabajar sobre los contenidos del currículo que se tenían que abordar en la escuela y el uso de las herramientas informáticas recomendadas para trabajar con los estudiantes. El hecho de que el programa se implementara en distintos puntos del territorio, alejados entre sí y que el perfil de los docentes específicos fuera heterogéneo, dificultaba la posibilidad de realizar un acompañamiento presencial. Por lo cual, el Ministerio dispuso comunicaciones telefónicas, vía correo electrónico y a través del mencionado blog para socializar los contenidos.

El Centro Nacional Israelí de Docentes de Ciencias de la Computación fue fundado por el Ministerio de Educación para reunir y conformar una comunidad profesional de docentes vinculados al tema. Este ha jugado, y juega aún, un rol importante en la formación docente continua, la actualización del personal y su asesoramiento para la implementación de las actualizaciones curriculares. El Centro recibió la responsabilidad y la financiación adecuada para poder diseñar materiales pedagógicos, talleres para profesionales en servicio y en formación; conferencias anuales e investigaciones regulares construyendo una comunidad sólida de práctica. El desafío es doble, ya que se trata de que los profesionales dominen los contenidos disciplinares y pedagógicos con la complejidad que esto último implica. En pocos lugares del mundo donde se llevan adelante programas de inclusión de las Ciencias de la Computación la formación docente ha sido tan pensada y detalladamente definida.

Desde la perspectiva israelí, es vital que los profesionales conozcan tanto los fundamentos de la disciplina que van a enseñar cómo su evolución en el tiempo, sus principales áreas de aplicación y el modo en que los estudiantes de diferentes edades logran o no, y en qué condiciones, apropiarse de estos contenidos. Para ello, se fomenta que los docentes que se forman tengan contacto con las investigaciones más recientes sobre el tema y que inclusive se involucren ellos mismos en la realización de indagaciones sencillas.

En Israel existen distintos tipos de trayectorias formativas según los destinatarios a quienes se orientan, pero en todos los casos apuntan a una formación actualizada y de calidad en términos pedagógicos aplicados a la enseñanza de este corpus disciplinar en particular. Existen trayectos de cuatro y de dos años. Los de dos años, orientados a la formación de profesionales del área que hoy se desempeñan en la industria y que quieren reorientarse y ejercer en el sistema educativo. En este último caso, el Estado otorga becas para estimular y facilitar este tipo de definiciones y las considera una inversión; entendiendo por esto que no existe una exigencia, luego de completada la formación, de dar el salto del sector productivo al sector educativo. Se considera, por un lado, que si esa definición no se toma, la formación adquirida será en beneficio del desempeño profesional del individuo en su contexto de realización y en caso de que sí se dé el paso, la o las instituciones educativas se verán beneficiadas con la incorporación de perfiles con experiencia en el manejo de la innovación.

La formación docente implica la revisión de enfoques pedagógicos para la enseñanza de diferentes materias, herramientas para evaluar el rendimiento de los alumnos y la reflexión ética sobre los impactos sociales del desarrollo de la informática. En la propuesta de formación es central la noción del aprendizaje activo y la experimentación con distintas estrategias pedagógicas (aprendizaje por indagación, basada en problemas, en proyectos, estudio de casos, etc.) para probar cómo ponerlo en práctica en el abordaje de los diferentes contenidos a impartir. Cualquiera de estos enfoques implica la presentación por parte del docente de un disparador diseñado con mucho cuidado, luego estimular la exposición de las diversas opiniones, mostrarse sensible a la escucha y alentar a profundizar su pensamiento. Cuando es necesario, el docente debe guiar a los estudiantes en su discusión alentando enfoques de pensamiento alternativos o divergentes. El docente aquí aparece como moderador y oyente atento de los puntos cruciales sugeridos por los estudiantes. Alienta a que los estudiantes expliquen el porqué y el cómo de sus sugerencias sin juzgar sus opiniones. Las experiencias diseñadas con estos criterios conducen a discusiones y debates enriquecedores y entonces el docente resalta las facetas importantes de cada opinión y presenta posibles conexiones entre las mismas. En el último momento de la clase, se espera que el docente sintetice el intercambio, resaltando los principales mensajes que se plantearon y discutieron durante la lección, agregando ideas y aclaraciones que no fueron sugeridas por los propios estudiantes. En este contexto, se resignifica la concepción del error y las ideas equivocadas y se las valoran como oportunidades para profundizar el aprendizaje que requieren por parte de los



docentes un reconocimiento y una habilidad específica para traccionar en favor de la generación de nuevos aprendizajes de parte de sus alumnos. Según nuestra entrevistada —quien ofreció con detalle información sobre este enfoque activo en la formación docente—, “Mientras menos hables, mejor es la clase, más oportunidades tienen los estudiantes para discutir los problemas”.

En la bibliografía, se hace mucho hincapié en que estos conocimientos profesionales deben adquirirse en el marco de la formación docente para que las planificaciones escolares respondan a estos enfoques y los docentes sepan cómo provocar su aparición y aprovechar las divergencias. Se resalta también que la planificación áulica requiere de la anticipación docente respecto de estos emergentes y para ello es necesario conocer los contenidos disciplinares, el modo en que los destinatarios de la formación se apropian de ellos según su edad y sus conocimientos previos y tener una sólida formación pedagógica. Se estimula en este sentido una perspectiva holística de los futuros profesores de informática con respecto a la disciplina, el papel del profesor, ideas y formas de aplicar diferentes métodos de enseñanza y dificultades, conceptos erróneos y habilidades cognitivas de los estudiantes. A veces, a los futuros profesores de informática se les pide que realicen “tareas de alumnos”; en otras ocasiones, de profesor de informática (futuro) y en otras, de investigador.

Este enfoque pedagógico para enseñar las CC se elige porque los autores entienden que es el que mejor se alinea con la realidad misma de la programación. Los paradigmas de programación son heurísticas utilizadas para resolver problemas algorítmicos. Un paradigma de programación analiza un problema a través de lentes específicos y, basándose en este análisis, formula una solución para el problema dado dividiendo la solución en bloques de construcción específicos y definiendo relaciones entre ellos. Por lo tanto, un error puede ser también otro modo de considerar el mismo problema. El enfoque planteado obliga a los participantes a dar cuenta de su visión y explicar argumentadamente la solución diseñada permitiéndole a los demás discutirla, verificarla, etc. Por esto se considera fundamental que tanto docentes-estudiantes como estudiantes en la escuela aborden la programación desde diferentes paradigmas y se aproximen a los mismos conceptos en repetidas ocasiones, favoreciendo así el desarrollo de herramientas cognitivas, la comprensión los conceptos, la flexibilidad en los procesos de resolución de diferentes tipos de problemas. Se prioriza entonces la enseñanza de paradigmas de programación por sobre la formación en lenguajes de programación, ya que se considera a los primeros como flexibles contra la sintaxis de los últimos, considerada rígida.

Asimismo, resulta significativa la reflexión sobre los distintos tipos de actividades a partir de las cuales presentar los contenidos, que incluyen juegos, el enfoque desenchufado, mapas conceptuales, metáforas o tutorías de desarrollo de proyectos, así como diferentes formas de organización del espacio de enseñanza y el aprendizaje. En este marco, es central trabajar sobre la importancia y pertinencia del uso del espacio del laboratorio. En este sentido, resulta clave que parte de la formación ofrecida brinde a los docentes herramientas para poder administrar con autonomía este espacio y apropiárselo para poder



dar sus clases. La adquisición de las habilidades y destrezas para dicho manejo no deben ser menospreciadas en términos de horas dentro de la formación. Se recomienda favorecer el tipo de trabajo que quisiéramos que luego los docentes le planteen a sus propios alumnos en la escuela, es decir, la posibilidad de trabajar solos, de a pares, en grupo, entre grupos; de manera presencial, a distancia, asincrónica y sincrónica.

La evaluación del proceso formativo es pensada de manera consecuente con la perspectiva pedagógica planteada hasta aquí. En la bibliografía citada, se plantea con claridad que la evaluación es considerada una instancia más del aprendizaje que debe brindarle información al docente como al educando sobre su propio proceso y permitirle al primero revisar el enfoque o modo de abordaje de los contenidos planteados. Se diferencian las instancias de proceso que se sugieren continuas y con formatos diversos (entrega de trabajos prácticos individuales, colectivos, exposiciones, preparación de clases, etc.) de las instancias de examen donde se evalúan un conjunto determinado de conocimientos adquiridos. Se considera vital que los docentes puedan, como parte de su formación, no solamente planificar sus clases sino las evaluaciones que les permitirán informarse del proceso de adquisición de conocimientos por parte de sus alumnos. En este sentido, consideran que el docente debe, como parte de sus prácticas, poder planificar de arriba abajo, de lo general a lo particular, y aproximarse al espacio del aula de manera gradual. Se considera requisito que el docente-estudiante pueda, al planificar: enumerar los conceptos incluidos en el tema previsto; revisar la experiencia de la comunidad educativa en Ciencias de la Computación y su literatura de investigación sobre las dificultades y conceptos erróneos de los estudiantes que pueden ocurrir al aprender dicho tema; ubicar los conceptos enumerados en una línea de tiempo, teniendo en cuenta las dificultades reconocidas; organizar la lista de conceptos en una secuencia de lecciones, considerando el tiempo total asignado para la enseñanza de dicho tema. Sobre cada lección debe poder definir de qué trata, cuál es su contenido principal, los subtemas que se incluyen dentro del contenido de la lección; cuáles son los conceptos previos que los alumnos deben comprender; qué deben aprender los estudiantes, qué habilidades deben adquirir, qué tipo de actividades facilitarán dichos aprendizajes (por ejemplo, un desencadenante, explicaciones, un conjunto de ejercicios, un juego, una actividad grupal, una evaluación por pares, un trabajo de consulta en el laboratorio de computación, etc.) y, finalmente, cómo se llevará a cabo la evaluación del aprendizaje.

Para ello se establecen al menos dos instancias de prácticas: una más extendida en el tiempo, donde se prevé la participación del docente-estudiante en la escuela una vez por semana por al menos un semestre, para asistir a la clase de informática de la institución y colaborar con el docente a cargo, y una segunda instancia de una o dos semanas intensivas en las que el docente-estudiante se hace cargo del dictado de la materia. Estas instancias son acompañadas por el docente de informática de la institución y el docente de la materia de prácticas de la instancia formativa. A lo largo de este proceso, el docente-estudiante debe planificar una unidad, una lección, una clase y sus correspondientes instancias

evaluativas. El proceso de práctica cuenta con instancias de retroalimentación tanto por parte del personal de la institución educativa que alberga al docente-estudiante como por parte del docente de prácticas. Dos de las estrategias mencionadas como parte del proceso de evaluación del proceso de aprendizaje del docente-estudiante en su formación son la bitácora y el portfolio. En el primer caso, se trata de un registro biográfico de la propia experiencia de aprendizaje y en el segundo caso, de una colección de recursos de distinto tipo (bibliografía, planificaciones, recursos didácticos, etc.) que constituirán el material de apoyo para los primeros tiempos del ejercicio docente de cada profesional.

La evaluación del docente-estudiante no debe basarse solo en un tipo de conocimiento pedagógico, sino más bien en un espectro de habilidades pedagógicas, actividades y reflexión, así como en el conocimiento de las Ciencias de la Computación, todo lo cual refleja diferentes aspectos de los logros del estudiante.

La práctica es otra oportunidad en la que los docentes-estudiantes pueden mejorar su comprensión de los conceptos. Esta mejora ocurre mientras preparan la lección que se enseñará en la escuela secundaria, mientras enseñan la lección y, finalmente, en la sesión de reflexión que tiene lugar, ya sea con el docente de informática de la escuela o el docente de práctica. La práctica puede ayudar a los docentes-estudiantes a cerrar brechas entre la teoría que aprenden en el curso y la práctica real de la enseñanza de las Ciencias de la Computación.

## La formación de formadores

La propuesta descrita anteriormente es para el Establecimiento de un Programa de Preparación de Maestros de Ciencias de la Computación (ECSTPP) y ha sido realizada por Hazzan *et al.* (2014). Está dirigida a científicos de la computación y desarrolladores de planes de estudios de Ciencias de la Computación que desean lanzar un programa de preparación de maestros de Ciencias de la Computación en sus universidades pero carecen de conocimiento sobre la construcción real de tales programas. Constituye también una sugerencia para los países o Estados que deseen llevar adelante un programa similar y requieran formar un staff de docentes de informática.

El taller ha sido diseñado para los siguientes grupos de profesionales de la informática:

- Los informáticos que desean establecer un programa de preparación docente de informática en sus universidades, pero no están familiarizados con la práctica de la enseñanza de la informática en la escuela secundaria y con la investigación en educación informática.
- Los diseñadores de currículos de informática de la escuela secundaria que carecen de antecedentes en investigación en educación en informática. Es importante que estos profesionales participen en el taller ya que cualquier universidad que desee establecer un

programa de preparación docente de informática es probable que los reclute para impartir algunos de los cursos del programa.

La estructura y el contenido son los siguientes:

- a) Una puesta en común de los conocimientos básicos comunes; familiarizarse con el plan de estudios nacional de informática de la escuela secundaria (si existe) o con otro plan de estudios de informática de la escuela secundaria en el que pretenden basar su programa de preparación docente de informática; asistir al menos seis horas a clases de informática de la escuela secundaria (específicamente, al menos tres horas consecutivas en dos clases) y resumir sus observaciones e ideas; escribir un ensayo reflexivo sobre su propia adquisición de conceptos informáticos durante su desarrollo profesional.
- b) Un seminario de doce sesiones de una hora y media donde se abordan: la lógica y la estructura de los programas de preparación docente de informática; los métodos de enseñanza del curso de informática; la práctica en la escuela secundaria como instancia formativa; una visión general de la investigación en educación informática, los principales debates sobre trabajos específicos, la familiarización con métodos comunes de investigación en educación informática y una experiencia preliminar en investigación en educación en informática.
- c) Dos tipos de investigaciones: una mini investigación en las clases de informática de la escuela secundaria para mejorar la comprensión del entorno de la enseñanza; y una investigación de acción sobre su propio proceso de construcción de un programa de preparación docente de informática; además de la participación en un foro en línea del taller para mantener el espíritu de la comunidad de aprendizaje creada durante el seminario.

Una segunda propuesta expuesta por Hazzan, Lapidot y Ragonis (2014) es ofrecida por una universidad que tiene un programa de preparación de maestros STEM y les proporciona a sus graduados de carreras informáticas una formación pedagógica para estimularlos a “pasar” del sector productivo al sector educativo o combinar ambos roles profesionales. Los graduados que se inscriben en el programa reciben becas de estudio completas de la universidad durante dos años. Los estudiantes (que son ya profesionales de la industria) asisten a clases un día completo o dos medios días a la semana durante dos años, y pueden continuar trabajando como científicos o ingenieros en la industria en paralelo a sus estudios. A pesar de ser becados por el Estado para realizar dicha formación con el interés de que se vuelquen al sector educativo y colaboren en reducir la falta de docentes en el área, no están obligados a comprometerse a enseñar en el sistema educativo. El programa de educación en informática está abierto a estudiantes y graduados de las facultades de informática, sistemas de información e ingeniería informática.

El programa consta de treinta y seis créditos que se enumeran a continuación: veintidós créditos de cursos obligatorios: Introducción a la psicología del desarrollo, Introducción a la psicología social, Introducción a la psicología cognitiva, Métodos y habilidades de enseñanza, Filosofía de la educación, Métodos de enseñanza en CC I y II, Práctica escolar en informática, Taller reflexivo sobre enseñanza, Práctica y problemas seleccionados en informática; ocho créditos de cursos educativos optativos; seis créditos de cursos avanzados optativos de la facultad de informática (seminarios, proyectos y estudios avanzados). Las dos poblaciones, estudiantes de pregrado y exalumnos, se benefician mutuamente: los exalumnos aportan su experiencia laboral a la clase, mientras que los estudiantes de pregrado les ayudan a re-aprender y actualizar los contenidos de informática que aprendieron (a veces muchos) años atrás. La autoestima de los estudiantes de pregrado aumenta al darse cuenta de que eligieron una profesión que los graduados exitosos de Ciencias de la Computación desean estudiar como segunda carrera. La diversidad inherente a esta cohorte de estudiantes mejora aún más los fenómenos mencionados anteriormente. Pueden presentarles a las escuelas una cultura organizacional diferente, una que hayan experimentado en la industria de alta tecnología, incluida la de las empresas emergentes y los mercados internacionales. Esta cultura está orientada a la innovación y es inherentemente diferente de la cultura organizacional tradicional de las escuelas. Ya han experimentado en una industria que funciona en un mundo muy dinámico y está en constante cambio. Muchos de ellos ya han gestionado y liderado procesos de cambio en sus organizaciones y también podrán liderar e implementar esta experiencia en el sistema educativo.

## Los desafíos

Las limitaciones del programa se concentran en el nivel de experticia de los docentes a cargo de la materia de CC en la escuela y ha hecho que el programa pueda extenderse muy lentamente y que su aplicación dependa de manera muy significativa de un recurso muy escaso que son los docentes en CC. Por otra parte, la delegación de la provisión de recursos, como equipamiento para la formación en robótica, a las escuelas en las comunidades ha hecho que el programa sea aplicado según la disponibilidad de estos en cada institución escolar. El no tener una formación centralizada de los docentes de CC da lugar a enfoques diferentes y ofertas múltiples de diversas instituciones que no siempre garantizan la consistencia y coherencia en la posterior aplicación de la política.

Asimismo, según emerge en las entrevistas, otra dificultad fue la apropiación que hicieron los docentes del currículo del nivel primario. A diferencia de la elaboración del currículo de computación de nivel secundario donde participaron docentes del sistema, en el nivel primario el desarrollo curricular fue cerrado a las y los docentes del sistema. Esto trajo aparejado bajos niveles de apropiación. Si tuviera que hacerlo diferente, señala una de las entrevistadas, “sentaría a los docentes a la mesa”.

Por último, se observa una preocupación respecto de la poca experiencia acumulada sobre la enseñanza de las CC en el nivel primario. Para una de nuestras entrevistadas, “es mejor comenzar por la escuela secundaria porque es más fácil pasar de una didáctica universitaria (que tiene muchos años de práctica) a una para el nivel secundario. Luego, necesitamos aprender del nivel secundario para poder pensar el nivel primario”. Para ella fue un error implementar el programa rápidamente en el nivel primario sin la formación docente necesaria y con materiales didácticos escasamente desarrollados.

## Reflexiones sobre el caso de Israel

A partir de la lectura de artículos, documentos y las entrevistas, identificamos que la introducción de los contenidos de CC en la escuela obligatoria en Israel busca principalmente generar el interés entre los estudiantes por el área científico-tecnológica. Si bien Israel ya ofrecía estos contenidos para los grados más avanzados del secundario, se asume que para generar el interés y para que se universalice la circulación de saberes de computación entre la población es necesario ofrecer estos saberes desde la primaria. Israel tiene una tasa promedio de abandono en el nivel secundario del 8 %. Este porcentaje ha bajado dos puntos en los últimos diez años. Sin embargo, en el 9.º grado (alrededor de los 14 a 15 años) el abandono es del 9 %, mientras que en los otros años el abandono es menor. Asimismo, el abandono varía por tipo de escuela secundaria. Mientras que en las escuelas preparatorias para la universidad y en las escuelas con orientación en tecnología el abandono es del 5 % y el 1,5 % respectivamente, en las escuelas donde asisten los estudiantes con más bajos rendimientos académicos (lower tracks), el abandono es casi del 29 % (Heib y Lasar, 2020). De ahí la necesidad de ofrecer estos saberes antes de los últimos años del secundario para que llegue al conjunto total de los estudiantes.

La principal característica de la reforma en este país es la gradualidad en la implementación de un nuevo currículo a través de experiencias piloto. Como tales, estas experiencias fueron evaluadas, lo que permitió retroalimentar el proyecto y hacer los ajustes necesarios.

Israel recupera de su propia tradición educativa la exigencia de una formación docente centrada en la disciplina y con gran articulación con la práctica docente. Contrario a otros países, Israel ya contaba con un profesorado en Informática y con docentes egresados en el área aunque la cantidad de maestros formados no fueron suficientes para la cobertura que se necesitaba. En tanto programa piloto, un análisis de esta situación requirió flexibilizar los requisitos de entrada a la docencia, toda una innovación en el sistema israelí que exigía profesorados. La urgencia de tener una masa de profesores formados ha llevado a desarrollar un sistema de becas para profesionales de la industria sin formación docente. A pesar de esta gradualidad, muchas innovaciones al mismo tiempo (innovación en el contenido e innovación en el cuerpo docente) resultaron ser problemáticas. Podríamos hipotetizar que un escollo para crecer en la escala del programa fue la falta de docentes formados y la imposibilidad de formarlos

en poco tiempo en ambas cuestiones: saberes pedagógicos y de contenido.

Israel recupera también una tradición de enseñanza de la computación centrada en la programación a través de actividades prácticas y con el uso de laboratorios. De esta tradición toma la enseñanza de la resolución de problemas de programación a través de conceptos fundamentales de las Ciencias de la Computación. No se identifican con fuerza formación con eje en la creatividad, abordaje de problemáticas comunitarias ni socioambientales. Sí se menciona el aprendizaje por exploración y ensayo y error. Recupera también la tradición de la examinación final para evaluar el aprendizaje de contenidos y se realizan test de computación.

Si bien la dimensión de la ética en las CC se nombra en los programas de formación docente, no se vislumbra con tanta claridad en la oferta curricular que enfatiza conceptos de computación. Líder en el desarrollo tecnológico bélico, medicinal y para la agricultura, entre otros, Israel parece incluir en la formación de sus docentes la dimensión ética. Por esa preponderancia en los conceptos fundamentales y recuperando también la historia de la disciplina en el currículo, se designa para las CC un espacio curricular propio. A pesar de esta designación, la introducción de las CC se hace en conjunto y en articulación con un programa de actualización de la enseñanza de las ciencias (STEP) y se prevé que los docentes formados en la disciplina dominen saberes de las aplicaciones de las CC en otras áreas y de los objetivos del sistema educativo en general para poder pensar proyectos integrados. No obstante, la mención de la interdisciplina no aparece con tanta fuerza en la propuesta.

La creación de un centro específico para acompañar la formación de los docentes, la elaboración de materiales didácticos y la socialización de las experiencias es otra característica distintiva del caso Israelí. Será interesante ver los resultados sobre la relevancia de este centro a lo largo de la puesta en marcha del programa STEP.

## Bibliografía

Armoni, M., & Gal-Ezer, J. (2005). "Teaching reductive thinking". *Mathematics and Computer Education*, 39(2), 131.

Armoni, M., Gal-Ezer, J., & Tirosh, D. (2005). "Solving problems reductively". *Journal of Educational Computing Research*, 32(2), 113-129.

Armoni, M., & Gal-Ezer, J. (2006, marzo). "Reduction--an abstract thinking pattern: the case of the computational models course". En *Proceedings of the 37th SIGCSE Technical Symposium on Computer Science Education* (pp. 389-393).

- Bargury, I. Z., Cohen A., Haberman B., Hotoveli R., Muller, O. , Levy D., Zohar D. (2012), “Implementing a New Computer Science currículum for Middle School in Israel”. En *Proceedings – Frontiers in Education Conference*.
- Benaya T., Dagiene V., Stupuriene G., Zuri E., “Computer Science High School Curriculum in Israel and Lithuania – Comparison and Teachers’ Views”. En Baltic J., *Modern Computing*, Vol. 5 (2017), n.º 2, 164-182.
- Bocconi S., Chiocciariello A., Dettori G., Ferrari A., Engelhardt A. (2016), *Developing Computational Thinking in Compulsory Education*, Informe del Joint Research Center de la Unión Europea.
- Gal-Ezer, J., Beeri, C., Harel, D., and Yehudai, A. (1995). “A high-school program in computer science”. *IEEE Computer Graphics and Applications* 28, 10, 73–80.
- Gal-Ezer, J., & Harel, D. (1998). “What (else) should CS educators know?”. *Communications of the ACM*, 41(9), 77-84.
- Gal-Ezer, J., & Zeldes, A. (2000). “Teaching software designing skills”. *Computer Science Education*, 10(1), 25-38. Taylor and Francis.
- Gal-Ezer, J. and Zur, E. (2007). “Reaching out to CS teachers: Certification via distance learning. Math”. *Mathematics and Computer Education*. 41, 3, 250–265.
- Gal-Ezer, J., & Stephenson, C. (2014). “A tale of two countries: Successes and challenges in K-12 computer science education in Israel and the United States”. *ACM Transactions on Computing Education (TOCE)*, 14(2), 1-18.
- Hazzan, O., Gal-Ezer, J., and Blum, L. (2008). “A model for high school computer science education: The four key elements that make it!”. En *Proceedings of the 39th Technical Symposium on Computer Science Education*. 281–285.
- Hazzan, O., Lapidot, T., & Ragonis, N. (2014). *Guide to teaching computer science*. Londres: Springer.
- Heib, U., & Lazar, T. A. (2020). “Educational Dropout in Israel--General Progress in the Last Decade”. *Journal of Educational Sciences*, 21, 62-71.
- MeerbauM–Salant, O., & Hazzan, O. (2009). “Challenges in mentoring software development projects in the high school: Analysis according to Shulman's teacher knowledge base model”. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 28(1), 23-43.

Mike, K., Hazan, T., & Hazzan, O. (2020, November). “Equalizing Data Science Curriculum for Computer Science Pupils”. En *Koli Calling '20: Proceedings of the 20th Koli Calling International Conference on Computing Education Research* (pp. 1-5).

Ragonis, N., Hazzan, O., & Gal-Ezer, J. (2010, March). “A survey of computer science teacher preparation programs in Israel tells us: Computer science deserves a designated high school teacher preparation!”. En *Proceedings of the 41st ACM technical symposium on Computer science education* (pp. 401-405).

Zur Bargury, I. (2012). “A new Curriculum for Junior-High in Computer Science accepted to ITiCSE'12 to be held in Haifa”, Israel, julio 3-5, 2012.

### **Sitios institucionales**

<http://www.oecd.org/israel/Education-Policy-Outlook-Country-Profile-Israel.pdf>



## 4. Ciencias de la Computación en Finlandia

### Introducción

La última reforma decenal del Currículo Básico Nacional para la Educación Básica (FNBE, 2016) integra la tecnología de manera transversal y obligatoria a todas las asignaturas, aunque los contenidos se incluyen específicamente en las asignaturas de Matemática y Manualidades. Su implementación comenzó en 2016 de primero a noveno grado. Para introducir las Ciencias de la Computación (CC) se proponen tres etapas, en 1.º y 2.º grado se introducen algoritmos en matemática que se usan para programar a través de entornos gráficos o bloques. A partir de 3.º grado los contenidos se trabajan en el área de Manualidades, donde se desarrollan proyectos con materiales tangibles interdisciplinarios. En 7.º y 9.º grado se comienza a programar en lenguajes de programación. Se elige el trabajo por proyectos manuales que requieran armar, diseñar, expresar, inventar de manera de pensar soluciones a problemas. Las soluciones son programables, y por lo tanto se introduce la programación de manera visual y con algoritmos sencillos. La escritura de código se deja para una etapa posterior a los primeros años de escolarización, donde también se pasa del lenguaje visual al textual.

El Ministerio Nacional de Educación y Cultura está a cargo del diseño de políticas educativas y la preparación de proyectos de ley y del presupuesto estatal para el Gobierno. La Agencia Nacional de Educación es responsable de elaborar y aprobar los currículos básicos nacionales y los requisitos de las calificaciones para la educación preescolar y básica, la educación secundaria superior general y técnico-profesional. Además de los planes de estudio básicos, la Agencia monitorea y desarrolla el gasto educativo, asigna subsidios estatales y ayuda al Ministerio de Educación y Cultura en la preparación de decisiones de política educativa. La Agencia Nacional de Educación es una agencia de desarrollo nacional que trabaja en estrecha cooperación con el Ministerio de Educación para desarrollar objetivos, contenidos y métodos educativos.

En esta publicación destacamos y profundizamos las principales variables que orientan la introducción de las CC en Finlandia y la trama histórica y social que le da forma al programa. La puesta en marcha de un currículo de CC se hace integrada a un modelo educativo sólido, con una tradición en la enseñanza de las manualidades por más de cien años que es característica del sistema. Por eso primero presentamos el modelo educativo desde el cual se piensa el currículo y luego focalizamos en las prácticas de enseñanza para introducir las CC en las escuelas.

## El contexto

### La igualdad como principio rector de la política pública

No es posible comprender la decisión de incluir contenidos de CC de manera transversal al currículo de la escuela obligatoria finlandesa sin revisar algunos aspectos históricos del sistema educativo que permiten sostener este modelo.

*El principio de la igualdad* es un enunciado que se repite en todos los artículos y notas en informes sobre Finlandia y un organizador de la vida educativa del país. A fines de los años 60, y a partir de identificar una brecha educativa entre estudiantes de diferentes clases sociales, Finlandia decide refundar el sistema educativo creando la escuela obligatoria de nueve años de duración basada en la idea de generar igualdad (Nieme, 2013). Bajo esta premisa, todo el país tiene derecho a una educación básica de calidad. Este es el principio que guía las tres *principales acciones de la política educativa*:

- Formación docente de nivel universitario de cinco años y con una fuerte capacitación en investigación educativa.
- Currículo único, centralizado nacionalmente y con amplio consenso social.
- Enfoque pedagógico centrado en las necesidades de desarrollo individual de los estudiantes.

El supuesto sobre el cual descansan todos los esfuerzos de política educativa es direccionar el sistema a través de la “*información (que se da con la formación y el currículo), el apoyo (con las tutorías, formación continua, asistencia de enfermeros y psicopedagogos en las escuelas), y el financiamiento (buenos salarios, buenas escuelas)*” (Página de la National Agency for Education).<sup>7</sup>

Respecto de la cobertura,<sup>8</sup> el sistema educativo Finlandés tiene:

- 541 000 estudiantes en el nivel único llamado *Comprehensive School*, que va de 1.º a 9.º grado.
- 214 600 estudiantes en escuelas vocacionales o técnicas, equivalente a los tres últimos años del secundario.

---

<sup>7</sup> La impronta por la igualdad social también se cristalizó en un generoso sistema de bienestar social que incluye seguro para la vejez y desempleo por discapacidad, seguro de desempleo, licencias prolongadas por maternidad, ingresos universales familiares, guarderías subsidiadas a donde asiste el 80 % de la población infantil y un sistema universal de salud (desde 1972), por nombrar solamente los aspectos centrales (FINEEC, 2019). Finlandia ocupa el séptimo lugar mundial entre los países con mayor igualdad de ingresos entre sus habitantes. El sistema educativo finlandés es parte de un sistema social más amplio que también promueve la igualdad de derechos entre sus habitantes.

<sup>8</sup> Fuente <https://www.statista.com/statistics/526059/finland-number-of-students-by-educational-institution/>

- 140 000 estudiantes en secundarias preparatorias para la universidad.
- 20 000 en escuelas secundarias rurales.
- 465 000 en centros de educación para adultos que ofrecen una propuesta similar a las escuelas vocacionales o técnicas.

Finlandia define su paradigma pedagógico como centrado en el estudiante. Según Lavonen (2018), esto requiere de la autonomía docente, quien deberá planificar en torno a las necesidades de su grupo. Si bien más del 80 % de los niños están escolarizados desde el preescolar, la educación obligatoria va de los 7 a los 15 años en lo que se conoce como *Comprehensive School* (del primer a noveno grado). Luego, los jóvenes pueden elegir entre escuelas preparatorias para la universidad (*Upper Secondary School*) y escuelas vocacionales que incluyen una formación técnica orientada a la preparación para el trabajo. La educación obligatoria casi no presenta deserción y además de los apoyos que reciben los estudiantes, pueden prolongar por un año su escolaridad obligatoria.

El 41 % de los estudiantes asiste a las escuelas vocacionales y el 53 % asiste a las preparatorias ([Agencia Nacional de Educación](#)). La deserción de la secundaria preparatoria es de 3,2 % y de las escuelas vocacionales del 8,7 % ([Statistics Finland](#)).

El promedio de alumnos en una clase es de veinte estudiantes (OCDE, 2019). Se promueve la inclusión educativa en agrupaciones heterogéneas (Lavonen, 2018). El 8 % de los estudiantes es clasificado como estudiantes con necesidades especiales y recibe su educación en establecimientos específicos y el 22 % recibe apoyo de maestras especiales en sus escuelas una o dos veces a la semana. El número de estudiantes identificados con necesidades especiales se ha sextuplicado desde la década de los 60 hasta la fecha en concurrence con las políticas de la promoción de la igualdad educativa ([Rinne y Jarvinen, 2010](#)). Los estudiantes identificados con necesidades especiales no son rotulados ni requieren diagnóstico médico para entrar en un programa especial, sino que es decisión de las escuelas (Rinne y Jarvinen, 2010).

Este fenómeno ha sido objeto de reflexión en la comunidad educativa internacional porque los alumnos clasificados con necesidades especiales superan la media internacional y no participan del test de PISA. No obstante, como ya marcamos, la gran mayoría de los estudiantes permanecen en escuelas comunes con apoyos que permiten su inclusión en la clase. Según Rinne y Jarvinen (2010), el éxito que obtienen los estudiantes en el test de PISA se debe principalmente a la baja dispersión de los resultados en las pruebas entre la población. Es decir, en Finlandia la brecha entre los estudiantes con buenos y malos resultados es casi inexistente, con lo cual no hay grupos que “bajen” el promedio de los grupos con mejores rendimientos.

Otra característica del sistema educativo finlandés es la gestión descentralizada. Si bien el currículo es nacional, cada escuela y cada jurisdicción tiene potestad sobre cómo implementarlo y modificarlo. Ya veremos cómo esta condición atraviesa el currículo en CC.

## Las escuelas vocacionales o técnicas

Un capítulo aparte merecen las escuelas vocacionales o técnicas adonde asisten más de la mitad de los estudiantes de secundario y 400.000 adultos. Estas escuelas ofrecen trayectos de tres años en áreas específicas relacionadas con el mercado laboral.

En los últimos años, la matrícula ha crecido y se ha ampliado la articulación con espacios laborales en donde los estudiantes pueden hacer pasantías o estancias para profundizar sus aprendizajes. Según un estudio de la FINNEC, la formación por competencias ha resignificado y ha hecho más relevante la formación para el mundo laboral. Hay mayor cooperación entre las escuelas y los lugares de trabajo en los que se permite utilizarlos como espacios de aprendizaje. La pedagogía de la “working life” o pedagogía de la vida laboral, incluye el enfoque basado en trabajo en equipos, proyectos y fenómenos. Por su parte, los sectores laborales reconocen que los contenidos de las escuelas vocacionales están alineadas con las necesidades del mundo del trabajo. Asimismo, se ha enfatizado la pedagogía centrada en acompañar las necesidades y trayectorias individuales de las y los estudiantes. Estas innovaciones pedagógicas han tenido un impacto positivo en el número de graduados, la cantidad de empleos encontrados y la percepción de los estudiantes. Los principales desafíos de estos programas son encontrar lugares de trabajo para articular con las escuelas y docentes formados para asumir estos acompañamientos (FINNEC, 2019).

El 57 % de los graduados de las escuelas vocacionales asiste luego a la Universidad. Las escuelas vocacionales se especializan en áreas de conocimiento y la elección de los estudiantes se distribuye de la siguiente manera:

- 26 % Ingeniería, fabricación y construcción
- 21 % Administración, comercio y derecho
- 19 % Salud y bienestar
- 19 % Servicios
- 15 % Artes y humanidades
- 5 % Agricultura, veterinaria, pesca
- 4 % TIC (Information and communication Technologies)
- 1 % Ciencias naturales

Se observa que TIC es una de las menos elegidas.

Para acompañar las políticas de igualdad, en 1970 se decidió que la formación docente sería de nivel universitario y con formación en investigación educativa. Según algunos autores ([Lavonen, 2019](#) y [Lonka 2018](#)), esta formación es la que permite la calidad educativa. Lavonen (2019) expresa: “la formación de profesores finlandeses se basa en la investigación. A nivel mundial, es raro formar profesores en universidades que también se dedican a la investigación de alta calidad”.

## La formación docente, clave de la calidad educativa

La formación docente en Finlandia es de cinco años. El ingreso a la carrera docente es por selección, con un tasa de aceptación del 10 % de los interesados y en algunas universidades prestigiosas, como la de Helsinki, es del 5 % (Lavonen, 2019). El modelo de formación docente incluye una carrera de grado de tres años y una maestría de dos años. En el grado, los futuros maestros y maestras de primaria comienzan a especializarse en un campo de conocimiento que luego será su área de enseñanza. Estos campos son: lengua, matemática, artes y música, historia, ciencias naturales, biología, geografía, ética.

El enfoque didáctico de formación docente es "la resolución de problemas", a partir de los cuales las y los futuros maestros, junto con sus mentores, se reúnen en ciclos de planificación, acción y reflexión para formar a las los futuros docentes en la creación de secuencias didácticas, autoevaluación y mejoramiento permanente (Driskell, 2020).

Las y los docentes en formación se preparan para trabajar en un sistema que requerirá de un trabajo autónomo. Durante el tercer año de carrera, tienen un período de práctica en su formación abocado a:

- Analizar procesos y ambientes de aprendizaje.
- Analizar e implementar diferentes enfoques pedagógicos.
- Desarrollar habilidades de planeamiento colaborativo.
- Desarrollar habilidades de trabajo en parejas pedagógicas para apoyar a estudiantes con necesidades específicas.
- Analizar su propia práctica en función de los contextos.

Para ello, los y las futuras docentes deben enseñar cincuenta unidades didácticas en cinco áreas de conocimiento diferentes, organizados en parejas pedagógicas. El proceso es supervisado y acompañado por mentores y con jornadas de reflexión después de la enseñanza de cada unidad y clases

teóricas en las universidades. La práctica concluye con un trabajo final de reflexión teórica y práctica (Lavonen, 2018).

La finalización de la carrera requiere de una tesis de maestría en el campo de la pedagogía. El título de Maestría es un requisito para la docencia. Se establece como expectativa que las y los docentes sean intelectualmente curiosos, reflexivos, investigadores independientes para evaluar la práctica de la enseñanza y activos en el uso de resultados de la investigación para mejorar sus prácticas ([Driskell, 2014](#)). Se espera que con su formación las y los docentes puedan aportar al planeamiento del currículo y al desarrollo del material didáctico.

Finlandia se encuentra entre los diez países con salarios más altos para docentes ([National Center for Education and Economy](#)). Si bien las y los docentes tienen un salario un poco mejor que la media de los países nórdicos, no se incrementan sustantivamente como en otros países por antigüedad y experiencia. No obstante, las y los docentes finlandeses tienen salarios similares a otros trabajadores con misma cantidad de años de formación, en ese sentido superan la media de los países de la OECD, donde reciben el 88 % del salario que ganan sus pares en otros trabajos. Mientras que las y los docentes de escuelas secundarias ganan un 11 % más que otros trabajadores con mismo nivel educativo (OECD, 2019).

En promedio, el tiempo de enseñanza en Finlandia es menor a la media mundial. Los y las maestras finlandesas enseñan durante 677 horas por año en la primaria, 592 horas en escuela media y 550 horas en el secundario, 100 horas menos que la media mundial.

El ambiente de trabajo en combinación con la carga de trabajo y salarios competitivos en comparación con otros sectores puede tener un impacto en la satisfacción laboral que reportan las y los docentes. En Finlandia el 92 % de las y los docentes considera que las ventajas de ser docente superan a las desventajas y el 56 % declara que su profesión es valorada en la sociedad ([OCDE, 2019](#)).

En términos gremiales, las y los docentes están agrupados en un único sindicato y el 90 % está asociado. Las relaciones entre el sindicato y las autoridades educativas del país son complementarias y constructivas. El sindicato es siempre invitado a participar en el diseño de políticas educativas.

## La estructuración del currículo: Top-Down y Bottom-up

El diseño curricular tiene mucha importancia en el sistema finlandés porque es visto como un instrumento que da direccionalidad al sistema educativo y por su importancia en la construcción de escuelas obligatorias iguales a través de la nación (Pietarinen, Pyhältö, & Soini, 2017). Durante la década

del 70, la conformación del sistema educativo nacional finlandés, tal como lo conocemos ahora y hasta 1985, era altamente centralizada a nivel nacional. En ese momento había un régimen de inspectores generales que visitaban las escuelas y controlaban la enseñanza, pero esa centralidad fue eliminada en pos de mayor autonomía de los municipios.

Cada década, un nuevo currículo básico nacional se diseña bajo la dirección de la Junta Nacional de Educación Finlandesa (FNBE). En contraste con otros países, Finlandia tiene un sistema abierto y colaborativo para diseñar el currículo. Un amplio rango de expertos de diferentes campos son invitados. Las discusiones incluyen autoridades educativas nacionales y locales, docentes universitarios, representantes de la industria, representantes gremiales de las municipalidades y de las y los docentes, asociaciones de padres y madres y representantes estudiantiles (Pietarinen, Pyhältö, & Soini, 2017).

El currículo funciona como un “Documento de guía pedagógica” (Vitikka, 2016). Explicita saberes, habilidades, diseño de los ambientes de aprendizaje y prácticas de enseñanza. Determina los criterios de evaluación, incluyendo las orientaciones que provienen de las más recientes investigaciones sobre la enseñanza. De esta manera, el currículo es una manera de distribuir información entre la comunidad educativa sobre las últimas perspectivas de enseñanza y aprendizaje. Se constituye así en una herramienta para desarrollar el pensamiento pedagógico de las y los docentes. También refleja el consenso de la comunidad sobre cómo debe estar organizado el contenido y qué dispositivos pedagógicos son necesarios.

Con este nivel de detalle, el currículo nacional es un documento normativo que enfatiza decisiones nacionales y achica el margen de decisiones para la implementación local. Con el tiempo se ha ido mejorando en la distribución de guías claras a nivel nacional, volviéndolo más preciso y detallado. Todos los aspectos centrales de la enseñanza, incluyendo los principios generales de los contenidos, han sido definidos explícitamente. Esto pondría en tensión el principio de autonomía y descentralización, pero Vitikka señala: “esto puede parecer que entra en conflicto con las libertades pedagógicas de los maestros, pero resulta lo contrario. En el mejor de los casos, el plan de estudios proporciona a los maestros y las comunidades escolares herramientas para construir y renovar las prácticas pedagógicas” (Vitikka, Krokfors, Hurmerinta, 2012).

Este diseño general del currículo es recuperado por los municipios, que elaboran sus propios currículos dentro del marco de nación para garantizar las necesidades locales. Las autoridades locales tienen mucha flexibilidad y libertad. La conceptualización y el diseño creativo de los currículos locales se deriva del proceso nacional que ya está aceitado. Las escuelas también son responsables por crear y llevar a cabo el nuevo currículo.

El diseño del currículo a nivel municipal consiste en un documento flexible y dinámico con participación de organizaciones de base, directivos, docentes, padres y agentes de la sociedad civil como clubes y grupos culturales.

*“Empoderar e implicar a los y las maestras en esta actividad y comprometerse en estas discusiones profundas se podría argumentar que es más importante que el documento final, porque el proceso de articulación compromete a las y los docentes y a todas las partes al curriculum local”* (Vitikka, 2016).

Basado en encuestas de PISA, las y los docentes de Finlandia se sienten genuinamente responsables del planeamiento, desarrollo y evaluación del currículo. Estas diferencias son sustanciales en comparación con otros países. Ofrecer a las y los docentes autonomía para el desarrollo curricular es posible, porque durante los últimos cuarenta años Finlandia ha invertido sustantivamente en la formación y condiciones de trabajo de sus docentes. Ahora, la experticia de las y los docentes es de alto nivel y les permite desarrollar opciones creativas y pedagógicamente relevantes.

## La evaluación de los aprendizajes

Se evalúa a través de test nacionales regularmente con propósitos formativos, para mejorar el currículo, la formación docente y la práctica de enseñanza. El énfasis de la evaluación son los objetivos del currículo. No se evalúa por estándares, y no hay un sistema de testeo universal como en otros países para controlar, premiar o castigar a agentes del sistema. La evaluación está a cargo de [FINEEC](#) (Finnish National Educational Evaluation Center). La evaluación se centra en muestreos, no en pruebas nacionales estandarizadas con la finalidad de “rankear” escuelas. Las pruebas pueden ser realizadas a petición de la Agencia Nacional de Educación o por iniciativa de un municipio.

Por otra parte, siete ciudades finlandesas trabajaron en el desarrollo de un conjunto de herramientas para monitorear el uso de la tecnología en el aula, con financiamiento de la Agencia Nacional Finlandesa para la Educación.

Se desarrollaron así tres instrumentos gratuitos en línea:

1. Opeka 16 para recopilar información de los maestros,
2. Oppika 17 para recopilar información de las y los estudiantes (cuatro encuestas para diferentes edades con preguntas basadas en las TIC objetivos del currículo básico nacional), y
3. Ropeka 18 para recopilar información de los directores.

Las herramientas brindan retroalimentación al encuestado y se utilizan para evaluar el desempeño de alumnos, el nivel de uso de los docentes y las necesidades de formación, así como para distintas investigaciones locales y nacionales. (Licht, Tasiopoulou, & Wastiau, 2017).



# La implementación de las CC

## En relación con la formación docente

Si bien se espera que todos los docentes puedan integrar las CC en proyectos interdisciplinarios, son los de Matemática y Manualidades quienes tienen que ofrecer los conceptos a partir de 1.º y de 3.º grado y hasta 9.º grado, respectivamente. La formación de docentes de Manualidad se ofrece en cuatro universidades y requiere título de Maestría al igual que el de maestro o maestra de grado. Los proyectos formativos que ofrecen estas universidades consisten en artesanías basadas en textiles, diseño, tecnología y trabajo técnico (Porko-Hudd, Pöllänen & Lindfors, 2018).

En 2014, el Ministerio de Educación y Cultura publicó una convocatoria para formación en servicio de profesores, incluyendo enseñanza y aprendizaje en entornos digitales. Este programa se ofrece, por ejemplo, por la Universidad de Turku en Finlandia, que incluye cursos generales sobre el tema, pero también cursos especializados sobre programación y cultura maker (Heintz, Mannila & Färnqvist, 2016).

Un estudio reciente, sin embargo, documenta las necesidades y demandas de las y los docentes finlandeses para implementar el currículo en programación y concluye que la formación todavía es insuficiente (Gulbahar, 2017). A medida que el currículo de enseñanza para la educación básica y secundaria ha ido desarrollándose, los planes de estudio de la formación docente han evolucionado en concordancia. Hay una conexión cercana entre la formación docente y el desarrollo curricular también en lo relativo a la digitalización. Por ejemplo, la Universidad de Helsinki ofrece cursos MOOC gratuitos, tanto para docentes como para ser implementados en el aula,<sup>9</sup> la Universidad de Laponia tiene un centro especializado en educación mediática ([Media Education Hub](https://www.mooc.fi/en/teachers)) y otras muchas iniciativas en colaboración con las escuelas de práctica docente y escuelas municipales. El foco de la formación docente para el nivel primario está puesto en pensamiento computacional y programación básica (comandos, ciclos, condicionales), algoritmos, abstracción, lógica, recursión, listas; en cambio, para docentes de secundaria, en: Lego Mindstorms Arduino Robbo, Python Racket y Scratch (Bocconi, 2018).

Asimismo, se ha desarrollado un sistema de tutorías para docentes. Los tutores tienen el rol de apoyar a los y las maestras en la actualización pedagógica y la digitalización de la enseñanza (Know y Schoroderus, 2017). Esta actividad tiene financiamiento nacional con 23 000 millones de euros. Con ese dinero se capacita a docentes tutores y se financia las tutorías para los años 2016 a 2018. Está pensado como un programa a término para apoyar el nuevo currículo. Los tutores se capacitan con programas de capacitación del gobierno o bien los municipios pueden ofrecer los propios o contratar a organizaciones

<sup>9</sup> <https://www.mooc.fi/en/teachers>

que brinden capacitación (una lista de las organizaciones está al final de este documento). Los municipios tienen esa autonomía. Los tutores trabajan en dos escuelas o más, cinco horas semanales en cada escuela. Si bien se observan variaciones en los trabajos de tutoría, según un informe de la agencia, en general el uso versátil de la tecnología y el conocimiento sobre el nuevo currículo son objetivos que han alcanzado todos los tutores. Asimismo, el 75 % de los tutores pudo acompañar a los docentes en ambientes de aprendizajes versátiles, aprendizaje de pares y modelo de cultura escolar participativa. También los tutores realizan tareas de guía y apoyo a los docentes, enseñanza en equipos y apoyo con contenidos digitales. No obstante, el informe destaca un cambio que va desde la mera tutoría en TIC a la tutoría en modelos pedagógicos, donde los contenidos digitales tienen un lugar preponderante. Los tutores generalmente fueron docentes que se postularon para el programa.

## En relación con el currículo

Si bien las Ciencias de la Computación no aparecían en el currículo oficial hasta bien entrado el milenio en las escuelas de Finlandia (Kavander, 2004), el currículo en Finlandia tenía para 2012 tres factores generadores que permitieron la inclusión de la tecnología digital de manera transversal: 1) gestión por objetivos a través de las bases curriculares; 2) autonomía de las autoridades municipales en la organización y provisión de la educación donde el currículo es la guía en los niveles locales, y 3) utilización de los docentes como expertos valorados que desarrollan currículos bottom up (Vitikka, 2016).

Finlandia encontró en el desarrollo del currículo una herramienta central para generar calidad e igualdad en su sistema educativo. El enfoque curricular finlandés combina la perspectiva alemana atribuida a Herbart que centra la organización del currículo en el contenido y la perspectiva Americana de Dewey que focaliza la organización del currículo en torno a las necesidades y experiencias de los estudiantes. Históricamente, en Finlandia ha sido más preponderante la función académica del currículo en tanto instrumento que sistematiza los saberes válidos para ser transmitidos en la escuela. Por ello, en el pasado el currículo estaba diseñado por especialistas en el contenido.

La comunidad educativa finlandesa advirtió que este tipo de currículo contribuía a la fragmentación de contenidos. Desde 1985 el foco, en cambio, está puesto en promover experiencias significativas de aprendizaje, más en la línea del pensamiento de Dewey. Pasar de un currículo basado en asignaturas a uno por competencias requiere cambios en todo el sistema educativo, particularmente en la formación docente.

En la última reforma, en 2014, que incluye la tecnología como transversal, se ha enfatizado el proceso de aprendizaje, la cultura colaborativa y el modelo comunal de estudios. Estos procesos también se transfieren al aprendizaje de las CC. Un aspecto central del currículo es cómo contribuir a los

aprendizajes significativos, con disfrute y emoción. Hay tres movimientos internacionales que atraviesan esta decisión:

- 1 El movimiento de las competencias del siglo 21: que enfatiza el pensamiento crítico y creativo. Las habilidades que marcan son cuatro: maneras de pensar, maneras de trabajar, herramientas de trabajo, modos de participación social.
- 2 El rol de las TIC en la educación: se la mira como una herramienta de la mente para expandir ambientes de aprendizaje y modos de trabajo. No se menciona la creación de tecnología. El énfasis está puesto en la comunicación, la posibilidad de acceso a la información para promover los aprendizajes. Se habla de “buscar y usar información”.
- 3 Nuevos ambientes de aprendizaje: que enfatiza los ambientes de aprendizaje abiertos. El aprendizaje sucede en diferentes lugares y contextos. Con énfasis en el juego y en el placer por el aprendizaje ([National Agency for Education](#)). Esto ha abierto la posibilidad a muchos sectores de trabajar en el diseño de materiales de aprendizaje, como veremos más adelante.

Las actividades que se promueven en las escuelas y en los centros de capacitación docente se basan en competencias, tecnologías como herramientas y nuevos ambientes de aprendizaje que se traducen en laboratorios o talleres de cultura maker.

El currículo tiene dos partes: 1) una sección general que describe los objetivos de la educación, 2) las secciones de cada disciplina que delinear cómo la enseñanza de esa materia contribuye a los objetivos generales.

Los modelos pedagógicos, estilos de enseñanza y métodos no están incluidos en el currículo nacional, pero existen guías sobre cómo desarrollar ambientes versátiles de aprendizaje. Las decisiones pedagógicas se dejan a las autoridades locales y los y las maestras. El currículo se organiza por objetivos de aprendizaje.

En este contexto, identificamos un objetivo marcado de incrementar la enseñanza de las CC para desarrollar en los niños y niñas habilidades analíticas a través de procesos que también desarrollan el pensamiento algorítmico como estrategia de resolución de problemas. Concretamente, las habilidades refieren al proceso de resolución de problemas que es la programación para poder realizar una tarea específica que requiere cómputo a través de un lenguaje de programación (Pöllänen & Pöllänen, 2019, p. 4). La lógica didáctica es primero enseñar estrategias de resolución de problemas computacionales a través de la programación y luego enseñar a escribir programas (coding). En palabras de una académica finlandesa:

*“Vemos al pensamiento computacional en tanto habilidades analíticas de una persona para formular y resolver problemas, para diseñar e implementar ideas y para abordar esos problemas. El proceso para diseñar y construir un programa para lograr una tarea específica es la programación, y esta implementación se concreta a través de la codificación” (Pöllänen & Pöllänen, 2019) .*

Para el currículo finlandés, lo más importante es el proceso de diseño a través de la programación para luego enseñar lenguajes textuales que permiten esa programación. Por ello se debe evitar las planificaciones de clases cerradas que describen paso por paso, a manera de recetas, modelos a seguir tales como programar un robot para que camine en una dirección deseada, focalizar en el uso del equipamiento del laboratorio, o ver las construcciones como una tarea rutinaria (ver Pöllänen & Urdziņa-Deruma, 2017). Liukas, una referente de las CC en Finlandia, sostiene que el objetivo es que las y los estudiantes comprendan qué puede hacer una computadora, qué puede hacer un humano y cómo eso es diferente. Comprender la computación es tener un modelo mental robusto de lo que hace una máquina de manera hipotética.

El currículo enuncia que todas las materias deben promover el desarrollo de competencias TIC. Estas competencias se dividen en cuatro áreas (Know y Shoroderus, 2017):

- 1 Principios y conceptos básicos de uso de las TIC.
- 2 Uso responsable, seguro y ergonómico de las TIC.
- 3 Uso de las TIC en bases de datos y proyectos creativos.
- 4 Uso de las TIC en comunicación y redes de trabajo.

Los términos utilizados en el plan de estudios son pensamiento algorítmico y computacional, programación y competencias TIC (incluyendo el uso responsable y seguro en la comunicación y redes). Para nuestro entrevistado esta transversalidad ha sido un problema porque no está claro quiénes deben enseñar qué contenidos. Está claro para él que las y los docentes de Matemática han tomado la responsabilidad del contenido algorítmico, pero se espera que las y los docentes de Lengua tomen el enfoque de la alfabetización y las y los de arte el de codificación creativa. Lo que sucede es que algunas escuelas lo hacen y otras no (conversación con un investigador finlandés).

La programación o codificación no se menciona como materia a enseñar pero sí como objetivo de aprendizaje. En los criterios de evaluación al finalizar el sexto año, se menciona como competencia adquirida: “que el alumno sea capaz de codear un programa que funcione en un entorno gráfico”. Linda Liukas, programadora y desarrolladora de Hello Ruby, sostiene que esta inclusión transversal resulta un desafío porque requiere que todos los educadores comprendan al menos los conceptos básicos. Y es posible, desde su punto de vista, porque los maestros tienen más autonomía que en otros países y no son evaluados constantemente con pruebas estandarizadas (Deruy, 2017).

A pesar de ser transversal, el currículo prescribe que las CC se introduzcan en dos asignaturas específicas: Matemáticas y Manualidades y Tecnología. Existen metas específicas para las competencias TIC para 1.º y 2.º grado, 3.º a 6.º grado y 7.º a 9.º grado.

### **Primer y segundo grado**

En el nivel primario, en la asignatura de Matemática, en primer y segundo grado aprenden comandos a partir de la construcción de programas simples usando plataformas visuales. En Matemática, el énfasis está en crear primero secuencias básicas de instrucciones, luego en escribir en código sus propios programas en entornos visuales de programación y, finalmente, en aplicar los principios de pensamiento algorítmico en programas simples. En los primeros grados el foco está en el pensamiento algorítmico y la resolución de problemas en el área de matemáticas.

### **Tercer, cuarto, quinto y sexto grado**

A partir de tercer grado, en la asignatura de Manualidades y Tecnología la programación se introduce para controlar objetivos físicos como robots, funciones basadas en la programación, como la robótica y la automatización (Kwon & Schroderus, 2017). Comienzan a aprender programación visual enfocando en cómo las decisiones humanas influyen en los resultados en la programación, y eventualmente desarrollan sus habilidades de codificación como parte de múltiples asignaturas escolares (Know y Shoroderus, 2017). También desarrollan habilidades en la construcción y programación de objetos físicos en el área de tecnología y manualidades.

### **Séptimo y noveno grado (equivalen a los cursos ofrecidos al grupo etario de 12 a 13 años)**

En los últimos años de la educación obligatoria (7.º a 9.º grado), las y 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. Aprenden a implementar sistemas embebidos o programación en diseño y fabricación de productos (Kwon & Schroderus, 2017). El currículo prescribe que para este nivel debe haber un cambio desde lenguajes visuales de programación a lenguajes textuales. Las razones de estos requisitos se deben al mayor nivel de complejidad de los temas estudiados y al desarrollo de habilidades digitales en función del campo laboral (Bocconi, Chiocciariello, & Earp, 2018).

No se mencionan contenidos de computación para los últimos años del secundario (Heintz, Manilla, y Farnqvist, 2016). Es decir, la formación en CC se ofrece hasta el séptimo año. La materia Manualidades no es obligatoria en la modalidad preparatoria del nivel secundario. En Finlandia, Manualidades es una asignatura única para todos los estudiantes de educación básica (FNBE, 2014). Como asignatura escolar tiene algunas similitudes con Diseño y Educación Tecnológica, o Educación

Tecnológica en otros países. Es obligatoria y tiene una carga de dos horas a la semana para primer grado a séptimo grado. A partir de allí es opcional. El enfoque es abierto, investigativo, experimental y holístico interdisciplinario. Se centra en el diseño, resolución de problemas, secuencia de órdenes, construcción de objetos físicos y evaluación continua (Pöllänen & Pöllänen, 2019). Según nuestro entrevistado, las manualidades tienen un estatus curricular más bajo que las matemáticas en el sistema finlandés. Es decir, que la computación se integra parcialmente a un espacio de bajo reconocimiento social dentro del currículo.

El sistema educativo tiene una tradición de inclusión de manualidades en su currículo desde 1866. En la década del 70, las mujeres recibían un currículo en manualidades textiles y los varones en manualidades técnicas, que incluyen carpintería y mecánica. Las manualidades finlandesas incluyen trabajo experimental humano y técnico con problemas y desafíos para crear soluciones útiles. El diseño requiere de creatividad, resolución de problemas, valores estéticos y desarrollo sostenible. Se considera a este proceso una práctica pedagógica innovadora. La tecnología requiere ambas, comprensión de cómo funcionan las cosas y un método, técnica y herramientas para diseñar, fabricar y manufacturar soluciones. Es esta la forma en que los finlandeses apoyan la alfabetización digital.

La cultura finlandesa valora particularmente las manualidades y está relacionado con el bienestar, la calidad de vida, la comprensión profunda de cómo funcionan las cosas, la posibilidad de expresarse artísticamente, la posibilidad de unir el pensamiento abstracto del arte con el pensamiento concreto de la actividad manual, la soberanía en la disposición de materiales para construir lo que se desea, la colaboración que permite mejorar las ideas, y la inventiva (Dufva, 2018; Porko-Hudd, Pollanen, y Lindford, 2018). No obstante, el mayor estatus disciplinar lo tienen las materias evaluadas por las pruebas PISA (conversación con investigador finlandés). Para introducir la programación, se enfatiza un enfoque expresivo o lo que Dufva ha denominado "creative coding", que son procesos de programación en donde la expresión, el mensaje, es más importante que la función.

Algunos lenguajes y plataformas de programación han sido creados desde esta perspectiva, tales como [processing.org](http://processing.org), [openframeworks.cc](http://openframeworks.cc), [arduino.cc](http://arduino.cc), [raspberrypi.org](http://raspberrypi.org). En estas plataformas es posible experimentar a través de la programación. Sumado a la cultura colaborativa del modelo finlandés, donde también se incluye la cultura del software colaborativo y libre. Así la programación se transforma en el uso creativo de tecnología para expresar y explorar (Dufva, 2018). Tal como mencionamos, en el secundario, Manualidades es optativa (Pöllänen, 2018). Es decir que en el secundario no todos los estudiantes podrían elegir esta materia. No hemos encontrado datos sobre cuántos la eligen.

El currículo prescribe el uso de múltiples materiales que incluyen trabajo técnico y textil. Si bien la materia tiene sus propios objetivos, está pensada para trabajar por proyectos interdisciplinarios. Las actividades de diseño en manualidades deben ser expresivas, investigativas, experimentales y

explicativas y requieren usar varios materiales y soluciones incluyendo las tecnológicas. Los estudiantes deben confeccionar productos tangibles a través de máquinas técnicas, dispositivos y materiales de la vida cotidiana. Este enfoque permite comprender y descubrir procesos y sistemas a partir del "hacer" con materiales concretos (Pöllänen & Pöllänen, 2019).

En la materia de Manualidades se espera que se enseñe en equipos que incluyen docentes formados en el área de textil y de técnica (Porko-Hud, 2018).

En un relevamiento de experiencias donde se usan las manualidades para enseñar programación, Pollanen documenta que diferentes investigadores vinculan algunas operaciones mentales de orden general de programación con manualidades, tales como la creatividad, estética, consideraciones éticas, diseño iterativo, planeamiento, debugging y reflexión, lo que Brennan y Resnik identificaron como una de las tres partes del pensamiento computacional que son las perspectivas computacionales. En contraste con las actividades mecánicas, el pensamiento computacional y las manualidades tienen en común el trabajo sistemático, de ejecución de pasos, de diseño, donde el hacer contribuye a desarrollar el pensamiento. También recuperan un estudio que enfatiza que la actitud de un programador es similar a la de un artesano, donde el producto (software) es un diseño con técnica. A partir de la interacción con los materiales, el programador o el artesano le da forma al producto.

Las experiencias relevadas documentan que la robótica y la automatización de tareas, los microcontroladores, modelado 3D, prototipado, aplicaciones, visualizaciones, etc., pueden contribuir a desarrollar contenidos de CC a través del uso de la tecnología en artes y construcciones. Se concluye que las manualidades pueden aportar a la enseñanza de conceptos de CC de manera auténtica usando tecnología y programación en la construcción de artesanías mucho antes de que los estudiantes aprendan a escribir código de programación.

El análisis de la experiencia finlandesa se apoya en sólidos trabajos de Europa del Norte y Estados Unidos (Ver Katterfeldt, E., Dittert, N., & Schelhowe, H. 2009 y Blikstein, P. 2013a y b ) que documentan los beneficios de enseñar conceptos de computación a través de las manualidades.

Desde esta perspectiva también el modelo educativo finlandés desestima la enseñanza de la computación centrada en “una” tecnología, lo que ellos llaman “a tool-centric technology based approach”. Centrarse en un dispositivo o plataforma para enseñar CC iría en contra de la comprensión del diseño multifacético y la disposición requerida para la construcción manual. En cambio, el diseño, la creación y la programación a través de las manualidades permite la creación de proyectos personales significativos. Esto se liga con la noción de sentido, placer, interés y expresividad que debe otorgar el aprendizaje.



Desde este marco, el código creativo es visto como un proceso para crear una comprensión tangible de la construcción digital. En ese caso, se argumenta que el código es el material básico para la creación de la tecnología digital y se equipara a los programadores con artesanos inmersos en un proceso creativo (Dufva, 2018). Esta idea de comprensión profunda del mundo digital a través de la creación se enmarca en un país que tiene una tradición de participación activa de su población en la creación y diseño tecnológico. Finlandia es la cuna del sistema operativo abierto y libre más usado del mundo, Linux, creado por el finlandés Linus Torvals. Es la cuna de Nokia y el 30 % de los productos de exportación son de tecnología digital. Para Dufva, el movimiento del software libre no es solamente político e ideológico, sino también cognitivo, porque se ocupa de la manera en que construimos el mundo digital y propone una construcción abierta, colaborativa, global, centrada en el bien común, creativa y que requiere de la profunda comprensión de cómo funcionan las cosas.

De esta manera, la inclusión de las CC en las escuelas tiene sus raíces en la filosofía social y democrática del país que se materializa con el uso del software abierto en las escuelas.

*“Todos están descubriendo las ciencias de la computación y todos los países se sienten atrasados. Cada país necesita tener su propia discusión. En Finlandia, estamos teniendo esa conversación en relación con las habilidades de código abierto, equidad, ciudadanía y democracia. Siempre se trata del contexto más que informática en el vacío”, Linda Liukas.*

Los fundamentos del gobierno de Finlandia para incluir pensamiento algorítmico y computacional, programación y competencias TIC se enmarcan en un interés más amplio por preparar a los ciudadanos para las economías futuras en las que la alfabetización digital será un requisito previo para el trabajo, fomentar la empleabilidad en el sector de las TIC, y fomentar las habilidades de resolución de problemas, especialmente para ayudar a resolver los problemas del país y del mundo (Hsu, Roote & Ching, 2019). No es, entonces, un enfoque meramente económico, sino de preparación de la ciudadanía con las competencias básicas para una sociedad digitalizada.

## **En relación con el financiamiento**

El financiamiento para introducir las CC proviene del presupuesto general del sistema educativo porque está pensado como una orientación dentro del sistema y no como un programa “extra” o que se suma al sistema. Las revisiones curriculares frecuentes del país, buscan reorientar el sistema cada decenio. El gobierno nacional financia el 60 % del sistema educativo, mientras que el resto depende de los municipios. El financiamiento es por estudiante y es superior a la media de los países de la OCDE. Finlandia invierte 14.000 dólares por estudiante mientras que la media es de 10 000. El total de Producto Bruto Interno que invierte Finlandia en educación es 5,7 %. Asimismo, se ofrecen subsidios extras a estudiantes inmigrantes, de familias que se encuentran bajo la línea de pobreza, de familias

monoparentales y de familias cuyos padres y madres estén desempleados o tengan bajos niveles de educación (Agencia Nacional de Educación).

Son los municipios quienes distribuyen este dinero extra discrecionalmente, generalmente el dinero se usa para contratar a personal educativo extra (docentes especiales, enfermeras, psicopedagogas, docentes bilingües) que puedan acompañar las trayectorias educativas de los niños y niñas ([National Center for Education and Economy, OCDE, 2019](#)).

El nuevo currículo depende de la Agencia Nacional Finlandesa para la Educación. Los municipios son vistos como proveedores de educación básica y también integran en sus funciones la provisión de formación continua para los docentes (mínimo tres días al año).

La Agencia Nacional Finlandesa para la Educación financia cursos de actualización profesional para docentes, algunos de los cuales incluyen programación. Existen iniciativas gubernamentales para ayudar a facilitar la adaptación a los cambios de la reforma educativa, como la inclusión de docentes tutores, que apoyan al resto en la digitalización de la enseñanza.

Como se ha mencionado más arriba, se trata de un tema transversal en el plan de estudios nacional y, en consecuencia, está presente en el trabajo de implementación del plan de varias formas. El costo total de la implementación es difícil de estimar por falta de información recopilada sobre los recursos locales del proveedor de educación (que en la mayoría de los casos son las municipalidades).

Sin embargo, han existido varias subvenciones especiales del gobierno para apoyar el proceso de implementación sobre las cuales hay datos. El volumen de los fondos otorgados —como subvenciones del gobierno— a proveedores de educación básica, más específicamente para el tema del aprendizaje digital, ha sido aproximadamente el siguiente:

- Desarrollo de entornos de aprendizaje y uso de las TIC en la enseñanza: 7,9 millones de euros durante los años 2015-2019.
- Financiación para proyectos piloto de educación y desarrollo: 8,2 millones de euros durante los años 2017-2018. Estos proyectos fueron parte de un programa puntero del gobierno y se realizaron para desarrollar entornos de aprendizaje y mejorar los materiales y la pedagogía relacionados a la digitalización.

Respecto de estos proyectos, nuestro entrevistado comenta que en muchos casos se proveyó el material (tales como impresoras 3D, kits de robótica, etc.) pero poca formación. Así, su apreciación es que muchos docentes no sabían cómo usar pedagógicamente el equipamiento ofrecido para la formación digital.

El programa de docentes tutores de aprendizaje digital:

- 33,8 millones de euros durante los años 2016–2019 (Agencia Nacional de Educación).

Otros actores privados contribuyen al proceso de inclusión de tecnología en las aulas con diferentes aportes. Existen distintas iniciativas para apoyar a docentes a aprender programación, entre las que se destaca [Koodiaapinen](#)<sup>10</sup>, que ofrece MOOC gratuitos sobre codificación traducidos al finés y ajustados al currículo de primaria, así como también un repositorio de contenidos bajo licencia Creative Commons, con publicaciones sobre teoría del pensamiento computacional, modelos pedagógicos y herramientas para uso en el aula y ejercicios en scratch, racket y python para distintos rangos etarios. Esta organización ha capacitado a mil docentes de acuerdo a sus propias estadísticas y es una iniciativa de docentes e investigadores finlandeses (Knows and Shorodeus, 2017).

[Innokas Network](#) es una red nacional para promover la robótica, la codificación y el uso de las TIC en educación, financiada por la Agencia Nacional de Educación de Finlandia y gestionada por docentes de la Facultad de Educación de la Universidad de Helsinki. Impulsa la aplicación de la reforma educativa, con un enfoque que combina la tradición finlandesa interdisciplinaria y la cultura maker. La red provee capacitación docente en codificación y robótica y eventos de educación en innovación a nivel nacional. El fuerte de esta red es la formación docente ofreciendo varios cursos que apuntan a la innovación pedagógica y la integración de las tecnologías. El modelo de innovación pedagógica tiene cuatro pilares: ambientes de aprendizaje, profesionalización docente, liderazgo y colaboración. Es decir, los cursos que ofrece Innokas no son solamente en programación o proyectos de tipo maker, sino que apuntan a una formación integral en un modelo pedagógico donde la cultura maker es un eslabón central ([Global Innokas](#)).

Por otra parte, la industria de IT brinda apoyo para integrar la codificación en las escuelas, auspiciando cursos, talleres y clubes de codificación gratuitos para alumnos (Kwon *et al.*, ob. cit.)

La compañía de telecomunicaciones [Elisa](#) organiza talleres docentes de un día para introducir la programación en las escuelas.

[Koodikoulu](#) es una organización que recibe apoyo de dos empresas de tecnología digital: Futurice y Reaktor, y de una red de clubes de programación llamada [Koodikerho](#). Esta organización es gestionada por empleados de estas empresas y ofrece tres productos: 1) materiales y orientaciones para un taller introductorio de programación; 2) materiales y orientaciones para llevar a cabo clubes de programación con reuniones de una vez a la semana en las escuelas, los cuales se espera que puedan ser coordinados por miembros de la comunidad: padres, maestros, empleados de sectores de tecnología; y 3) una serie importante de clases on line a través de juegos, y distintas actividades orientadas a diferentes grupos etarios. Todo esto disponible en su página web: <http://www.koodikoulu.fi/>.

---

<sup>10</sup> <https://koodiaapinen.fi/en/>

[Koodikerho](#) es un programa de clubes de programación en horario extraescolar pero que funciona en las escuelas. En el club los estudiantes mayores de 9 años y hasta los 14 años aprenden a programar juegos, robots, patrones, y a darle vida a personajes digitales. Los clubes se reúnen una vez a la semana y los coordinan docentes o miembros de la comunidad que se unen a esta red y reciben los materiales necesarios para coordinarlos. La organización provee materiales “listos para ser usados” y alineados con el currículo finlandés. Se financia con donaciones y su expansión abarca cuatro ciudades. Funcionan desde 2014. Actualmente tienen 6 clubes activos en 6 escuelas y 27 clubes que ya se ejecutaron.

[Code School Finland](#) se define como una compañía que provee cuatro servicios: capacitación docente, materiales didácticos, talleres para estudiantes y consultoría sobre pedagogía en las áreas de programación, pensamiento computacional, inteligencia artificial y robótica. El currículo que ofrece ha sido aprobado por la Agencia Nacional de Educación. La compañía fue fundada por empleados de NOKIA, empresa de tecnología digital finlandesa, que comenzaron a enseñarle computación a sus hijos y los amigos de sus hijos y luego se formaron en pedagogía. La empresa ofrece un currículo de 180 clases y 16 proyectos siguiendo el enfoque basado en proyectos. En línea con el currículo de la nación, la propuesta se ofrece con el enfoque de Proyectos, aprendizaje basado en Fenómenos, STEAM y CC.

Rail Girls es una organización que se basa en el proyecto [Hello Ruby](#). Ofrece libros, actividades y videos para que los niños y niñas puedan aprender conceptos centrales de las Ciencias de la Computación. Tienen un enfoque basado en lo expresivo alineado con la propuesta de manualidades. Es gratuito y su coordinadora es Linda Liukas. El libro Koodi2016 ofrece asistencia y nociones prácticas para las y los docentes.

[Mutku Makes Spaces](#), de la organización hundred.org, consiste en un laboratorio creativo construido dentro de la escuela diseñado para orientar a los niños y las niñas en el desarrollo de habilidades de creación y diseño.

El artista [Jukka Hautamaki](#) ofrece talleres para desarrollar obras de arte interactivas, principalmente para docentes. Ha ofrecido talleres sobre los siguientes temas: Diy cmos synths, programación y prototipado con Arduino, MaxMSP (sound/interactivity/Arduino), Puredata, luces y sonidos con Arduino. Circuitos, electrónica, electroacústica, electrónica vestible, scanners electromagnéticos, sensores, sistemas solares y de viento, motores, sistemas embebidos, entre otros.

[Alo Finland](#) es una organización que ofrece MOOC para docentes promoviendo la integración de la tecnología. De acuerdo con su página, los contenidos que ofrece el curso son: enseñanza en equipos, educación ambiental, aprendizaje multidisciplinario y basado en fenómenos, gamificación. Ambientes de enseñanza y aprendizaje innovadores, educación inicial.

Asimismo, tiene un programa de “Coding Ambassadors” (Embajadores de Programación), en donde los niños y niñas finlandeses, después de tres años de participar en sus proyectos, ofrecen clases de programación a otros niños y niñas, inclusive a escuelas de la India a través de videoconferencia.

## Los desafíos del modelo finlandés

El sindicato de trabajadores de la educación ha manifestado que el nuevo currículo presenta muchas innovaciones y que el gobierno ha reducido el financiamiento. En agosto de 2016, referentes del gremio manifestaron que solo uno de dos docentes había recibido capacitación para implementar el nuevo currículo y que las municipalidades no estaban ofreciendo la formación docente necesaria (Tiesalo, 2016). Nuestro entrevistado nos comenta que muchas empresas que venden dispositivos ofrecen talleres cortos sobre el uso de estos dispositivos. Como los talleres no ofrecen suficiente formación, los docentes muchas veces fracasan en sus clases, porque el código no compila o no funciona como era esperado, no pueden manejar la ansiedad y dejan de intentarlo. Como resultado, muchos dispositivos se encuentran apilados en los sótanos de las escuelas.

Asimismo, aunque con menos variación que en la mayoría de los países de la OCDE, Finlandia muestra diferencias en los test de PISA entre mujeres y varones y diferentes regiones donde las mujeres tienen mejores rendimientos que los varones en todas las áreas. Las mujeres de 15 años de Finlandia evaluadas en proyectos científicos de PISA salieron segundas en el ranking de todos los países de la OCDE, mientras que los varones están en el puesto 10. Sin embargo, las mujeres de Finlandia reportaron tener menos interés en continuar carreras relacionadas con la ciencia y la tecnología que el resto de los países. Mientras que los varones, que recibieron menos puntajes en los test, están cuatro veces más interesados que las mujeres. Nuestro entrevistado también nos comenta que la participación en clubes de robótica extraescolares está dominado por varones, por lo que se están haciendo esfuerzos por incluir a más mujeres.

Asimismo, se observan algunas diferencias regionales donde los estudiantes del oeste de Finlandia deberían estudiar un año más para tener los mismos resultados que los estudiantes de las grandes ciudades.

Respecto de esta situación, la decisión política ha sido reforzar la formación continua de los profesores, según expresó el ministro de Educación Sanni Grahn-Laasonen, al tiempo que manifestó que el deseo o no de aprender algo explica los resultados parcialmente, y que es necesario considerar qué cambios relacionados con la escuela y la sociedad han llevado a que los varones no estén interesados a seguir el formato escolar (Bjorksten, 2016).

Otro desafío importante ha sido la transversalidad. Para nuestro entrevistado la responsabilidad sobre quién debe enseñar el pensamiento algorítmico ha caído sobre los docentes de matemáticas puesto que no todos los docentes de manualidades se han dispuesto a cambiar sus contenidos y enseñar programación. Según nuestro informante, la mitad de los docentes de manualidades sostiene que estos contenidos están fuera de la órbita de formación disciplinar. Lo que ha terminado sucediendo según sus

observaciones es que el corpus conceptual de la disciplina lo desarrolla Matemática y Manualidades opera como un fondo (background) en donde desplegar estos conceptos. Como resultado, la enseñanza de la computación no está siendo tan creativa y basada en los sentidos sociales de la programación, sino que más centrada en los conceptos de algoritmos básicos. Para el entrevistado, en este enfoque se pierde la posibilidad de abordar la computación desde una perspectiva más amplia en donde se reflexione sobre el sentido social de las tecnología digitales. De ahí la imperiosa necesidad que ve de intensificar la formación docente.

## Reflexiones sobre el caso de Finlandia

A partir de la información sistematizada, identificamos que el proyecto finlandés busca principalmente democratizar los saberes sobre producción y resolución de problemas con tecnología digital. Con una impronta puesta en enfoques pedagógicos que recuperan el valor de la experiencia, la cultura maker y la cultura libre, se fomenta la participación computacional que consiste en reutilizar, remezclar, resolver problemas y construir (Kafai, 2016).

La reforma se caracterizó por la cuidadosa elaboración de un currículo orientador, un paquete de medidas destinadas a la actualización, formación y acompañamiento docente y un enfoque pedagógico claro y centrado en los conceptos fundamentales y en actividades de exploración, creación y construcción. Recupera y potencia en ese sentido una historia pedagógica del país en donde se valora el trabajo de diseño y la creatividad como también la distribución de los saberes para promover una educación igualitaria.

El currículo elaborado nacionalmente con alta participación de la comunidad educativa ampliada explicita con detalle los contenidos de CC y los objetivos de aprendizaje para cada uno de los años de la escolaridad obligatoria.

La inclusión de las CC en dos asignaturas específicas donde se han actualizado los contenidos: Matemática para primer y segundo grado y Tecnología para el resto de la escolaridad, ha permitido focalizar los esfuerzos de formación docente. Si bien se espera que todos los docentes puedan entender de qué se tratan las CC de manera que puedan trabajar en proyectos interdisciplinarios, la inversión principal del sistema está focalizada en los docentes de las áreas específicas: matemática y manualidades o tecnología. Esto dinamiza la gestión de capacitación porque baja la escala de docentes a formar. Dicho de otro modo, si se quisiera agregar la perspectiva histórica a todas las asignaturas, sería imposible actualizar a todos los docentes en profesores de historia. Es más eficiente para el sistema ofrecer una formación general sobre el sentido y la descripción de la perspectiva histórica y otra formación más profunda a los profesores de historia que tienen horas y formación inicial previa y pertinente para abordar el tema con sus estudiantes.



Al designar dos espacios curriculares específicos, con horas asignadas reglamentariamente, la política educativa ofrece orientación sobre cómo y cuándo ofrecer estos saberes. En contraste, cuando la propuesta es la transversalización de estos contenidos, son pocas las garantías de coherencia, profundidad y la transmisión de la estructura que permite comprender la disciplina.

Los convenios con las universidades permitieron desplegar de manera territorial la formación docente, recuperando la capacidad instalada de estas instituciones tanto en el saber disciplinar como en el pedagógico y en buenas prácticas de formación docente. Las universidades son las instituciones que forman a los docentes en Finlandia además de estar ligadas a la investigación, análisis de la práctica de enseñanza y de resultados de aprendizajes. Como observamos, la formación se centra en ambientes de aprendizaje, enfoques pedagógicos de aprendizaje basado en problemas y proyectos, y formación sólida en el contenido. La formación docente que prevé un programa de acompañamiento con tutores a términos fortaleció la puesta en marcha de la innovación curricular.

Finlandia apuesta al saber pedagógico y técnico para usar, comprender y crear tecnología de software y hardware libre. Bajo este paradigma, la inclusión de las CC se hace bajo una filosofía de acceso y democratización de saberes. El enfoque pedagógico resulta tan importante cómo la selección de contenidos. En el campo educativo, la forma es contenido en sí mismo, nos dice Merieu. Esto significa que enseñamos también a explorar, a hacernos preguntas, a ensayar, a crear, a remezclar, a resolver problemas, además de transmitir los conceptos que permiten todas esas acciones. Por eso la claridad en el enfoque es de suma relevancia para democratizar los saberes y los modos de comprender y producir con CC. La prescripción, formación y diseño de las clases están orientadas al trabajo por proyectos, problemas y fenómenos casi exclusivamente con una impronta para la creación, la experimentación, la expresividad y el placer por el aprendizaje.

Advertimos también algunos desafíos de la inclusión de las CC en Finlandia. Hubiera sido valioso encontrar evaluaciones o indicadores de cómo se está llevando a la práctica este proceso. Hay algunas observaciones, como la de Horrocks (2018), entre otros, pero falta mayor sistematicidad.

A pesar de los esfuerzos en la formación de los docentes, los gremios todavía reclaman mayor capacitación docente. Se observa también una clara vacancia en el nivel no obligatorio que va de los 15 a 18 años. Cabe la pregunta de cómo se continúa esta inversión de formar el pensamiento digital y computacional en la preparatoria y en las escuelas vocacionales. No hemos encontrado documentación de este proceso. Existe una nueva reforma en las escuelas vocacionales que permite articular la formación con lugares de trabajo haciendo trayectorias formativas individualizadas. Nos preguntamos cómo se traduce esta formación en el campo de la informática. No hemos encontrado apuntes sobre este tema. Estos datos permiten abonar la hipótesis de que las CC son vistas en Finlandia necesarias para la formación general y no solamente para preparación para el trabajo o el ingreso a la universidad.

## Bibliografía

### Informes de la Agencia Nacional de Educación

Tutor teachers Activities in basic education in Finland. (2018).

[https://www.oph.fi/sites/default/files/documents/195451\\_oph\\_faktaa\\_express\\_3c\\_2018\\_englanti\\_si\\_vut.pdf](https://www.oph.fi/sites/default/files/documents/195451_oph_faktaa_express_3c_2018_englanti_si_vut.pdf)

Funding in pre-primary and basic education supports equity and equality

[https://www.oph.fi/sites/default/files/documents/funding-pre-primary-and-basic-education-2020\\_0.pdf](https://www.oph.fi/sites/default/files/documents/funding-pre-primary-and-basic-education-2020_0.pdf)

Finish Vet in Fact and Figures [https://www.oph.fi/sites/default/files/documents/vet\\_facts\\_figures.pdf](https://www.oph.fi/sites/default/files/documents/vet_facts_figures.pdf)

### Otra bibliografía

Blikstein, P. (2013a). “Digital fabrication and ‘making’ in education: The democratization of invention”. *FabLabs: Of machines, makers and inventors*, 4(1), 1–21.

Blikstein, P., & Krannich, D. (2013 b, June). “The makers' movement and FabLabs in education: experiences, technologies, and research”. En *Proceedings of the 12th International Conference on Interaction Design and Children* (pp. 613–616).

Bocconi, S., Chiocciariello, A. & Earp, J. (2018). *The Nordic approach to introducing computational thinking and programming in compulsory education*. Informe preparado por theNordic@BETT2018 Steering Group. Recuperado el 22/01/2020 en: <https://doi.org/10.17471/54007>.

Bjorksten, (2016). “New Pisa results: Finnish girls are the second best in the world, although they don't even have fun”. UUTISET. <https://yle.fi/uutiset/3-9336636>

Deruy, Emily (2017). “In Finland, Kids Learn Computer Science Without Computers”. Recuperado el 22/01/2020 en:

<https://www.theatlantic.com/education/archive/2017/02/teaching-computer-science-without-computers/517548/>

Driskell, N. (2014). “Global perspectives: How the top performing countries prepare primary teachers”. National Center on Education and the Economy. Noviembre, 24. en:

<https://ncee.org/quick-read/global-perspectives-how-the-top-performing-countries-prepare-primary-teachers/>

- Dufva, T. (2018). "Creative Coding at the arts and crafts school Robotti (Käsityökoulu Robotti)". En *Conference on Digital Humanities in the Nordic Countries*. <http://ceur-ws.org/Vol-2084/short1.pdf>
- FINEEC. Evaluating the State of the Finish Education System. Finish Education Evaluation Center (2019) [https://karvi.fi/app/uploads/2019/10/KARVI\\_T1419.pdf](https://karvi.fi/app/uploads/2019/10/KARVI_T1419.pdf)
- FNBE. Finnish National Board of Education. (2016). *National core curriculum for basic education 2014*.
- Global Innokas Blog. <https://globalinnokas.com/innovative-school/>
- Gülbahar, Y., & Kalelioğlu, F. (2017, November). "Competencies of High School Teachers and Training Needs for Computer Science Education". En *Proceedings of the 6th Computer Science Education Research Conference* (pp. 26-31).
- Heintz, F., Mannila, L., & Färnqvist, T. (2016, October). "A review of models for introducing computational thinking, computer science and computing in K-12 education". En *2016 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)* (pp. 1-9). IEEE. Recuperado el 22/01/2020 en: <https://www.ida.liu.se/divisions/aics/publications/FIE-2016-Review-Models-Introducing.pdf>
- Horrocks, Sarah (2018). "'Everyone is figuring out computer science': Finland's take on computational thinking in schools". London Connecting Learning Center. <https://londonclc.org.uk/2019/06/06/everyone-is-figuring-out-computer-science-finlands-take-on-computational-thinking-in-schools/>
- Hsu, Yu-Chang; Roote Irie, Natalie & Ching, Yu-Hui (2019). "Computational Thinking Educational Policy Initiatives (CTEPI) Across the Globe". Recuperado el 22/01/2020 en: <https://doi.org/10.1007/s11528-019-00384-4>
- Kavander, T., & Salakoski, T. (2004). "Where Have All the Flowers Gone?-Computer Science Education in General Upper Secondary Schools". *Kolin Kolistelut-Koli Calling 2004* (p. 112).
- Kafai, Y. B. (2016). "From computational thinking to computational participation in K-12 education". *Communications of the ACM*, 59(8), 26-27.
- Kwon, S., & Schroderus, K. (2017). "Coding in schools: Comparing integration of programming into basic education curricula of Finland and South Korea". Finnish Society on Media Education. Recuperado el 22/01/2020 en: <http://mediakasvatus.fi/wpcontent/uploads/2018/06/Coding-in-schools-FINAL-2.pdf>
- Katterfeldt, E. S., Dittert, N., & Schelhowe, H. (2009, June). "EduWear: smart textiles as ways of relating computing technology to everyday life". En *Proceedings of the 8th International Conference on Interaction Design and Children* (pp. 9-17).

- Lavonen (2019). "The Finnish education system cannot be copied, but parts of it can be exported". University of Helsinki. Prensa  
<https://www.helsinki.fi/en/news/teaching-studying-at-the-university/jari-lavonen-the-finnish-education-system-cannot-be-copied-but-parts-of-it-can-be-exported>
- Lavonen, J, Henning, E; Petersen, N; Loukomies, A. & Myllyviita, A. (2018). "A comparison of student teacher learning from practice in university-affiliated schools in Helsinki and Johannesburg", *European Journal of Teacher Education*, DOI: 10.1080/02619768.2018.1541083
- Licht, A.H, Tasiopoulou, E., Wastiau, P. (2017). *Open Book of Educational Innovation*. European Schoolnet, Brussels. Recuperado el 22/01/2020 en:  
<https://www.schooleducationgateway.eu/en/pub/resources/publications/open-book-of-educational-innov.htm>
- Lonka (2018). "Education lifted Finland out of poverty, but we need to keep developing to remain at the cutting edge". University of Helsinki. Prensa.  
[https://www.helsinki.fi/en/news/education-news/kirsti-lonka-education-lifted-finland-out-of-poverty-but-we-need-to-keep-developing-to-remain-at-the-cutting-edge?gclid=Cj0KCQjwybD0BRDyARIsACyS8mv9at5\\_yItSSoZyE2wun95XqS7n307zxEzkd1HEKHHJyb\\_UDEU27caAsJ-EALw\\_wcB](https://www.helsinki.fi/en/news/education-news/kirsti-lonka-education-lifted-finland-out-of-poverty-but-we-need-to-keep-developing-to-remain-at-the-cutting-edge?gclid=Cj0KCQjwybD0BRDyARIsACyS8mv9at5_yItSSoZyE2wun95XqS7n307zxEzkd1HEKHHJyb_UDEU27caAsJ-EALw_wcB)
- National Center for Educational Economy (2018). "Comparative Data for top performing countries". Disponible en: <https://ncee.org/cieb-2/comparative-data-for-top-performing-countries/>
- Niemi, H. (2013). "The Finnish teacher education. Teachers for equity and professional autonomy". *Revista Española de Educación Comparada*, 22, 117-138.  
<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.850.6797&rep=rep1&type=pdf>
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (2019). *Estadísticas de Educación*. Disponible en <https://www.oecd.org/espanol/estadisticas/>
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (2019). *Education at a Glance Database*, Disponible en [https://www.oecd.org/education/education-at-a-glance/EAG2019\\_CN\\_FIN.pdf](https://www.oecd.org/education/education-at-a-glance/EAG2019_CN_FIN.pdf)
- Pietarinen, J., Pyhältö, K., & Soini, T. (2017). "Large-scale curriculum reform in Finland—exploring the interrelation between implementation strategy, the function of the reform, and curriculum coherence". *The Curriculum Journal*, 28(1), 22-40. Disponible en  
[https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1080/09585176.2016.1179205?casa\\_token=8GWqBKz3InQAAA:nyfCAduT9UXsOMQLlBorwCUP8NNEqWyhUfERYOH\\_WnMxo1wBPBi-KuHA4A\\_pyrioJTKBELH2jSoRQy78](https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1080/09585176.2016.1179205?casa_token=8GWqBKz3InQAAA:nyfCAduT9UXsOMQLlBorwCUP8NNEqWyhUfERYOH_WnMxo1wBPBi-KuHA4A_pyrioJTKBELH2jSoRQy78)

Porko-Hudd, M., Pöllänen, S., & Lindfors, E. (2018). "Common and holistic crafts education in Finland". *Techne serien-Forskning i Slöjdpedagogik och Slöjdvetskap*, 2018, vol. 25, no 3, p. 26-38.

Pöllänen, S., & Urdziņa-Deruma, M. (2017). "Future-oriented reform of craft education". En *Reforming Teaching and Teacher Education* (pp. 117-144). Brill.

Pöllänen, Sinikka; Pöllänen, Kari (2019). "Beyond Programming and Crafts: Towards Computational Thinking in Basic Education". *Design and Technology Education*, v24 n1 2019. Recuperado el 22/01/2020 en: <https://eric.ed.gov/?id=EJ1211980>

Rinne, R., & Järvinen, T. (2010). "The 'losers' in education, work and life chances-the case of Finland". *Zeitschrift für Pädagogik*, 56(4), 512-530.

Tiesalo, P (2016) OAJ: "In-service teacher training with reterpa" - primary school reform requires a lot from staff. Uutiset. <https://yle.fi/uutiset/3-9072070>

Toikkanen, Tarmo (2015). "Coding in school: Finland takes lead in Europe". Learning Environments research group. Recuperado el 22/01/2020 en: <https://legroup.aalto.fi/2015/11/coding-in-school-finland-takes-lead-in-europe/>

Vitikka, E., Krokfors, L., & Hurmerinta, E. (2012). "The Finnish national core curriculum: structure and development". Teoksessa Niemi, H., A. Toom & A. Kallioniemi (toim.): *Miracle of Education. The Principles and Practices of Teaching and Learning in Finnish Schools* (pp. 83-96).

Vitikka, E., Krokfors, L., & Rikabi, L. (2016). "The Finnish national core curriculum: Design and development". En *Miracle of education* (pp. 83-90). Brill.

Vahtivuori-Hanninen, Sanna & Halinen, Irmeli & Niemi, Hannele & Lavonen, Jari & Lipponen, Lasse. (2014). "A New Finnish National Core Curriculum for Basic Education (2014) and Technology as an Integrated Tool for Learning". 10.1007/978-94-6209-749-0\_2.

## 5. Ciencias de la Computación en el Reino Unido

### Introducción

A comienzos de los años 80, Informática era una asignatura muy extendida entre las escuelas del Reino Unido. La BBC (British Broadcasting Corporation) había desarrollado una computadora doméstica cuyo uso era muy popular, llamada “BBC Micro”. Su utilización en las escuelas estuvo acompañada de un programa de estudios que incluía habilidades de programación y una variedad de temas complementarios como hardware, software, lógica booleana y representación de números binarios (Moller y Crick, 2018).

En la década de 1990, la aparición de software preinstalado y específicamente de programas de oficina, como procesadores de texto y planillas de cálculo, implicó un cambio de paradigma en el uso de esas primeras computadoras domésticas. Ya no era necesario programarlas para poder utilizarlas y, por ende, las clases de Informática dejaron atrás las lógicas de la programación para centrarse en el software de oficina básico y habilidades vinculadas al uso de esos nuevos programas que venían instalados. La computadora como una herramienta creativa dejó paso a un uso más utilitario. En 1997, se realizaron dos consultas nacionales con el fin de indagar en este cambio de paradigma. Ya en ese entonces, los informes arribaron a la conclusión de que: “la Informática en las escuelas del Reino Unido se encontraba en un estado primitivo y necesitaba atención e importantes inversiones” (Moller y Crick, 2018). A partir de esos estudios, se reformaron los programas escolares y se incorporó la asignatura ICT, Information and Communication Technology (Tecnología de la Información y las Comunicaciones -TIC-).

Las TIC lograron penetrar el currículo de la escuela primaria y secundaria en un lapso no mayor a cinco años. El foco estuvo puesto en el desarrollo de las habilidades y en la alfabetización digital en un intento de dar respuesta a la creciente necesidad de competencias digitales para una sociedad en constante transformación. Asimismo, creció el énfasis puesto en la tecnología educativa, entendida como el uso de programas informáticos para apoyar el aprendizaje de otras disciplinas diferentes a la computación. No obstante, a pesar de la existencia de políticas para incentivar el uso de TIC y su financiamiento por parte del Estado, varios informes a lo largo de la década identificaron problemas con la implementación de la política gubernamental sobre la reforma educativa de las TIC (Opie y Katsu, 2000; Ofsted, 2004, 2013; Loveless, 2005). Los principales problemas que describen estos informes estuvieron vinculados a la formación de las y los docentes, no solo en cuanto al conocimiento disciplinar, sino en relación a nociones pedagógicas para poner este conocimiento en valor en el contexto del aula.

En el año 2012, la Royal Society (la sociedad científica más antigua del Reino Unido y una de las

más antiguas de Europa) publicó un informe acerca del estado de la enseñanza de tecnología en las escuelas del país que resultaría fundacional. El reporte, llamado “¿Apagar o reiniciar? El camino a seguir para la Informática en las escuelas del Reino Unido”<sup>11</sup>, realiza un diagnóstico acerca de la enseñanza de Computación durante la escolaridad formal. En ese informe, se detallan los problemas relacionados con la capacitación de los docentes. Dos tercios de los docentes de la asignatura TIC no tenían ninguna formación específica en el tema. Esto redundaba en que las experiencias de aprendizaje de las TIC que se ofrecían no abordaban procesos TIC relevantes, actualizados y centrales a la informática. En consecuencia, el informe analiza que las percepciones que las y los estudiantes se formaban sobre estos contenidos contribuían a una visión de la disciplina como mecánica, repetitiva y no como creativa. A partir de analizar esta situación, el informe determinó que las experiencias que ofrecía la escuela no abordaban aspectos centrales de los procesos digitales que permitieran a las y los estudiantes desarrollar un pensamiento cercano sobre de qué se trataba la disciplina.

A comienzos del nuevo milenio, no solo se dio una caída marcada de las inscripciones en carreras de nivel universitario de Ciencias de la Computación, sino que buena parte de los estudiantes que sí se inscribieron en tales carreras las abandonaron durante el primer año de cursada. Parte del abandono se debía a que las y los estudiantes no habían tenido contacto previo con la lógica de la disciplina ni con muchos de los contenidos y les resultaba difícil aprender esos conceptos sin saberes previos. En esta misma línea, vale mencionar que tanto el informe de la Royal Society, como otro realizado por la Fundación Nesta en 2011, señalaron que la materia ICT tenía una reputación muy baja entre estudiantes, padres y madres y la industria. La percepción generalizada indicaba que esta asignatura era aburrida, poco desafiante y, por ende, tenía menos valor que otras disciplinas STEM que sí eran vistas como importantes y de un valor estratégico. Todos estos informes indicaban que las TIC gozaban de bajo estatus dentro de las jerarquías que se construyen en torno al currículo escolar.

Nuestro entrevistado —que ha sido parte del grupo de docentes y académicos más importante en la promoción de la enseñanza de la computación en la escuela— explicó que estos informes fueron tenidos en cuenta mientras se revisaban las bases curriculares de tecnología. Durante la entrevista expresó:

*“(los informes) movieron la balanza (hacia la inclusión de la computación) y habilitaron al gobierno —que en ese momento estaba llevando a cabo una revisión curricular— a pensar: ‘si, quizás ahora es un buen momento para cambiar las bases curriculares e incluir computación en los planes de estudio’. Una de las cosas que preocupaban era quién iba a enseñarla”. (Referente de CAS)*

En este contexto, el desarrollo e implementación de una nueva materia de Computación en

---

<sup>11</sup> <https://royalsociety.org/topics-policy/projects/computing-in-schools/report/>



Inglaterra a partir de septiembre de 2014 abrió la posibilidad de un cambio significativo, pero contempló muy poco tiempo para que las y los maestros existentes pudieran formarse para liderar la implementación de este nuevo plan de estudios en el aula. La organización de base Computing At School (CAS) —formada en 2008 para apoyar al docente y poner en agenda los desafíos vinculados a la disminución del interés por la Computación en las escuelas del Reino Unido— desempeñó un papel central en este proceso de reforma curricular en Inglaterra (Brown *et al.*, 2013, 2014). El modelo de implementación que lideró esta organización será abordado en un apartado específico.

En noviembre de 2017, la Royal Society publicó un segundo informe: “Después del reinicio: la educación en Computación en las escuelas”, que realizó un seguimiento de su informe anterior, catalizador del proceso de reforma curricular en Inglaterra. Este segundo informe relevó los desafíos persistentes, destacando la escala de financiación y los cambios en las políticas y prácticas necesarias para hacer de la reforma una realidad. Nuevamente, el acento estuvo puesto en la necesidad de reclutar más docentes y en la necesidad de formar a aquellos en servicio. Asimismo, el informe hace hincapié en la importancia de no descuidar el enfoque pedagógico.

## Sobre el sistema educativo en Inglaterra

Inglaterra tiene un sistema amplio y diverso que incluye 24 323 escuelas, de las cuales 16 769 son primarias y 3448 secundarias. El resto se divide entre jardines maternos, escuelas especiales y escuelas independientes (que no están reguladas por autoridades locales). La cantidad de alumnos es de 8 819 765 y hay 425 200 docentes, de los cuales 392 000 trabajan en el nivel primario y 32 200 en el nivel secundario.<sup>12</sup>

El gasto público en educación consiste en un gasto corriente y de capital que incluye el gasto del gobierno en instituciones educativas (tanto públicas como privadas), administración educativa, así como subsidios para entidades privadas (estudiantes/hogares y otras instituciones privadas). El gasto total (gobierno central y autoridades locales) en educación en 2017-2018 fue de 86.9 mil millones de libras, un 4,2 % del PBI.

La distribución de fondos del gobierno a través de las fases de la educación se ha mantenido ampliamente similar en los últimos cinco años. La proporción del gasto público total en educación primaria fue del 31,2 %, en educación secundaria 47,9 % y en educación terciaria del 7.3 %.

El sistema está altamente centralizado respecto del financiamiento y los cargos docentes, pero muy descentralizado respecto de su supervisión (Bush, 2016). Cada escuela tiene consejos de gobierno

<sup>12</sup> <https://www.besa.org.uk/key-uk-education-statistics/>

que incluyen docentes, directores y padres en donde se discuten las regulaciones internas de las escuelas. Asimismo, desde fines de los 80 se han incorporado algunas reglas del mercado para el tratamiento del sistema educativo. Así, las escuelas son evaluadas con diferentes “tests” y es sobre la base de estos resultados que se conforman jerarquías de buenas y malas escuelas. Las familias eligen sobre estos datos las escuelas para sus hijos e hijas. Este ecosistema contribuye a generar un sistema altamente fragmentado (Bush, 2016).

Respecto del currículo, se prescribe nacionalmente qué enseñar, tanto en las materias, la profundidad de cada contenido y los objetivos de aprendizaje. El monitoreo del currículo se hace a través de inspectores nacionales.

## La reforma curricular

En esta sección describimos brevemente el contexto que permitió la reforma del currículo para incluir las Ciencias de la Computación. Luego enunciamos las definiciones conceptuales que permitieron sostener la reforma.

Nuestro entrevistado —referente y fundador de las CAS— menciona que entre 2008 y 2009 un grupo pequeño de profesores universitarios de computación comenzó a reunirse en lo que él denomina “un colectivo de voluntarios” sin denominación oficial ni organización formal pero preocupados por la enseñanza de la computación. En particular, explicaba que la principal inquietud del grupo era observar que sus estudiantes en la universidad no habían recibido ningún tipo de formación en computación equivalente a la formación general que se recibe en música, artes o matemática. En sus palabras nos decía:

*“Cuando entrás a la universidad a estudiar música, por ejemplo, tenés una comprensión de la historia de la música, los estilos, las formas, toda esa clase de cosas y claramente cuando comienzas un título en música recordás qué es una armonía, los cuatro tipos de instrumento. Pero en mi carrera docente, era raro ver que los estudiantes no habían estudiado nada de computación hasta entrar a la universidad. Y entonces había que enseñarlo todo... Venían a esta carrera completamente frescos con expectativas naif y descubrían que aquello que pensaban no existe o que es completamente tonto”.*

A partir de estas experiencias las y los docentes comienzan a cuestionarse y a hablar entre ellos y con grupos de la industria sobre:

*“por qué no estamos enseñando computación, las bases del mundo digital sobre el que está construida toda la tecnología digital del momento, y en cambio estamos focalizando en permitir a los estudiantes usar productos digitales sin darles los fundamentos de por qué funcionan y la manera en que funcionan. ... Entonces*

*qué deberíamos hacer con las clases de informática para que nuestros niños y niñas a la edad de 7 u 8 años puedan comenzar a comprender cómo funciona el mundo computacional y desarrollar modelos computacionales”.*

Según el relato del entrevistado, este grupo comienza a crecer estratégicamente, es decir, los profesores universitarios buscan apoyos de profesores de renombre, gerentes de compañías internacionales tales como Microsoft y Google, investigadores reconocidos y docentes del sistema. Estas reuniones duraron dieciocho meses hasta que el grupo CAS (Computing At the School) fue oficialmente conformado.

El objetivo del grupo era claro: construir la jerarquía de las Ciencias de la Computación del mismo modo en que está socialmente construida la jerarquía de las disciplinas tradicionales del sistema educativo tales como geografía o música. Para ello un primer paso fue desarrollar una definición de las Ciencias de la Computación. El otro objetivo era poder generar una comunidad de docentes de computación del mismo modo en que en las escuelas están los departamentos de áreas de conocimiento tales como el departamento de matemáticas o sociales. El grupo quería favorecer una reforma “bottom up”, ( de abajo hacia arriba), desde las clases, compartiendo recursos, generando una agenda, etc. *“queríamos favorecer el encuentro de los docentes y que se sumaran a las CAS, queríamos un modelo bottom-up”* (Entrevista con referente de la CAS).

Luego, este grupo conforma una alianza con la British Computer Society (Sociedad Británica de Computación). Esta sociedad ayuda a formalizar más aún el grupo y le otorga un estatus profesional y legitimidad. Con este estatus la alianza comienza a recibir fondos de las industrias de software para su causa. Esto le permitió ir al Departamento de Educación del gobierno como una sociedad reconocida en vez de un grupo de docentes. Para el entrevistado, fue estratégico tener personas de renombre porque el Ministerio de Educación no hubiera escuchado con atención a un grupo de docentes, pero sí puede recepcionar de mejor manera a un grupo que cuenta con representantes reconocidos en los ámbitos académicos y de la industria. Según el relato, tener el apoyo de organizaciones con trayectoria fue “crucial” para iniciar la reforma.

A los esfuerzos de este grupo se suman los informes antes mencionados. A partir de los informes y con el reclamo de la Alianza que incluía la CAS, el Ministerio de Educación dictaminó que en 2012 el currículo de las TIC no estaría más en vigencia, otorgándole total libertad a las escuelas de incluir otros contenidos de tecnología que permitirían transicionar hacia un currículo de Ciencias de la Computación.

Luego, la reforma curricular introdujo la materia "Computación" (Computing). “Computación” es un término que se usa actualmente para describir un espacio curricular que incluye alfabetización digital, tecnología informática y Ciencias de la Computación. Porque sabemos que muchos países están discutiendo en estos momentos cuáles son los criterios que permitirían incluir a la computación como

obligatoria, a continuación se describirán las definiciones de los términos que han permitido fundamentar por qué Inglaterra le atribuye a Computing un espacio curricular propio y qué alcance tienen los diferentes contenidos que componen la nueva materia.<sup>13</sup>

## Ciencias de la Computación

De acuerdo al informe de la Royal Society, las Ciencias de la Computación deben interpretarse como una disciplina rigurosa del conocimiento científico, de la misma manera que Matemática o Física. Esta disciplina cubre principios tales como algoritmos, estructuras de datos, programación, arquitectura de sistemas, diseño, resolución de problemas, etc.

Computing at School identifica una serie de elementos que le dan a una disciplina el estatus necesario para ser considerada una materia escolar. La disciplina tiene:

- Un cuerpo de conocimiento, incluyendo ideas y conceptos ampliamente aplicables, y un marco teórico en el que encajan estas ideas y conceptos.
- Un conjunto riguroso de técnicas y métodos que puede aplicarse en la solución de problemas y en el avance del conocimiento.
- Una forma de pensar y trabajar que proporciona una perspectiva del mundo que es distinta de otras disciplinas.
- Un conjunto estable de conceptos, aunque el tema avanza, los conceptos y procesos subyacentes continúan siendo relevantes y esclarecedores.
- Una existencia que es independiente de las tecnologías específicas, especialmente aquellas que tienen una vida corta.

Por todas estas características, la Royal Society considera que la Computación es una disciplina en sí misma y se decide en el país incluirla como espacio curricular propio. De esta manera, la materia abarca principios fundacionales (como la teoría de la computación) e ideas y conceptos ampliamente aplicables (como el uso de modelos relacionales para capturar estructuras de datos). Asimismo, incorpora técnicas y métodos para resolver problemas y avanzar en el conocimiento (como la abstracción y el razonamiento lógico), y una forma distinta y particular de pensar los problemas (pensamiento computacional) y trabajar, que la distingue de otras disciplinas. Tiene longevidad (la mayoría de las ideas y conceptos son aplicables hoy), y cada principio central puede ser enseñado o ilustrado sin depender del uso de una tecnología específica.

Las áreas centrales de esta disciplina que se incluyen en el currículo de Inglaterra son:

---

<sup>13</sup> Las definiciones aquí contenidas fueron recuperadas del informe “*Shut down or restart*”:  
<https://royalsociety.org/topics-policy/projects/computing-in-schools/report/>

- **Programación:** Los programas incluyen una serie de algoritmos que permiten dar órdenes a una computadora de manera precisa. Cada programa está escrito en algún lenguaje de programación, cada uno con diferentes fortalezas. Los buenos lenguajes encarnan muchos mecanismos de abstracción que permiten que una pieza de código, una vez escrita, pueda reutilizarse repetidamente. Esta abstracción es la clave para controlar la enorme complejidad de programas reales (por ejemplo, un navegador web), que consiste en docenas de capas de tales abstracciones.
- **Algoritmos:** estos son procedimientos reutilizables (a menudo una secuencia de pasos) para hacer algo. Por ejemplo, planificar la ruta de entrega más corta para un camión, dadas las paradas requeridas en la ruta.
- **Estructuras de datos:** formas de organizar los datos de manera que un programa pueda operar rápidamente en él. Por ejemplo, hay muchas formas diferentes de representar números (complemento de dos, punto flotante, precisión arbitraria, etc.) con diferentes ventajas y desventajas.
- **Arquitectura:** este es el término utilizado para describir la estructura a gran escala de los sistemas informáticos. En la base hay hardware físico real. En la parte superior de esa base hay capas de máquinas virtuales. Los compiladores traducen desde un lenguaje de programación de alto nivel al binario de bajo nivel que ejecuta el hardware o las máquinas virtuales. Los sistemas operativos gestionan los recursos de la máquina.
- **Comunicación:** casi todos los sistemas informáticos consisten en una red de subcomputadoras donde cada una ejecuta uno o más programas y se comunica con las demás enviando mensajes o modificando la memoria compartida. Internet es un ejemplo a gran escala de una red de tales características.

Junto a estos conceptos hay un conjunto de métodos y formas de pensar propios de las Ciencias de la Computación que incluyen:

- **Modelización:** representa aspectos elegidos de una situación del mundo real en una computadora.
- **Descomposición:** de problemas en subproblemas, y datos en sus componentes internos.
- **Generalización:** de casos particulares de algoritmos o datos a versiones reutilizables de uso más general.
- **Diseño:** que incluye escribir, testear y depurar programas.

Se reconoce en los informes que estas formas de pensar tienen mucho en común con otras ciencias y con la matemática. Además, las Ciencias de la Computación son una materia "soporte", en el sentido de que sus conceptos son útiles a muchas otras disciplinas de Ciencia e Ingeniería, particularmente Física. En algunos casos, esto hace que sean consideradas como parte de otras asignaturas.

Establecer límites rígidos entre las materias es problemático. En muchos casos, las Ciencias de la Computación son vistas principalmente como una "herramienta" para otras ciencias en lugar de una materia en sí misma. Ambas perspectivas son aceptadas, pero particularmente es una ciencia y una disciplina vinculada a la Ingeniería. Es aquí donde vale señalar que la mayoría de las iniciativas STEM no se refieren explícitamente a las Ciencias de la Computación como una disciplina STEM.

## Tecnología de la Información

En contraste, los informes ingleses diferencian Computación de TIC definiendo que las TIC son la aplicación de sistemas computacionales y el uso de software preexistente para satisfacer las necesidades del usuario. Es el montaje, despliegue y configuración de sistemas digitales para satisfacer las necesidades de un usuario para fines específicos. Las tecnologías de la información implican:

- Uso de software para almacenar y manipular datos (clasificación, búsqueda y reordenamiento) y la aplicación efectiva de bases de datos y hojas de cálculo para tareas particulares.
- Creación y presentación de la información en diferentes contextos.
- Diseño y configuración de sistemas para el uso de terceros, incluyendo hojas de cálculo, bases de datos, interfaces web como cuestionarios, foros, wiki, etc.
- Planificación y gestión de proyectos, incluidos la identificación de necesidades, escribir especificaciones, diseñar y crear productos, evaluar su efectividad y, por lo tanto, identificar el mejor desarrollo para satisfacer las necesidades del usuario.
- Seguridad, uso responsable y etiqueta en línea. Cuándo se utiliza correo electrónico, foros y redes sociales. Cómo comportarse y cómo cuidar nuestra privacidad al usar sistemas digitales.
- Los aspectos sociales, económicos, éticos, morales, legales y cuestiones políticas planteadas por el uso generalizado de tecnología en el hogar, en el trabajo y para el ocio.

Más allá de los cambios vertiginosos y constantes de los productos digitales que se utilizan, los elementos críticos de Tecnología de la Información como una asignatura, perdurarán. Estos son:

- manejo y comunicación de información,
- diseño y creación de recursos,
- evaluación y adaptación a un propósito, y
- ser consciente de las implicancias del uso generalizado de la tecnología en la sociedad.

## Alfabetización digital

Para los informes ingleses la alfabetización digital es análoga a la capacidad de leer y escribir. Es una habilidad fundamental que es necesario dominar para acceder a contenidos de todas las materias del

currículo (incluyendo Ciencias de la Computación y Tecnología de la Información). La alfabetización digital no es una asignatura en sí misma pero es una habilidad esencial para todos en la era moderna.

La alfabetización digital es la capacidad de utilizar sistemas informáticos con confianza y eficacia, entre ellos se incluyen:

- Aplicaciones de oficina como procesadores de texto, presentaciones y hojas de cálculo.
- El uso de internet, incluida la navegación, la búsqueda y la creación de contenido para la web, la comunicación y colaboración por correo electrónico, redes sociales, espacios de trabajo colaborativo y foros de discusión.
- Aplicaciones creativas como la fotografía digital, la edición de video, la edición de audio.

Se utiliza la expresión “alfabetización digital” para connotar esas habilidades que, por ejemplo, un profesor de historia puede asumir que sus alumnos tienen, tal como deletrear (alfabetización) y hacer cuentas mentales simples (aritmética). Las habilidades de manejo de información con un nivel de complejidad mayor son parte de los tópicos de Tecnología de la Información.

Desde este lugar, se supone que la alfabetización digital necesita ser enseñada, los jóvenes suelen poseer habilidades relacionadas al uso de sistemas, pero su conocimiento es irregular. La idea de que enseñar esto es innecesario debido a la omnipresencia de la tecnología —el “nativo digital”— debería ser tratada con precaución.

La alfabetización digital se puede tratar en la escuela de la misma manera que la alfabetización y la aritmética:

- Enseñanzas integradas en el plan de estudios más amplio en toda la educación primaria y en la primera parte de la educación secundaria.
- Propiciando oportunidades para que los alumnos apliquen y desarrollen estas habilidades a través de proyectos colaborativos que resulten significativos en la mayor cantidad posible de materias a lo largo de la educación primaria y secundaria.

En el informe inglés se hace hincapié en que Tecnología de la Información y Ciencias de la Computación son conocimientos de naturaleza diferente, con propósitos distintos, aunque tienen áreas de sinergia. Ciencias de la Computación es una disciplina académica, de la misma manera que lo son la Matemática y la Física. La alfabetización digital es una habilidad central para abordar todas las materias del currículo escolar, incluidas Tecnología de la Información y Ciencias de la Computación.

No obstante estas caracterizaciones del campo de conocimiento, el currículo que entró en vigor en septiembre de 2014 en Inglaterra es muy general según nos relata uno de nuestros entrevistados. Se nombran los conceptos fundamentales, pero no se explicita la profundidad de estos y no se especifican



lenguajes de programación, ni software o hardware que es necesario usar en las clases de Computación. Nuestro entrevistado de la CAS relata que:

*“A los diferentes grupos (el Ministerio de Educación) nos preguntó qué debería incluir el currículo y cuáles serían los objetivos. Y creo que —sin bromear— tenías que completar todo en un informe de dos páginas tamaño A4. Entonces fue todo de muy alto nivel. Y luego el tipo de interpretaciones de esas afirmaciones sobre el programa de estudio. En Inglaterra, son interpretadas por cada escuela y cada docente”.*

Por el tipo de estructura descentralizada, las escuelas tienen relativa autonomía en decidir el énfasis que le otorgan a cada contenido en sus escuelas. Pueden, por ejemplo, decidir la cantidad de horas dedicadas a cada materia. En ese sentido, el entrevistado menciona que cada escuela luego interpretó y ejecutó la letra de las bases curriculares que fueron escritas de modo muy general.

El currículo plantea que desde los cinco años, se enseñan fundamentos de Computación y del funcionamiento de sistemas digitales. Se espera que el aprendizaje de estos conceptos continúe a través de la programación (cada escuela —cada docente— tiene la libertad de decidir sobre qué plataforma). En la “etapa clave 4” (Key Stage 4 - equivalente a GCSE, es decir, el Certificado General de Educación Secundaria, una serie de títulos que se obtienen al finalizar el nivel secundario) todos los estudiantes deben tener la oportunidad de estudiar diferentes aspectos de Ciencias de la Computación y Tecnologías de la Información.

Por último, es importante tener en cuenta que el currículo nacional que entró en vigencia en 2014 en Inglaterra solo es obligatorio para las escuelas primarias y secundarias sostenidas por el Estado. Las escuelas privadas no tienen obligación de incluirlo.

## Implementación de las CC

Una de nuestras entrevistadas es una maestra de matemáticas y computación que luego fue elegida para ser capacitadora territorial en el programa CAS. Al recordar el momento en que se introdujo la reforma nos dice: *“Fue un shock al sistema”* y *“Muchos y muchas docentes entraron en pánico”*. *“Hubo mucha confusión entre los docentes con experiencia y los estudiantes también”*. El hecho de que haya usado las palabras *shock*, que significa choque, pánico y confusión para describir este momento, da cuenta de una innovación curricular poco consultada, escasamente gradual y con muy bajos dispositivos de acompañamiento al trabajo docente tal como veremos los párrafos siguientes.

Asimismo, la docente utilizó la expresión inglesa *“tirar el bebé al agua con la bañera”*, que significa, deshacerse de algo, con otros objetos que no son necesarios tirar. Para esta docente, el cambio tan radical que implicó pasar de un currículo centrado en TIC a otro centrado en Computación creó una

confusión grande en diferentes dimensiones del sistema. La maestra recuerda: *“los niños estaban completamente confundidos, no sabían de qué se trataba esta ciencia. Muchos docentes y equipos de gestión también estaban confundidos. Y creo que este es el obstáculo que otros países que cambien el currículo enfrentarán”*. Más tarde en su entrevista aclara que parte de la confusión era que la nueva materia requería de un pensamiento lógico matemático que no había sido promovido en la primaria y que era muy difícil de enseñar. Asimismo, que dos tercios del cuerpo docente no tenía formación en computación.

Recuperando el carácter descentralizado del currículo inglés, la implementación de la reforma tuvo un fuerte carácter normativo, sin embargo, el despliegue territorial no fue homogéneo y no hubo una dirección estructurada y centralizada de las etapas que debían cumplir las escuelas para poner la reforma en movimiento. No se ofreció de manera sistemática un programa de formación docente, ni materiales didácticos, ni apoyo a los directores de escuelas que pudieran orientar en torno a los nuevos saberes que implicaba esta reforma. Más bien, se apeló al carácter descentralizado y normado por reglas del mercado de las escuelas inglesas y se dejó en manos de cada cual el desarrollo y la implementación de estos instrumentos de la política educativa. En palabras del investigador Tom Crick:

*“... el gobierno no ha guiado a todos acerca de cómo implementar este cambio sísmico en el currículo en Inglaterra. Está invitando a empleadores, universidades, sociedades profesionales e instituciones educativas a desempeñar los roles principales al momento de definir cómo enseñar este currículo. La academia, la industria, los padres y madres y los educadores han respondido con entusiasmo con una serie de iniciativas, como clubes de código y redes informales para el desarrollo profesional. Pero hay límites para la actividad informal; una asignatura en sus primeros tiempos necesita capacitación y desarrollo docente de alta calidad, mejores prácticas en el aula y materiales confiables para los estudiantes; también necesita investigación sólida y basada en la evidencia acerca de lo que funciona, una coordinación adecuada de la actividad y una difusión efectiva de las mejores prácticas”*. (Crick, 2017:1)

La docente entrevistada también mencionó que el gobierno impuso la obligatoriedad y que los docentes que tenían formación pudieron hacer el cambio, mientras que el resto “entró en pánico” y no había posibilidades de formación docente hasta que la organización Computing at School comenzó a ofrecer alternativas.

Es decir, a partir del anuncio del currículo las escuelas deciden qué parte de su presupuesto estará orientado a la inclusión de estos contenidos y las diferentes organizaciones comienzan a ofrecer materiales curriculares, capacitaciones docentes, talleres para estudiantes y dispositivos computacionales didácticos que contribuyan a la implementación de este currículo.

Para nuestro entrevistado de la CAS otro factor que orientó las prácticas de inclusión de Computación en las escuelas fueron los test nacionales. En un principio, la computación no era objeto de

evaluación. Con lo cual no era un tema prioritario para las escuelas porque al final del día no iba cambiar la puntuación que recibía esa escuela. Con este panorama, la CAS comienza a buscar otros incentivos económicos tales como financiamiento extra, para que las escuelas pudieran contratar a docentes especializados de computación.

## Disponibilidad de docentes de Computación

Inglaterra tiene una escasez de docentes de Computación y en los últimos años no pudo alcanzar sus metas de incrementar el número de docentes formados. Esto se debe a que las habilidades requeridas para enseñar computación son muy demandadas por la industria. En muchos casos, las escuelas deben competir con empleadores de la industria que ofrecen condiciones laborales más ventajosas. Si bien se han diseñado incentivos para atraer a nuevos docentes tales como becas, estas acciones tuvieron resultados magros. Las becas implementadas son de hasta 32 000 dólares estadounidenses y están exentas del pago de impuestos, pero no lograron incluir en el sistema la cantidad de docentes necesarios. Una vez que los becarios comenzaban a trabajar como docentes y por lo tanto comenzaban a percibir un salario que sí estaba sujeto al pago de impuestos, sus ingresos terminaban cayendo. Es por esto que muchos becarios, al terminar la formación, volvían a empleos en la industria.

El número de docentes de secundaria que enseñan Computación ha disminuido sustancialmente en toda Inglaterra y las escuelas están luchando para garantizar que la asignatura esté a cargo de docentes con las calificaciones necesarias. La cantidad de docentes que dictan la materia Computación en Inglaterra en el nivel secundario disminuyó de 15 400 en 2013 a 12 788 en 2018, esto representa una caída del 17 %. Sumado a esto, el aumento del número de estudiantes que eligen tomar los cursos de Computación intensifica la demanda de profesores y la situación se agrava cuando se consideran las proyecciones del incremento de estudiantes esperado en el nivel secundario. Para 2027 habrá 427 000 nuevos estudiantes de secundaria, 15 % más que en 2018. El porcentaje de profesores de Computación que tiene una calificación relevante fue del 35,9 % en 2018.

En cuanto a la posibilidad de atraer a profesionales de la computación al mundo de la docencia escolar, el informe realizado en 2017 por la Royal Society afirma que estos en mayor medida terminan desistiendo. El esfuerzo que implica la docencia suele ser subvalorado y las exigencias vinculadas a la formación previa, la planificación de las clases y la evaluación acaban expulsando a los profesionales. No obstante, este es un fenómeno que se observa entre profesionales de diversas áreas que se adentran en el mundo educativo y no solo entre aquellos que provienen de la computación. Las recomendaciones para paliar estas dificultades tienen que ver con la incorporación de perfiles que ayuden a reducir la carga de trabajo de los docentes.

El informe citado de la Royal Society asegura que tanto la industria como la academia tienen roles claves que cumplir al momento de resolver la escasez de docentes. Este no es un tema que compete en forma exclusiva a las instituciones estatales. Las escuelas pueden beneficiarse enormemente del acompañamiento de expertos provenientes tanto de la industria como de la academia. La recomendación formulada es que las instituciones de educación superior promuevan la elección de carreras en educación en computación para un amplio rango de estudiantes. Se cree que una de las claves para resolver la falta de docentes puede ser la construcción de “carreras trenzadas” (*braided careers*), esto implica poder desarrollarse al mismo tiempo en el ámbito escolar y en trabajos de la industria diseñando roles de medio tiempo en los diferentes ámbitos.

## Formación docente

El desafío más importante que se debe encarar al momento de instrumentar una reforma curricular es la formación docente. Sin políticas de formación adecuadas, se corre el riesgo de que la reforma solo exista en términos normativos. En esta línea, una de las principales afirmaciones contenidas en el informe realizado por la Royal Society en 2017 es que el desarrollo profesional docente debe ser sostenido en el tiempo. Uno de los principales errores es creer que los docentes podrán dictar los nuevos contenidos a partir de unas pocas horas de capacitación. Como la reforma no estuvo acompañada por un plan sistemático de formación docente, existe una gran disparidad en la cantidad de horas dedicadas a la formación continua entre docentes, incluso muchos de ellos no han llegado a recibir ningún tipo de capacitación. Según nuestra entrevistada, que es además capacitadora regional, de los 12 000 docentes de computación en el país, solo 4000 habían recibido capacitación en contenidos de las Ciencias de la Computación. Los saberes que circulan entre los docentes de computación son fragmentados y diversos. Para ella, los 8000 restantes no conocen contenidos mínimos de la disciplina, y cita como ejemplo algunas nociones de diagramas de flujo. Los inspectores escolares también parecen ser uno de los factores que es necesario apuntalar de cara a una implementación más eficaz.

Por otro lado, es importante tener en cuenta que el desafío para las y los docentes es doble: no solo deben adquirir o profundizar contenidos disciplinares, sino también deben centrarse en contenidos pedagógicos que les permitan abordar los nuevos temas en el aula. Para fortalecer el éxito de la formación es necesario que se formen fuertes alianzas entre docentes, directivos escolares y formadores de docentes. Para lograr este objetivo, el informe señala cinco factores clave en la formación continua docente:

1. El foco debe estar puesto en mejorar el desempeño de las y los estudiantes y en evaluar sus resultados.

2. Debe estar orientada por evidencia robusta y conocimiento experto.
3. Debe involucrar la colaboración de los expertos.
4. Debe ser sostenida en el tiempo.
5. Debe ser una prioridad para las autoridades escolares.

Estos principios pueden contribuir a maximizar el impacto de las inversiones en la formación de docentes de Computación.

En la actualidad se dispone de poca evidencia que demuestre cuáles son las metodologías que mayor impacto tienen y que mejor contribuyen a asegurar un buen desempeño entre los alumnos. Las iniciativas de formación financiadas por el Estado y por la industria deberían contemplar mediciones de impacto y desempeño, para contribuir a la generación de evidencia que pueda guiar decisiones futuras.

Vale detenerse en las acciones realizadas por la asociación Computing At School (CAS), que fueron las que mayor cobertura territorial alcanzaron y mayor tiempo se sostuvieron de manera ininterrumpida.

Como dijimos anteriormente, en el año 2008, por iniciativa de la comunidad escolar, referentes de la educación superior y de la industria informática, se fundó Computing At School (CAS). La necesidad de crear esta asociación surgió como respuesta a la creciente marginación de las Ciencias de la Computación en el ámbito escolar y la consiguiente falta de jóvenes interesados por tomar los exámenes necesarios para ingresar en la universidad a carreras de este ámbito. Según nuestra entrevistada, no había ninguna capacitación docente formal y sistemática organizada antes de la CAS. “*Los docentes estaban por su cuenta*”, relató. CAS contribuyó a los debates sobre el lugar de la informática en el currículo nacional y su rol resultó clave principalmente por dos razones: la producción de recursos didácticos y el desarrollo de comunidades de aprendizaje.

CAS creó una Red de Excelencia (Network of Excellence) constituida por centros de aprendizaje con sede en diferentes universidades, maestros que lideran estos centros de aprendizaje, escuelas pioneras y Maestros Líderes. El gobierno proveyó fondos para el sostenimiento de esta Red. Utilizando universidades como centros regionales, la Red de Excelencia trabaja con escuelas y docentes en el área local para promover y apoyar el aprendizaje significativo entre los propios docentes. La red ha certificado a más de 470 Maestros Líderes como expertos que cumplen un rol fundamental en la formación de sus pares. Estos Maestros Líderes (Master Teachers) son expertos con una amplia trayectoria áulica, que además han recibido capacitación específica de CAS para asumir el rol. Los Maestros Líderes están clasificados en niveles: 1, 2 o 3. El nivel depende de la experiencia y capacitación. Los Maestros Líderes no siempre están financiados. En los lugares en donde estas figuras cuentan con financiamiento, las escuelas reciben fondos para liberar a los maestros que luego asumen funciones en el desarrollo profesional de sus pares (en los centros de formación). Un estudio externo desarrollado por la

Universidad Sheffield Hallam<sup>14</sup> dio cuenta de algunos resultados producto de la implementación de este programa. A continuación se consignan las conclusiones más relevantes.

Las actividades desarrolladas por los Maestros Líderes son heterogéneas ya que dependen en buena medida de las necesidades de su localidad, pero también de su nivel de conocimiento sobre el tema y de la familiaridad con el nivel educativo. En ese sentido, la información de las entrevistas también afirma que los diseños de las capacitaciones docentes estaban descentralizados. De todas maneras, se busca que se adapten fácilmente para facilitar el desarrollo profesional de sus pares y para que catalicen y apoyen el cambio curricular. Aquellos que reciben financiamiento deben ofrecer al menos tres eventos de formación al año.

Entre los factores que contribuyen a generar impacto, el apoyo que las escuelas pueden prestar a estos Maestros Líderes resulta decisivo. Cuando existe involucramiento por parte de las autoridades, estos maestros pueden desplegar su rol a través de una mayor dedicación horaria. En algunos casos, las escuelas de estos maestros funcionan como centros de formación. Esto se da con mayor frecuencia cuando los maestros pertenecen a Institutos de Formación Docente o cuando las escuelas son especialmente designadas por CAS como “Escuelas Líderes”.

En cuanto a la modalidad de la formación que ofrecen, la presencialidad cumple un papel importante. Si bien existen instancias de consulta y clases en línea, la mayoría de los Maestros Líderes asegura que la formación presencial es fundamental y no podría ser reemplazada de manera íntegra por propuestas virtuales. El nivel de compromiso que se logró a través de propuestas virtuales fue significativamente menor.

Es importante señalar que las comunidades de aprendizaje fomentadas están compuestas por pares y, por sobre todo, están lideradas por personas que cumplen el mismo rol que aquellos que forman. Los Maestros Líderes también se desempeñan frente a curso, en el mismo nivel que las y los docentes a quienes contribuyen a formar.

En cuanto a los obstáculos, se menciona la limitación presupuestaria, la percepción de que la computación no es prioritaria como materia (especialmente en el nivel primario) y la falta de formación en servicio. Es frecuente que los cursos para docentes se ofrezcan en horarios después de clase, lo que explica una baja asistencia. Otro de los obstáculos señalados por los Maestros Líderes que participaron de la evaluación son las expectativas desproporcionadas de los actores extraescolares. Frente a supervisiones y monitoreos de actores universitarios, las secuencias y rúbricas presentadas parecen insuficientes, pero los “maestros líderes” aseguran que esto está relacionado con una falta de conocimiento acerca de la profundidad y la manera en la que se tratan los temas en este nivel educativo.

---

<sup>14</sup> <http://shura.shu.ac.uk/14886/1/cas-master-teacher-report-sheffield-hallam.pdf>

En resumidas cuentas, la principal conclusión es que si bien el impacto del trabajo de formación docente que realiza CAS es significativo, se apoya en forma desmedida en el voluntarismo de los actores participantes. Esto resulta clave ya que el ritmo de la reforma está marcado por la voluntad con la que los maestros responden al desafío del nuevo plan de estudios. En algunas escuelas secundarias, donde la Informática ya era una parte importante de la antigua oferta TIC, el nuevo plan de estudios representa una evolución. Sin embargo, en otros, los maestros informan una falta de conocimiento de la materia y, por ende, falta de confianza para enseñar esos contenidos.

En cuanto a la participación de instituciones de educación superior en la formación docente, puede asegurarse que esta es fuertemente alentada en Inglaterra. De hecho, la Red de Excelencia justamente se basa en la creación de nodos de formación en distintas universidades del país. Esto favorece la adopción de buenas prácticas basadas en evidencia y, al mismo tiempo, involucra a profesionales expertos en la formación de docentes escolares. Estas figuras son clave al momento de apoyar las comunidades de práctica.

Para producir una verdadera transformación de la educación en Computación, es necesario que las y los docentes accedan a un programa de formación continua estructurado. La Red de Excelencia fue muy exitosa utilizando una cantidad mínima de recursos, a través de un modelo basado en voluntarios que desarrollaron una comunidad de práctica a través de la cual se apoyaron mutuamente. Sin embargo, este enfoque y la cantidad de recursos destinados no son suficientes para alcanzar los objetivos propuestos. De acuerdo a lo señalado por la Royal Society, un programa nacional de desarrollo profesional docente construido sobre la Red de Excelencia y completamente financiado requiere un presupuesto diez veces mayor por parte del gobierno y la industria. Esto implicaría un apoyo a los docentes de Computación comparable al que reciben los de Matemática y Ciencias.

En noviembre de 2018, se invirtieron 84 millones de libras en la creación de un Centro Nacional en Educación en Computación (National Centre for Computing Education -NCCE<sup>15</sup>-) en Inglaterra como parte de una “Estrategia Industrial” que contempla objetivos nacionales que exceden el ámbito educativo. El NCCE se estableció para proporcionar capacitación en computación para docentes de todos los ciclos educativos obligatorios de Inglaterra. Su objetivo es aumentar el número de 8000 docentes de Computación formados, ofreciendo una gama de oportunidades de desarrollo profesional y estableciendo una red nacional de centros de computación que funcionen en escuelas. Al apoyar y equipar a los profesores de Computación y sus escuelas, el NCCE puede jugar un papel vital en impulsar la retención de docentes. Este centro está financiado desde el Ministerio de Educación y es una forma de recobrar centralidad en la política vinculada a la enseñanza de Computación.

---

<sup>15</sup> <https://teachcomputing.org/computing-hubs-announcement/>



En esta misma línea, en enero de 2019, el Departamento de Educación publicó una estrategia de reclutamiento y retención de docentes, que incluyó un programa de apoyo totalmente gratuito de dos años de duración orientado a dos públicos diferentes:

- maestros que se encuentran en los primeros años de su carrera,
- maestros más experimentados, con el objetivo de desarrollar habilidades especializadas.

Aún no hay evaluaciones de esta política.

## Recursos didácticos

La disponibilidad de recursos didácticos creció en forma significativa desde la implementación del nuevo currículo, sin embargo, esto resultó abrumador para los docentes que se encontraron frente a una profusión de materiales no estructurados y que no siempre estaban adaptados a los lineamientos curriculares.

Para fortalecer el aprovechamiento de estos recursos es importante que estén alineados con el currículo y también que estén acompañados de mediciones de resultados. Esto puede ayudar a que los docentes seleccionen cuáles son los mejores para alcanzar los objetivos que se proponen. Más abajo se explicitan cuáles son.

## Modelos de desarrollo profesional docente

Uno de los modelos de desarrollo profesional docente que mayor éxito tuvo en Inglaterra fueron las comunidades de aprendizaje, donde los docentes se nuclean en pos de un objetivo común (implementar el nuevo currículo), se apoyan mutuamente, comparten recursos y construyen conocimiento en forma colectiva. Estas comunidades sirven para romper el aislamiento y encontrar apoyo en colegas que comparten los mismos desafíos, así como encontrar un lenguaje común para superar los obstáculos. Otros modelos involucran la guía de colegas y la formación por parte de expertos. En los modelos de formación entre pares, los docentes de igual estatus trabajan juntos; en contraste, la formación supone que el formador tiene un mayor nivel de experiencia que quien está siendo formado.

De acuerdo con Lipowski, Jorde, Prenzel & Seidel (2011), es fundamental contar con apoyo institucional al momento de emprender acciones de formación continua. El impacto del desarrollo profesional docente en la mejora escolar está ampliamente documentado. Contar con apoyo escolar alienta a los docentes a emprender formaciones de más larga duración y cuando esos docentes luego encuentran ámbitos institucionales para compartir los aprendizajes con sus colegas de la misma escuela,

el incentivo para la formación es aún mayor. No obstante, en la literatura revisada, se señala con frecuencia la necesidad de medir la efectividad de las acciones de formación docente como parte de la propia formación.

En el caso particular de la formación para los docentes de Computación, es particularmente relevante el equilibrio entre el conocimiento disciplinar y el saber pedagógico. Es importante hacer hincapié en la importancia de aprender a enseñar Ciencias de la Computación.

## Iniciativas de alcance nacional

### La Red de Excelencia

La Red de Excelencia en Enseñanza de las Ciencias de la Computación es una iniciativa impulsada por CAS y BCS (British Computer Society, la sociedad profesional que se dedica a promover la Computación como disciplina académica). Esta red nuclea a instituciones de educación superior y escuelas de todo el país. Las universidades funcionan como nodos de formación que atienden a escuelas que se encuentran en los distritos más próximos. Para hacer que este modelo sea sostenible, las escuelas involucradas deben, a su vez, prestar apoyo al menos a otra escuela. Esta Red también contribuye a que los departamentos de Ciencias de la Computación de las universidades entren en contacto con las escuelas locales y sus necesidades.

El reporte “After de Reboot” sostiene que la Red de Excelencia de CAS ha resultado exitosa aún considerando los recursos mínimos con los que ha contado, a través de un modelo construido sobre voluntarios entusiastas que desarrollan un apoyo mutuo en comunidades de práctica. El Ministerio de Educación aporta un financiamiento de 1.2 millones de libras por año para aumentar la Red a través del reclutamiento y la capacitación de Maestros Líderes. El financiamiento también se destina al sostenimiento parcial de diez centros regionales con sede en universidades.

El modelo de la Red de Excelencia atrajo un considerable apoyo financiero adicional de compañías tecnológicas como Google, Microsoft, Cisco y British Telecom.

Este modelo ha demostrado ser altamente efectivo, escalable y económico. Las escuelas que están apoyadas por la Red y ofrecen GCSE en Ciencias de la Computación han obtenido mejores resultados que aquellos que no estuvieron apoyadas por la Red.

## Plan de Maestros Líderes (Master Teachers)

CAS otorga una certificación para los docentes que tienen una formación previa en el área. El énfasis del programa está puesto en el liderazgo de los propios docentes al interior de comunidades de práctica y aprendizaje. Estos docentes luego realizan diferentes tipos de acciones: capacitaciones, encuentros, charlas y acompañamiento remoto. Estos docentes, en muchos casos, lideran nodos de la Red de Excelencia.

## Iniciativas de carácter privado

### Barefoot Computing

El proyecto proporciona recursos para la enseñanza de Computación en la escuela primaria. Está orientado a docentes sin experiencia previa. Las propuestas están diseñadas para introducir estos contenidos de manera transversal y las secuencias son mayormente desenchufadas, para ampliar las posibilidades de su alcance. El proyecto también ofrece talleres gratuitos en las escuelas cuyo objetivo es difundir los recursos que están disponibles. Estos talleres están a cargo de profesionales informáticos que los dictan en forma voluntaria.

Este proyecto comenzó en 2014 y fue financiado por el Ministerio de Educación. Posteriormente pasó a la órbita de British Telecom (BT). En 2017, se informó que más de 40 000 maestros de primaria en todo el Reino Unido utilizaron recursos de Barefoot. Según una encuesta independiente realizada por Ipsos MORI entre 400 maestros de escuela primaria, el 96 % percibió que el desempeño de sus alumnos en matemática mejoró como resultado del uso de estos recursos.

### BBC micro: bit

La BBC micro:bit es un pequeño dispositivo programable de bolsillo que tiene grandes capacidades considerando su tamaño y costo. La micro:bit posee una cuadrícula de 5x5 de LEDs que son programables individualmente, también posee pines de entrada y salida para realizar conexiones y también una gama de sensores integrados que incluyen un acelerómetro y brújula. Puede enviar y recibir datos y programas a través de una conexión USB o Bluetooth.

En 2016, como parte de la iniciativa Make it Digital de la BBC, cada niño o niña cursando el 7.º grado de la educación obligatoria (en promedio, de entre 12 y 13 años) recibió uno de estos dispositivos. La entrega se realizó a través de las escuelas y alcanzó a la totalidad del territorio del Reino Unido.

Con posterioridad a la entrega de estos dispositivos, la Fundación educativa micro:bit puso a la venta tanto el dispositivo como recursos didácticos para facilitar su uso. Este producto se volvió muy popular, no solo en el Reino Unido sino en todo el mundo.

El dispositivo micro:bit busca despertar el interés de los jóvenes por la programación y fomentar la creatividad a partir del uso de tecnología digital. En el sitio [microbit.org](http://microbit.org) se encuentra disponible un software a través del cual los usuarios pueden programar fácilmente cada elemento del dispositivo. La micro:bit también se conecta fácilmente con otros dispositivos como teléfonos móviles y Raspberry Pi.

## La Fundación Raspberry Pi

La Fundación Raspberry Pi es una organización benéfica que tiene como objetivo fomentar la enseñanza de Computación a través del uso de la Raspberry Pi, una computadora de bajo costo del tamaño de una tarjeta de crédito que permite a los alumnos aprender a programar.

Como complemento del dispositivo, la Fundación Raspberry Pi elaboró una gran cantidad de recursos educativos para estudiantes y docentes, incluyendo secuencias didácticas que proponen un aprendizaje transversal con otras materias.

A su vez, se realizan actividades de divulgación, como Raspberry Jam, un encuentro periódico donde las y los estudiantes pueden aprender más sobre el uso de Raspberry Pi. En colaboración con Computing At School, la Fundación Raspberry Pi lanzó *Hello World* en 2016, una revista para educadores que busca compartir experiencias y fomentar el aprendizaje entre pares.

## Code Club

Fundado en 2012, Code Club ofrece a los estudiantes un espacio para programar en encuentros extracurriculares que se llevan a cabo después del horario escolar. Existen más de 6 000 code clubes a lo largo de todo el Reino Unido a donde asisten niños y niñas de 9 a 13 años. En un primer momento, estos espacios estaban conducidos por profesionales informáticos que desarrollaban la tarea en forma voluntaria; sin embargo, son cada vez más los docentes que lideran estos clubes.

Los voluntarios deben comprometerse a un mínimo de doce semanas y, en promedio, permanecen en el programa durante un año y medio.

Un estudio realizado por la Fundación Nacional para la Investigación Educativa (NfER) evaluó el impacto de asistir a estos clubes y fue el primer estudio aleatorio de control sobre iniciativas de enseñanza de computación extracurricular. Los resultados mostraron un significativo impacto positivo en las habilidades de programación de los niños en la totalidad de los lenguajes utilizados. Asimismo, los

docentes informaron mejoras en las habilidades y la confianza de los niños en relación con la programación y también en su despliegue de habilidades generales en el uso de TIC y resolución de problemas.

En 2015, la iniciativa Code Club se fusionó con Raspberry Pi.

## CoderDojo

CoderDojo es una organización de base cuya misión es ofrecer clubes de programación liderados por voluntarios. Estos clubes se llaman dojos y buscan que jóvenes adolescentes aprendan más sobre programación fuera del aula. Fundado en 2011, CoderDojo cuenta con más de 1 100 dojos en 63 países. En el año 2017, se unió a Code Club y Raspberry Pi.

## Los desafíos

La falta de un plan sistemático de formación de docentes fue una dificultad al momento de implementar la reforma de 2014. Modelos de formación basados en el voluntarismo generaron un panorama de mucha heterogeneidad entre las escuelas que tienen una estructura de trabajo descentralizada.

La falta de provisión de equipamiento también acentuó desigualdades y obstaculiza la enseñanza de contenidos de Computación. El Estado mostró reticencia a ocupar un rol de centralidad en el despliegue de la reforma; sin embargo, a raíz de una serie de informes que marcaron este problema, el Ministerio de Educación volcó recursos al establecimiento del NCCE mencionado arriba, un Centro Nacional de Enseñanza de Computación orientado a formar y apoyar a los docentes.

La contratación de docentes también constituyó una dificultad. El nivel salarial de los docentes no es competitivo con la industria, y al haber escasez generalizada de profesionales, aquellos que cuentan con una formación sólida encuentran oportunidades laborales en el sector privado.

Un desafío que ha sido escasamente mencionado en los artículos encontrados, pero que fue relatado por la docente entrevistada, es la desigualdad de contenidos de computación que diferentes grupos de estudiantes en Inglaterra están recibiendo debido a las condiciones de la implementación. Por un lado, la docente menciona que las escuelas del sur de Inglaterra han recibido más recursos y financiamiento para enseñar computación. Por otro lado, la computación es obligatoria hasta 7.º grado. Luego comienza a ser electiva. Como ha sido tan difícil enseñarla porque no se han trabajado saberes previos de algoritmos y porque se ha promovido la enseñanza por descubrimiento, la profesora

entrevistada sostiene que ha creado fantasmas entre los estudiantes de que es una disciplina muy difícil. Sumado a eso, se ha comenzado a tomar exámenes nacionales sobre los contenidos de esta materia y las tasas de aprobados no son muy altas. Estas condiciones hacen que solo sean algunos estudiantes que eligen computación o tengan acceso a clases de computación de calidad. Particularmente, para el caso de la escuela de la docente entrevistada, estas condiciones están promoviendo que estudiantes inmigrantes que han tenido poco acceso a saberes relacionados con el pensamiento computacional o que por la barrera idiomática y cultural tienen desafíos para comprender el modo de enseñanza por construcción, no elijan la asignatura de computación. La docente expresó:

*“La mayoría de nuestra enseñanza es por descubrimiento, con preguntas abiertas. Y hemos encontrado que nuestros estudiantes internacionales, particularmente aquellos que vienen del este y medio este, tienen dificultades porque necesitan tener algo más definido y enseñado paso por paso. Y si nosotros solo exploramos, ellos se confunden mucho. Es definitivamente una tensión, porque nosotros queremos que todos los estudiantes puedan desarrollar el pensamiento de alto orden que incluye planificación, toma de decisiones. Pero por otro lado, hay estudiantes que se quedan atrás en este proceso. Entre el 60 % y 70 % llega a lograrlo”.*

Para esta docente, si la materia de TIC todavía estuviera vigente, al menos este grupo de estudiantes recibiría algún tipo de alfabetización digital. En cambio, el modo en que se ha incluido la computación en el currículo parecería crear un nuevo tipo de desigualdad curricular entre el estudiantado.

En síntesis, Inglaterra ha implementado una reforma curricular que implicó la inclusión de una asignatura nueva. La falta de formación docente y acompañamiento a la reforma ha generado mucha confusión entre estudiantes y docentes. Las evaluaciones parciales del programa han dado cuenta de los desafíos y el gobierno ha respondido con planes de capacitación docente y organización sistemática del programa en general. No obstante, a pesar de que la inclusión de computación buscó generar equidad en el acceso de los saberes, en algunas escuelas parece generar nuevas desigualdades entre los estudiantes que no eligen computación por considerarla inaccesible.

## Bibliografía

Angeli, C., Voogt, J., Fluck, A., Webb, M., Cox, M., Malyn-Smith, J., & Zagami, J. (2016). “A K-6 computational thinking curriculum framework: Implications for teacher knowledge”. *Journal of Educational Technology & Society*, 19(3), 47-57.

Berry, M. (2013). *Computing in the national curriculum. A guide for primary teachers*. Computing at school. <https://www.computingschool.org.uk/data/uploads/CASPrimaryComputing.pdf>

Boulton, H., & Csizmadia, A. (2018). *Implementing the computing curriculum at national and regional level: lessons learnt*.

Boylan, M., & Willis, B. (2015). *Independent study of computing at School Master Teacher programme*. Report from the Center of Educational Inclusion. Sheffield Hallam University.

<https://shura.shu.ac.uk/14886/1/cas-master-teacher-report-sheffield-hallam.pdf>

Brown, N. C. C., Kölling, M., Crick, T., Peyton Jones, S., Humphreys, S., & Sentance, S. (2013, marzo). "Bringing computer science back into schools: Lessons from the UK". En *Proceeding of the 44th ACM Technical Symposium on Computer Science Education* (pp. 269-274).

Brown, N. C., Sentance, S., Crick, T., & Humphreys, S. (2014). "Restart: The resurgence of computer science in UK schools". *ACM Transactions on Computing Education (TOCE)*, 14(2), 1-22.

Bush, T. (2016). "School leadership and management in England: the paradox of simultaneous centralisation and decentralisation", *Research in Educational Administration & Leadership*, 1(1), 1-23

Crick, T. (2017). *Computing education: An overview of research in the field*. The Royal Society, Londres.

Department for Education. National curriculum in England: computing programmes of study. Recuperado el 08/01/2020 en

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

Fluck, A., Webb, M., Cox, M., Angeli, C., Malyn-Smith, J., Voogt, J., & Zagami, J. (2016). "Arguing for computer science in the school curriculum". *Journal of Educational Technology & Society*, 19(3), 38-46.

Kemp, P. (2014). *Computing in the national curriculum-A guide for secondary teachers*. Computing at School. [https://www.computingschool.org.uk/data/uploads/cas\\_secondary.pdf](https://www.computingschool.org.uk/data/uploads/cas_secondary.pdf)

Loveless, T., Costrell, R. M., & Cuban, L. (2005). "Test-based accountability: The promise and the perils". *Brookings Papers on Education Policy*, (8), 7-45.

Moller, F., & Crick, T. (2018). "A university-based model for supporting computer science curriculum reform". *Journal of Computers in Education*, 5(4), 415-434.

Opie, C., & Katsu, F. (2000). "A tale of two national curriculums: Issues in implementing the national curriculum for information and communications technology in initial teacher training". *Journal of Information Technology for Teacher Education*, 9(1), 79-94.

Ofsted (2004) *Standards and Quality 2002/2003, Annual Report of Her Majesty's Chief Inspector of Schools*. Londres: Ofsted.



*Ofsted Annual Report 2013/14. Annual Report of Her Majesty's Chief Inspector of Schools.* Londres: Ofsted.

Royal Society. (2017). "After the reboot: Computing education in UK schools". *Policy Report*.

Furber, S. (2012). *Shut Down or Restart: Report of the Royal Society into Computing in Schools.* The Royal Society, Londres.

Royal Society. (2019). *Policy briefing on teachers of computing: Recruitment, retention and development.*  
<https://royalsociety.org/-/media/policy/Publications/2019/21-08-19-policy-briefing-on-teachers-of-computing.pdf>

Sentance, S., Dorling, M., McNicol, A., & Crick, T. (2012, November). "Grand challenges for the UK: upskilling teachers to teach computer science within the secondary curriculum". En *Proceedings of the 7th Workshop in Primary and Secondary Computing Education* (pp. 82-85).

Sentance, S., & Csizmadia, A. (2017). "Computing in the curriculum: Challenges and strategies from a teacher's perspective". *Education and Information Technologies*, 22(2), 469-495.  
<https://link.springer.com/article/10.1007/s10639-016-9482-0>

Webb, M., Davis, N., Bell, T., Katz, Y. J., Reynolds, N., Chambers, D. P., & Sysło, M. M. (2017). "Computer science in K-12 school curricula of the 21st century: Why, what and when?". *Education and Information Technologies*, 22(2), 445-468.

## 6. Algunas lecciones aprendidas

A partir del relevamiento de los diez casos y del estudio en profundidad de tres de ellos hemos identificado tres instrumentos utilizados en las políticas educativas que han sido claves en los procesos de formulación de las políticas, de los cuales podemos aprender para avanzar en la inclusión de las Ciencias de la Computación en las escuelas. En esta sección reconocemos los procesos e instrumentos de las políticas educativas más relevantes en las reformas analizadas. Describimos aquí los emergentes del análisis de los procesos de inclusión de las Ciencias de la Computación que consideramos pueden informar la construcción de políticas educativas del sector.

Luego, en una segunda sección, organizamos las lecciones aprendidas de todos los casos en preguntas puntuales y frecuentes que potencialmente podrían formular organizaciones que trabajen para la inclusión de las CC en las escuelas. Específicamente, nos imaginamos dialogando con sectores que desde la función pública buscan enriquecer la oferta curricular en el campo de la alfabetización digital.

### Instrumentos de la reforma más relevantes

#### Procesos participativos de diseño de un currículo nacional detallado

La publicación de las bases curriculares —como instrumento de la política educativa que orienta la enseñanza— es tan importante como el proceso por el cual se elaboran dichas bases. En nuestro relevamiento hemos observado que los países ofrecen diferentes oportunidades de participación de diferentes sectores para la construcción del currículo. En los casos estudiados en profundidad vemos que Israel tiene un comité con amplia participación social que incluye la participación de docentes en el proceso de desarrollo curricular. Este punto fue enfatizado por una de nuestras entrevistadas, profesora universitaria y miembro de los comités de desarrollo curricular. Del mismo modo, Finlandia tiene mecanismos aceitados de construcción *bottom up* y participativos para la construcción de su currículo. Inglaterra, por su parte, tiene un consejo británico además del Ministerio de Educación y el Ministerio de las Industrias. Esto resulta en un documento curricular que tiene alto consenso social pero no se observa una participación directa de los docentes como sí la advertimos en los otros países. En Finlandia e Israel los docentes fueron parte de la “mesa chica” que decidió los contenidos curriculares. En Inglaterra los docentes participaron como miembros de las CAS (asociación Computing at School) pero no parecen haber representantes en el comité que finalmente escribió el documento curricular.

En el caso de Finlandia, donde la participación de la comunidad educativa ampliada tiene una larga tradición, el documento curricular final es muy detallado porque describe los diferentes conceptos

que se deberían enseñar en cada nivel, los objetivos de aprendizajes esperados por cada grado, y además incluye lineamientos didácticos generales para orientar a las y los docentes en la puesta en juego de esos conceptos en las aulas. Asimismo, explicita la cantidad de horas previstas para que ese contenido se incluya semanalmente en la escuela y el espacio curricular asignado. En este caso, los contenidos de computación se incluyeron en un espacio existente denominado Tecnología y Manualidades.

Los detalles sobre la carga horaria, espacio curricular y lineamientos de contenidos permiten establecer el estatus disciplinario de las Ciencias de la Computación. En el caso de Finlandia, observamos que las Ciencias de la Computación tienen un estatus relativo porque comparte las horas con Matemáticas, que tiene una jerarquía importante en el currículo. En los grados posteriores a tercero, los contenidos se enseñan en el espacio de Tecnología y Manualidades, que tiene menor jerarquía académica aunque una larga tradición en la escuela. Asimismo, en los últimos años del secundario Tecnología y Manualidades deja de ser obligatoria y pasa a ser optativa en algunas escuelas.

En Inglaterra e Israel, las Ciencias de la Computación son vistas como una disciplina en sí misma y tienen un espacio curricular propio, lo que le da mayor estatus. El modelo inglés es paradójico porque parecería que la principal herramienta para hacer cumplir el currículo no es la participación de los docentes en la elaboración del mismo, sino la presión que viene de los test que elaboran las universidades u organismos de monitoreo de la calidad educativa. De esta manera, las y los docentes prefieren abordar en sus aulas los contenidos que luego serán objeto de evaluación en las pruebas nacionales sin hacer necesariamente una valoración de pertinencia, relevancia o interés.

Observamos también en el caso de Inglaterra que la escasa participación de los docentes en la construcción del currículo de Computación sumado al contexto de descentralización del sistema educativo resultó en que la inclusión de la computación fuera muy diversa debido a que cada escuela valoraba los contenidos a ofrecer según las formaciones de sus docentes y las necesidades de rendimiento en los test nacionales. En contraste, en los casos de Finlandia e Israel, donde hubo una participación de los docentes en la elaboración de los contenidos, pareciera que la implementación de la reforma fue más homogénea.

Asimismo, el nivel de descripción de los contenidos en las bases curriculares también fue diversa y generó condiciones de posibilidades diferentes. En Finlandia –país con una formación docente de posgrado– se logró una alta participación de los docentes en las decisiones curriculares y el resultado fue un currículo que describe con detalle los contenidos a ofrecer y sugiere formatos de enseñanza. Aquí, la enseñanza de computación parece garantizada a todo el universo escolar. En el otro extremo, en Inglaterra la versión final del currículo era limitada y de un mayor nivel de generalidad. Consistía de dos páginas con temáticas generales de computación. En este caso, cada docente y cada escuela tiene espacio

y libertad para interpretar qué contenido enseñar. El resultado es una oferta de contenidos más fragmentada.

Estos casos muestran entonces que los diferentes modos de participación docente en la construcción de las bases curriculares y el detalle descriptivo de los contenidos generan diferentes condiciones de apropiación del mandato curricular. Aquellos países que encaren una reforma curricular deberán tener en cuenta los procesos de elaboración de las bases curriculares y la participación de los docentes.

## **Programas de formación docente en convenio con universidades y a través de redes**

La formación de los docentes es un instrumento de suma importancia en el desarrollo de las políticas educativas. La mayoría de los países que avanzan con la inclusión de las CC en el currículo encuentra la problemática de la falta de docentes formados en la disciplina. A pesar de este denominador común, las condiciones de formación docente son diferentes en muchos países. Algunos países tienen requisitos de título universitario de entrada a la docencia y otros exigen títulos de posgrado. Estas diferentes condiciones del sistema educativo se van a poner en juego en el momento de diseñar una formación para incluir nuevos contenidos en las escuelas.

En los tres países estudiados en profundidad, los entrevistados dan cuenta de que los docentes del sistema no han sido formados en contenidos de Computación. Los tres países realizan convenios con universidades para ofrecer cursos y programas de actualización docente. Los entrevistados reconocen que el cuerpo docente no ha sido formado lo suficiente a pesar de los esfuerzos estatales. Finlandia e Israel ofrecen una formación de profesores de computación de nivel universitario lo que garantiza una masa importante de docentes. En el caso de Inglaterra, el enfoque *shock to the system*, que describe nuestra entrevistada, hizo que las y los docentes entraran en “pánico” por tener que enseñar un contenido para el cual no tenían formación. Solo el 30 % de las y los docentes de computación tiene un título en Computación. A partir de las investigaciones realizadas por los grupos de investigación del país, Inglaterra está tratando de revertir esta situación inyectando 45 millones de libras en la formación docente a través de la creación de una red que con docentes líderes llega a todo el país.

Otra estrategia además de los convenios con universidades es la conformación de redes de docentes. Estas redes son fuertes particularmente en Finlandia e Inglaterra donde la CAS fue muy consciente de que era necesario hacer crecer la reforma de abajo hacia arriba recuperando las experiencias, necesidades y saberes de los docentes.

Finalmente, otra estrategia de formación y acompañamiento docente es el introducir el rol de maestro experto o maestro líder. Esta estrategia fue elegida por Finlandia e Inglaterra. Estos maestros

que han desarrollado saberes de contenidos tienen la función de acompañar en la implementación de los nuevos contenidos a los maestros que no tienen experiencia previa.

Es interesante notar que los países combinan e integran todos estos programas de formación y acompañamiento docente para abordar diferentes necesidades de formación y los múltiples desafíos en la implementación. A pesar de este paquete de medidas de formación, en todos los casos se informa que la formación docente ha sido insuficiente y es objeto de continuas revisiones.

## **Equipos de investigación nacionales para desarrollar y ajustar los programas**

Un último instrumento de la política educativa que identificamos relevante en los casos analizados ha sido la conformación de grupos de trabajo que tienen como objetivo desarrollar investigaciones que den cuenta del estado de situación de la enseñanza de la computación.

En los tres países, hay equipos de investigación consolidados que en un primer momento realizaron un diagnóstico sobre la enseñanza de la computación —previo a la reforma— y luego llevan a cabo investigaciones que permiten realizar un seguimiento de las herramientas de la política educativa para introducir las CC. Estas investigaciones permiten informar con datos del terreno el proceso de implementación de los programas. De esta manera, los funcionarios van redefiniendo sus instrumentos tales como el financiamiento, la formación docente, la ayuda en formato de subsidios para las escuelas, la conformación de redes nacionales de trabajo y un currículo riguroso en sus contenidos y lineamientos didácticos.

Una tensión que emerge en las entrevistas es sobre la legitimidad de estos grupos ante los funcionarios tomadores de decisiones. En el caso de Inglaterra, ha sido estratégico sumar al grupo original referentes de renombre de la academia y de la industria para tener mayor receptividad en los organismos gubernamentales. En el caso de Israel, los grupos de académicos ya contaban con una trayectoria reconocida en la inclusión de las CC en las escuelas. En Finlandia, el proceso pareciera ser más horizontal y participativo debido a la tradición de construcción curricular ya cristalizada en el país.

En síntesis, es clave para estos procesos de reforma curricular contar con grupos de investigadores reconocidos que puedan echar luz y sobre todo precisión, sobre las diferentes problemáticas de enseñanza. Tarea que en ocasiones no es llevada a cabo por los organismos públicos pero es indispensable para tomar decisiones y acompañar el funcionamiento de los programas.

# Pensar desde la función pública programas educativos de enseñanza de las Ciencias de la Computación

## Guía para los funcionarios, las lecciones aprendidas

Los casos analizados nos muestran que los países que han introducido las Ciencias de la Computación en las escuelas han debatido sobre las siguientes preguntas:

1. ¿Por qué introducir las Ciencias de la Computación en las escuelas?
  - a. Para reducir la brecha digital en sus distintas dimensiones, producto de las diferencias socioeconómicas de la sociedad.
  - b. Para lograr una actualización de los métodos de enseñanza y contenidos impartidos en un contexto de demanda de nuevas habilidades cognitivas y procedimentales.
  - c. Por la necesidad de formar ciudadanos y ciudadanas con conocimientos acerca de la tecnología informática que permea las interacciones sociales.
  - d. Para atender la falta de profesionales en el campo de las ciencias duras y las ingenierías, requeridos por el sector privado para el desarrollo económico en un contexto del auge de la tecnología digital.
2. ¿Cómo se define una reforma educativa que promueve las Ciencias de la Computación?
  - a. Efectuando un recorte curricular que diferencie alfabetización digital general, que se puede enseñar de manera transversal, de Ciencias de la Computación, como contenido con espacio curricular propio.
  - b. Abordando la alfabetización digital como paradigma, y la programación y la robótica como subcomponentes.
  - c. Reconociendo en la alfabetización digital la capacidad de utilizar sistemas informáticos con confianza y eficacia; entre ellos se incluyen:
    - i. Aplicaciones de oficina como procesadores de texto, presentaciones y hojas de cálculo.
    - ii. Internet, incluida la navegación, la búsqueda y la creación de contenido para la web, la comunicación y la colaboración por correo electrónico, redes sociales, espacios de trabajo colaborativo y foros de discusión.
    - iii. Aplicaciones creativas como la fotografía digital, la edición de video o la edición de audio.
  - d. Enseñando que Tecnología de la Información y Ciencias de la Computación son áreas de conocimiento de naturaleza diferente, con propósitos distintos, aunque tienen áreas de sinergia. Ciencias de la Computación es una disciplina académica, de la misma manera

que lo son Matemática y Física. La alfabetización digital es una habilidad central para abordar todas las materias del currículo escolar, incluidas Tecnología de la Información y Ciencias de la Computación.

- e. Comprendiendo que, en este contexto, las Ciencias de la Computación permiten desarrollar habilidades ligadas a la abstracción, la descomposición de un problema en subproblemas, el reconocimiento de patrones, la modelización y la enseñanza de la programación como la estrategia más adecuada para adquirir esta competencia técnica; ligada al conocimiento del funcionamiento de una computadora y su capacidad de cómputo.
3. ¿A qué sector de la población escolar debería estar dirigida la enseñanza de las Ciencias de la Computación?
    - a. En la mayoría de los países se ha pensado para niños, niñas y adolescentes escolarizados. Es decir, se argumenta que si el objetivo es la alfabetización digital, la democratización de los saberes de computación y el abordaje de las brechas digitales, los contenidos de computación deberían ser ofrecidos a toda la población escolar.
    - b. Por ello, las propuestas de reforma buscan incluir las CC en el sistema educativo formal, tendiendo a la universalización y obligatoriedad de la formación.
    - c. En pocos países la propuesta se presenta escindida del sistema formal, vinculada a la recreación y la estimulación intelectual (por caso Singapur y Estonia).
    - d. En algunos países se comienza por poblaciones en condiciones de vulnerabilidad social, grupos sociales en condiciones de desventaja, por condiciones étnicas, raciales, de género, justamente porque se busca achicar la brecha digital. (Como por ejemplo, Israel y EE.UU.).
  4. ¿Cómo se puede abordar el proceso de introducción de las Ciencias de la Computación en las escuelas?
    - a. Algunos países han definido etapas en la implementación. Por ejemplo, Israel propuso comenzar por las zonas vulnerables. El programa Exploring Computer Sciences también busca generar cobertura lentamente haciendo acuerdos con escuelas y con docentes que puedan participar de la capacitación. Es decir, se piensa en proyectos graduales. Otros países deciden poner en vigencia el currículo al mismo tiempo que forman a los docentes e instrumentan los planes de apoyo a la implementación. Los argumentos para este segundo caso es el carácter de “urgencia” de la innovación.
    - b. Si se piensa en un esquema gradual, es posible un propósito acotado de la política educativa y que este sea objeto de actualización a lo largo del tiempo en función de los hitos que se van cumpliendo.



- c. Se puede determinar quiénes serán los destinatarios iniciales y, luego, actualizarlo a lo largo del tiempo en función del alcance de los primeros objetivos.
5. ¿Quiénes son los actores más adecuados para elaborar un programa que introduzca las Ciencias de la Computación en las escuelas?
  - a. Una diversidad de actores que provengan de diferentes organizaciones es deseable para generar un amplio consenso sobre la inclusión de las Ciencias de la Computación. Entre ellos es importante la participación de expertos en docencia e investigación de la disciplina para conformar un consejo de asesores (y/o decisores) de la política a lo largo del tiempo, de docentes de Computación del sistema educativo obligatorio quienes desarrollan a diario un saber sobre la enseñanza de la disciplina, y de miembros de diferentes industrias y organizaciones relacionadas con la tecnología digital.
  - b. Asimismo deberán involucrarse expertos en el contenido, referentes del campo pedagógico, funcionarios de la cartera educativa y científicos para la elaboración de un currículo que se articule con los objetivos más amplios del sistema educativo.
  - c. En algunos casos, los ministerios de Educación han articulado con sectores privados (como proveedores de internet, industrias del software y del hardware, industrias de servicios) para desarrollar algunos recursos de la reforma, tales como materiales didácticos o formación docente.
6. ¿Cómo se ha definido el currículo en los países que ya han introducido las Ciencias de la Computación?
  - a. En los países en que se incluyeron las Ciencias de la Computación se ha definido la disciplina (qué son las Ciencias de la Computación) y luego se han recortado áreas para ser ofrecidas como contenidos en las escuelas. Algunos países también avanzaron con el enfoque didáctico sobre cómo enseñar computación en el mismo documento curricular.
  - b. Las definiciones curriculares realizadas tienen generalmente alcance nacional y detallan en qué asignaturas se abordan los diferentes conceptos y con qué enfoque didáctico, como así también los objetivos de aprendizaje en cada año. El cuerpo docente y las escuelas tienen autonomía en los métodos de enseñanza y materiales que utilizan.
7. ¿Las Ciencias de la Computación deberían ser optativas u obligatorias?
  - a. La obligatoriedad de la disciplina depende de cómo se ha definido el problema de alfabetización digital. Si la alfabetización digital se define como imprescindible para la formación del ciudadano, entonces la enseñanza de las Ciencias de la Computación se ofrece como obligatoria.
  - b. Si el objetivo es cerrar brechas digitales según origen, escuela y género, entonces la enseñanza de la computación también se ofrece como obligatoria.

- c. En algunos países la obligatoriedad se instala solamente para el nivel primario. En estos países el objetivo es desarrollar capacidades de pensamiento computacional en la primaria —es decir, abordar problemas computacionales—. Para el nivel secundario se delegan las habilidades de codificación en un lenguaje profesional. En estos casos, se ofrece como materia optativa o parte de una orientación específica del secundario.
8. ¿Debería introducirse una materia específica de Computación o Informática o enseñarse de manera transversal?
- a. Hay un amplio consenso en que la alfabetización digital tiene diferentes componentes. Los componentes relativos al manejo de las tecnologías, la seguridad informática y la digitalización pueden abordarse transversalmente. No obstante, los especialistas afirman que las Ciencias de la Computación son un campo disciplinar propio. Por eso, aun en Finlandia, donde la alfabetización digital es transversal, los conceptos de Computación se incluyen expresamente en Matemáticas y Manualidades y Tecnología. Nuestro entrevistado apunta a que, en la práctica, la dimensión conceptual y algorítmica ha estado a cargo del docente de Matemáticas y la práctica y perspectiva computacional, a cargo de Manualidades. El resto de los países ofrece un espacio curricular propio dentro del sistema educativo.
- b. Ciencias de la Computación debe interpretarse como una disciplina rigurosa del conocimiento científico, de la misma manera que Matemática o Física. Esta disciplina cubre principios tales como algoritmos, estructuras de datos, programación, arquitectura de sistemas, diseño, resolución de problemas, etc.
- c. Establecer límites rígidos entre las materias es problemático. En muchos casos, las Ciencias de la Computación son vistas principalmente como una “herramienta” para otras ciencias en lugar de una materia en sí misma.
9. ¿Cómo se ha financiado la introducción de las Ciencias de la Computación en los sistemas educativos?
- a. Cuando la introducción ha sido sistemática y realizada en el currículo oficial, el principal financiamiento viene del Estado nacional.
- b. El Estado ha financiado los esfuerzos de formación docente.
- c. Las universidades tienen a cargo la formación inicial y algunos cursos de formación continua.
- d. El Estado nacional ha otorgado becas de equipamiento a las escuelas.
- e. El Estado ha financiado los programas de docentes líderes o tutores en Inglaterra y Finlandia, respectivamente.
10. ¿Cuál es la mejor herramienta para enseñar Ciencias de la Computación?

- a. Las herramientas dependen de la selección de contenidos que se quieran ofrecer. Para enseñar a programar, la mayoría de los países comienzan utilizando entornos de programación de acceso gratuito que utilizan un lenguaje de bloques. Luego, en el nivel secundario utilizan entornos de programación en Python.
  - b. Para enseñar principios de robótica —que incluyen contenidos de programación— son generalmente las escuelas quienes deciden qué herramientas utilizar. El equipamiento específico puede incluir robots, microcontroladores, placas arduino, etc. Incluir masivamente las Ciencias de la Computación a través de equipamiento tangible puede ser costoso, no solo por el equipamiento en sí, sino por la formación docente para usarlo. Se ha reportado en varios países la subutilización o no utilización de equipamiento, inclusive en Finlandia.
  - c. Es deseable que las escuelas tengan condiciones de laboratorios previos para introducir nuevo equipamiento, si no, es conveniente primero armar laboratorios simples, pero robustos, y gradualmente incorporar equipamiento tangible específico.
  - d. Es necesario tener presente que los conceptos de Computación tienen una existencia independiente de las tecnologías específicas, especialmente aquellas que tienen una vida corta.
11. ¿Cómo se ha pensado la formación de las y los docentes?
- a. Los países han pensado primero sobre el perfil docente que se espera que esté a cargo de la enseñanza. En función de ello han diseñado las formaciones iniciales y en servicio. También se ha convocado a profesionales con el perfil buscado.
  - b. Se han brindado cursos cortos optativos para docentes innovadores, directivos u otros actores del sistema que no tienen a cargo la enseñanza de conceptos específicos, pero necesitan comprender la disciplina en cuestión para pensar proyectos interdisciplinarios en las escuelas.
  - c. Se han puesto a disposición especializaciones o postitulaciones para docentes del sistema que quieran reconvertirse en docentes de Computación.
  - d. Se han dictado cursos cortos obligatorios para las y los docentes que tienen sólida formación en el contenido, pero no en la didáctica (tales como técnicos, profesionales informáticos, ingenieros, etc.).
  - e. Se ha incluido contenidos de Ciencias de la Computación en la formación inicial del nivel o los niveles en los que se quiere impactar.
  - f. Se han abierto profesoradoes específicos para la formación de profesionales en el tema.
  - g. Se ha facilitado la formación sistematizada y/o centralizada.
12. ¿Cuáles han sido las mejores estrategias de formación docente?

- a. Del caso Israelí, rescatamos los profesorados universitarios que realizan una articulación entre teoría y práctica a través de experiencias de prácticas docentes en las escuelas y reflexiones en la universidad en simultáneo.
  - b. Del caso de EE. UU., Exploring Computer Sciences, identificamos las experiencias de microclases con momentos de reflexión pedagógica y de contenido para las formaciones más breves. Llevar a cabo la clase en un ambiente de confianza junto a los pares contribuye a la apropiación de los contenidos pedagógicos y disciplinares.
  - c. En general, las formaciones docentes proponen una articulación de saberes pedagógicos y de contenidos.
  - d. Se incluyen como parte de los saberes pedagógicos aquellos relativos a las inequidades de acceso a las tecnologías, las brechas digitales, sobre todo las brechas de género.
  - e. Sólida formación en el contenido de un año que, como mínimo, incluye: algoritmos, un lenguaje de programación, pseudocódigos o aritmética.
13. ¿Cuál ha sido el rol de las universidades? En la mayoría de los casos, las universidades tienen un rol predominante en:
- a. la conformación de equipos de expertos que colaboran con las definiciones curriculares y pedagógicas,
  - b. los diseños y ejecuciones de la formación de las y los docentes,
  - c. las investigaciones y análisis sobre la puesta en marcha de los programas,
  - d. la disponibilidad de información sobre estrategias de enseñanza innovadoras y efectivas en la promoción de los aprendizajes.
14. ¿Qué aspectos de la implementación de las políticas educativas orientadas a las Ciencias de la Computación se han analizado?
- a. Financiamiento de nuevas instituciones capaces de capitalizar los logros del programa y nuclear los aprendizajes durante la acción.
  - b. Diseño de líneas de investigación del programa implementado y de los aprendizajes adquiridos.
  - c. Análisis de consideraciones técnicas y económicas respecto de la infraestructura tecnológica y el equipamiento necesario para la implementación.
  - d. Identificación de momentos necesarios para la reformulación de los programas.
  - e. Evaluación del programa y su sistemática con el propósito de medir el alcance de los propósitos iniciales.
  - f. Evaluación de los aprendizajes con el propósito de revisar el currículo y las propuestas de enseñanza.
  - g. Evaluación del uso y la utilidad de los materiales didácticos desarrollados.
  - h. Evaluación de casos tomados para experiencias piloto.

## ¿Es posible replicar los programas en otros contextos educativos?

Debido a las diferencias sustanciales de los contextos nacionales, las estructuras de los sistemas educativos y las condiciones previas de enseñanza de Computación, es complejo comparar y más aún transferir los modelos aplicados en un determinado país a otro contexto.

Los países que tienen una administración de la educación centralizada tienen menos dificultades para llevar adelante reformas de carácter nacional (al menos a nivel normativo), en tanto que los países con administraciones federales o descentralizadas tienden a la generación de escenarios heterogéneos que suelen acentuar las desigualdades iniciales. Asimismo, las condiciones socioeconómicas y de acceso a la educación son factores fundamentales a considerar al momento de replicar políticas exitosas.

Sin perder de vista lo anterior, las experiencias comparadas nos ofrecen aprendizajes valiosos y nos dan indicios de aquellas cuestiones que deben ser abordadas al momento de diseñar un plan nacional. En el apartado referido a las dimensiones de la política pública, se incluye una enumeración que puede resultar útil, aun así luego de haber relevado diferentes experiencias podemos concluir que un aspecto crítico y central es la formación de las y los docentes.

Resulta fundamental diseñar un plan que contemple tanto a las y los docentes en ejercicio como aquellos que se están formando. Al mismo tiempo, es importante saber qué cantidad de docentes son necesarios y establecer incentivos para alcanzar el objetivo propuesto. Al momento de tomar como referencia experiencias desarrolladas en otros países, es importante considerar las características de la población docente del lugar que se está tomando como referencia.

En cuanto al equipamiento, casos como el de Inglaterra muestran las potencialidades de la asociación con el sector privado. Si bien no se hicieron entregas masivas de dispositivos, se desarrollaron modelos de bajo costo (micro:bit y Raspberry Pi) que, acompañados de materiales didácticos, ofrecen muchas posibilidades para abordar contenidos de PC en el aula.

La inclusión de investigaciones acerca de las políticas aplicadas y una constante evaluación de los impactos que se van produciendo también permiten que la toma de decisiones esté constantemente guiada por información confiable.

## Algunas consideraciones finales

En esta publicación respondimos a la pregunta “¿Qué están haciendo otros países en materia de inclusión de las Ciencias de la Computación en la escuela?”. Es una pregunta frecuente de toda la

comunidad educativa. Docentes, investigadores, funcionarios públicos en la cartera educativa necesitan conocer cómo se está pensando en otros países la alfabetización digital desde las escuelas.

Para responder a esta pregunta reconstruimos las experiencias de diez países analizando —en términos generales— los instrumentos de la política educativa que pusieron en juego para incluir contenidos de Ciencias de la Computación en sus currículos obligatorios.

Sin embargo, la decisión sobre qué instrumentos seleccionar responde a condiciones históricas, a tradiciones pedagógicas, al modo en que funcionan los sistemas educativos, al financiamiento previsto, a la formación de los docentes, etc. Es por eso que analizamos tres casos en profundidad para comprender cómo y con qué condiciones se fueron construyendo las decisiones sobre dichos instrumentos de la política educativa.

Es mucho lo que se puede aprender de otras experiencias, de sus aciertos y sus errores. Sobre todo, aquellos que trabajamos en el campo de la enseñanza de la computación podemos avanzar en nuestros programas sin tener que comenzar todo de cero. Como la producción de la ciencia misma, en materia de políticas y programas educativos, también es posible recuperar lo que otros han pensado, diseñado, ejecutado y analizado para enriquecer los debates propios de cada contexto.

Un enfoque latinoamericano ciertamente deberá promover un currículo emancipatorio de las Ciencias de la Computación que permita a nuestros estudiantes comprender cómo funciona el mundo digital que nos atraviesa, reflexionar sobre las consecuencias de la introducción de diferentes sistemas de cómputos, valorar el potencial que tiene para contribuir a solucionar problemas regionales, y desarrollar soberanía tecnológica. Las experiencias de otros territorios son un buen punto de partida para seguir pensando.

## 7. Aproximaciones metodológicas

En este capítulo describimos cómo se desarrolló el estudio que presentamos y cómo fuimos construyendo las premisas y afirmaciones ofrecidas. Además de ofrecer datos y resultados, es importante transparentar los procesos de construcción de saberes para que los lectores puedan valorar su validez y, por qué no, pensar maneras de complementar el estudio.

Como la mayoría de las investigaciones, este estudio se dividió en tres etapas. En una primera etapa realizamos el recorte del problema (presentado fundamentalmente en la introducción de esta publicación). Revisamos los principales debates en torno a la inclusión de las CC y definimos la necesidad de analizar políticas y programas educativos para documentar los avances del sector. Luego, revisamos los antecedentes de investigación de nuestro objeto que describimos en el capítulo 2 de esta publicación. Asimismo, elaboramos un breve marco conceptual que fue clave para orientar la búsqueda de información y organizarla y luego realizar un análisis comparativo de los casos. En el desarrollo de ese marco conceptual elaboramos las principales dimensiones de análisis que describimos a continuación.

### Dimensiones de análisis de los programas

Para poder realizar la búsqueda de la información que sería insumo de nuestro estudio desarrollamos las principales dimensiones analíticas que orientaron la investigación. En esta sección abordamos definiciones en torno a los elementos centrales de los programas.

**Lógica del programa:** Siguiendo a Chen (2005), en tanto articulación de acciones, los programas revisten una lógica interna, es decir, las acciones se combinan para promover los objetivos planteados. Por tanto, un análisis de los programas requiere identificar los objetivos de los programas y estudiar la coherencia interna de estas acciones.

Dentro de los objetivos y recuperando la mirada de Lugo e Ithuburu (2019), se identifican las funciones sociales de los programas, en tanto reconocimiento de brechas digitales entre sectores sociales y género. En consonancia con Bocconi (2016), se analizan dentro de los objetivos cómo las diferentes políticas definen los problemas educativos para los cuales se elabora el programa. Como se reportó en el informe citado, los problemas difieren según la alineación de la oferta educativa con las necesidades del campo laboral, la desigualdad educativa, la formación de la ciudadanía, y la formación en habilidades del siglo XXI.

**Modelos de enseñanza:** Otra dimensión de estudio implica operacionalizar los modelos de enseñanza de cada programa. Esto incluye analizar los contenidos seleccionados, las estrategias didácticas, los



recursos provistos, la asignación de los perfiles profesionales para distribuir esos contenidos y usar esos recursos, y el enfoque de evaluación de los aprendizajes. Los recursos incluyen tanto infraestructura como equipamiento.

**Destinatarios:** abordamos también quiénes fueron los destinatarios del programa (edades, roles, contexto social, formación previa).

**Contexto de implementación del programa:** refiere al encuadre político del programa. Este puede medirse en función de su grado de institucionalidad; el ámbito de concretización en relación con el sistema educativo formal; la diversidad de actores intervinientes, sus roles y su nivel de articulación.

**Alcance espacio temporal del proyecto :** dimensión del proyecto en términos territoriales, pero también de duración en el tiempo (escala territorial, duración, proyección a futuro, diversidad de las acciones comprendidas y destinatarios alcanzados, sistematización, las prácticas y producción de conocimiento a partir de investigaciones sobre las mismas, cantidad de destinatarios, monto de los recursos invertidos, etc.).

**Preparación y selección de los docentes:** A partir de esta dimensión se intentó recuperar cómo se ha pensado la preparación y selección de los docentes (reconversión de docentes del sistema, inclusión de nuevos perfiles, formación continua y en tal caso qué modelo de formación se ha previsto). Algunas subdimensiones propias de la formación docente son:

- Cursos cortos optativos para docentes innovadores, directivos u otros actores del sistema.
- Especializaciones o postitulaciones para docentes innovadores, directores u otros actores del sistema.
- Cursos cortos obligatorios para los docentes y demás actores del nivel en el que se quiere impactar.
- Inclusión del tema en la formación inicial del nivel o los niveles en los que se quiere impactar.
- Profesorados específicos para la formación de profesionales en el tema.

Para comprender cómo los contextos escolares se apropian de las innovaciones educativas es necesario analizar estos procesos en su historicidad y coherencia. Esto incluye reconstruir la historia reciente del ingreso de las tecnologías al sistema educativo en donde se instala la experiencia para comprender las capacidades previas del sistema de comprender y ejecutar la innovación. En cuanto a la coherencia, analizamos la articulación y alineamiento interno de los instrumentos de cada programa (currículo, formación docente, rol de equipos técnicos, evaluación) en torno a los objetivos, visión

general y definiciones del problema educativo que da origen a la propuesta (Martínez, 2006, Chen, 2005, Fernández, 2004). Se tuvo en cuenta la coherencia entre los mecanismos del programa para promover las innovaciones desde el marco de McDonnell y Elmore (1987), según los mecanismos sean mandatos, de desarrollo de capacidades, simbólicos, de cambios de sistema o transferencia de recursos.

## Enfoque metodológico

En una segunda etapa ejecutamos el estudio propiamente dicho. Para documentar programas educativos que incluyan las CC en el sistema del estudio seguimos un enfoque metaanalítico de corte cualitativo. Se analizan principalmente datos de segunda mano de diferentes fuentes y se presentan de manera agregada por país y entre países.

### Selección de la muestra

Durante la primera etapa se le propuso a la Fundación Adela una lista de catorce países y sus respectivos programas para realizar una selección de diez casos. Estos catorce casos mostraban una diversidad de posibilidades de desarrollo de programas y eran de diversos continentes y regiones. Además, observamos en esa primera selección que era factible recuperar documentación de los programas disponibles en forma abierta. Cabe recalcar que toda la investigación se llevó a cabo durante el 2020 por lo cual no existía ninguna posibilidad de buscar información más allá de lo disponible por vía virtual. La Fundación Adela eligió diez casos entendiendo que ofrecían programas interesantes para ser documentados y que estaban escasamente estudiados. Por ejemplo, Costa Rica tiene un programa de más de treinta años pero del cual sabemos bastante. Se priorizó, en cambio, documentar programas escasamente relevados.

### Recolección de información

La principal fuente de recolección de datos fueron documentos disponibles de manera abierta u obtenidos a través de solicitudes a diferentes organismos. Estos documentos incluyen: artículos de publicación científica, libros de texto, informes de investigación, documentos que describen los programas, blogs o sitios de los programas y las escuelas que participan, etc. Estos documentos permitieron recuperar los objetivos del programa, la lógica interna, las definiciones de Pensamiento Computacional y Ciencias de la Computación, los receptores del programa, etc.

### Análisis de la información

Con los datos recolectados construimos los “casos”. Para cada uno de los diez casos se organizó la información recolectada en las principales dimensiones de análisis propuestas. Además, en cada caso

se agregaron categorías que emergen de la lectura de cada programa. Los textos organizados en las dimensiones analíticas permitieron en una segunda etapa la comparación entre los casos, este es el producto que presentamos en el capítulo 2 de esta publicación.

### Los casos en profundidad

En una tercera etapa y sobre la base de la descripción de los casos, la Fundación Adela seleccionó tres casos para hacer un estudio en profundidad. El criterio de selección de los casos se basó en que eran casos interesantes en sus programas, innovadores y sobre todo que tenían una trayectoria sobre la cual poder recabar información. Sobre estos casos se amplió la bibliografía y se identificaron referentes de los programas para hacer entrevistas en profundidad. Sobre la selección de referentes, se buscó que tuvieran antigüedad en el programa y que hubieran participado en diferentes funciones. Muchos de ellos tienen publicaciones sobre el programa, lo que da cuenta de su conocimiento sobre el mismo. Contactamos a varios referentes y afortunadamente muchos de ellos respondieron con generosidad y amabilidad y pudimos llevar a cabo las entrevistas. Se realizaron seis entrevistas, dos por cada caso. La información obtenida en las entrevistas y la bibliografía ampliada se incluyó en la descripción de los casos. De esta manera, se reescribieron los tres casos en profundidad incorporando datos de primera mano que daban cuenta de cómo se había vivido el programa, datos no publicados e información sobre los contextos históricos y políticos escasamente explicitada en documentos oficiales y publicación científica.

## Bibliografía

- Bocconi, S., Chiocciariello, A., Dettori, G., Ferrari, A., & Engelhardt, K. (2016). *Developing computational thinking in compulsory education—Implications for policy and practice* (No. JRC104188). Joint Research Centre (Seville site).
- Chen, H. T., & Chen, H. T. (2005). *Practical program evaluation: Assessing and improving planning, implementation, and effectiveness*. Sage.
- Fernández, P. M. (2004). “La construcción de programas educativos de calidad”. *Revista Complutense de Educación*, 15(2), 485–508.
- Lugo, M. T., Ithurburu, V. (2019). “Políticas digitales en América Latina: tecnologías para fortalecer la educación de calidad”. *Revista Iberoamericana de Educación*.
- Martinez, M. C. (2006). *Leadership Alignment, The challenge of Distributed Leadership*. Tesis de Doctorado. Rutgers University.

McDonnell, L. M., & Elmore, R. F. (1987). "Getting the job done: Alternative policy instruments". *Educational evaluation and policy analysis*, 9(2), 133-152.

# Referencias consultadas por país

## Australia

### Sitios institucionales

ACARA. *Australian Curriculum and Assessment Reporting Authority*. Disponible en: <https://acara.edu.au/>

ACARA. “Research and Reports”. *Australian Curriculum and Assessment Reporting Authority*. Disponible en: <https://acara.edu.au/curriculum/research-and-reports>

Australian Computing Academy. Disponible en: <https://aca.edu.au/>

Universidad de Adelaide, *Computer Science Education Research Group* (CSER). Disponible en: <https://csermoocs.adelaide.edu.au/>

Digital Technologies Hub. Disponible en: <https://www.digitaltechnologieshub.edu.au/>

Education Services Australia (ESA). Disponible en: <https://www.esa.edu.au/about/about-us>

National Assessment Program (NAP). Disponible en: <https://www.nap.edu.au/>

### Documentos consultados

ACARA (2018). *Monitoring the effectiveness of F-10 Australian Curriculum*. Recuperado el 13/01/2020 en: <https://www.acara.edu.au/docs/default-source/curriculum/2018-monitoring-the-effectiveness-of-f-y-10-australian-curriculum-report.pdf?sfvrsn=2>

ACARA (2019). *Measurement Framework for Schooling in Australia*. *Australian Curriculum, Assessment and Reporting Authority*. Recuperado el 13/01/2020 en: <https://www.acara.edu.au/reporting>

Australian Curriculum (2015). *F-10 curriculum. Technologies*. Recuperado el 13/01/2020 en: <https://www.australiancurriculum.edu.au/f-10-curriculum/technologies/>

Australian Curriculum (2020 a). “Digital Technologies, Rationale”, *Technologies F-10 curriculum* . Recuperado el 13/01/2020 en: <https://www.australiancurriculum.edu.au/f-10-curriculum/technologies/digital-technologies/rationale/>

Australian Curriculum (2020 b), “Key Ideas”, *Technologies F-10 curriculum*. Recuperado el 13/01/2020 en <https://www.australiancurriculum.edu.au/f-10-curriculum/technologies/key-ideas/>

Australian Curriculum (2020 c). “Digital Technologies, Structure”, *Technologies F-10 curriculum*.

Recuperado el 13/01/2020 en:

<https://www.australiancurriculum.edu.au/f-10-curriculum/technologies/digital-technologies/structure/>

Australian Curriculum (s.f), *Technologies F-10 curriculum, Sequence of contents*. Recuperado el 13/01/2020 en <https://www.australiancurriculum.edu.au/f-10-curriculum/technologies/pdf-documents/>

Australian Curriculum (s.f.), *Program Research (2017-2020)*. Recuperado el 13/01/2020 en <https://www.australiancurriculum.edu.au/resources-and-publications/publications/program-of-research-2017-2020/>

Australia. Departamento de Educación (2019a). *Support for Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM)*. Recuperado el 13/01/2020 en

<https://www.education.gov.au/support-science-technology-engineering-and-mathematics>

Australia. Departamento de Educación (2019b). *School funding*. Recuperado el 13/01/2020 en

<https://www.education.gov.au/funding-schools>

Curran, J.; Schulz, K.; Hogan, A. (2019). *Coding and Computational Thinking. What is the Evidence?* State of New South Wales, Department of Education, Australia.

OECD (2015a). *Programme for International Student Assessment (PISA). Students, Computers and Learning: Making the Connection*. Country Note Australia.

<https://www.oecd.org/pisa/keyfindings/PISA-2012-students-computers-australia.pdf>

OECD (2015b). *Programme for International Student Assessment (PISA). Students, Computers and Learning: Making the Connection*.

<http://www.oecd.org/publications/students-computers-and-learning-9789264239555-en.htm>

OCDE (2019). *Education at a glance 2018: Country Note*. Recuperado el 13/01/2020 en

<http://gpseducation.oecd.org/Content/EAGCountryNotes/AUS.pdf>

## Brasil

### Sitios institucionales

CIEB: <http://cieb.net.br>; <http://curriculo.cieb.net.br/>

Plan de Escuelas conectadas: <http://educacaoconectada.mec.gov.br/>

Plataforma de contenidos digitales educativos: <https://plataformaintegrada.mec.gov.br/home>

Sociedad Brasileña de Computación: <https://www.sbc.org.br/>

### Documentos consultados

Brackmann, C.; Barone, D.; Casali, A.; Boucinha, R.; Muñoz-Hernandez, S. (2016). *Computational Thinking: Panorama of the Americas*. Recuperado de [https://www.researchgate.net/profile/Christian\\_Brackmann2/publication/310807767\\_Computational\\_thinking\\_Panorama\\_of\\_the\\_Americas/links/5ae9169e0f7e9b837d3b03cb/Computational-thinking-Panorama-of-the-Americas.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Christian_Brackmann2/publication/310807767_Computational_thinking_Panorama_of_the_Americas/links/5ae9169e0f7e9b837d3b03cb/Computational-thinking-Panorama-of-the-Americas.pdf)

Brackmann, C. ; Barone, D. ; Boucinha, M.; Reichert, J. (2019). *Development of Computational Thinking in Brazilian Schools with Social and Economic Vulnerability: How to Teach Computer Science Without Machines*. Recuperado de: <https://ijer.net/index.php/ijer/article/view/1390>

Barcelos, T. S. y Silveira, I. F. (2012). *Teaching Computational Thinking in the initial series an analysis of the confluence among mathematics and Computer Sciences in elementary education and its implications for higher education* (pp. 1-8).

Soares de França, R.; Cosmo da Silva, W.; Costa do Amaral, H. J. (2013). “Despertando o interesse pela ciência da computação: Práticas na educação básica”, *VIII International Conference on Engineering and Computer Education* (pp. 282-286).

Ribeiro, L.; Nunes, D. J.; da Cruz, M. K.; de Souza Matos, E. (2013). “Computational Thinking: Possibilities and Challenges”, *Second Workshop-School on Theoretical Computer Science*.

## España

### Sitios institucionales

CodeINTEF. <http://code.intef.es/>

CodeINTEF, Recursos. <http://code.intef.es/recursos/mas-recursos/>

Kibotics. <https://kibotics.org> (Es un entorno web para la enseñanza en robótica y programación, STEM).

### Documentos consultados



García Perales, R. (2015). “Validación estadística de la batería de evaluación de la competencia matemática”, *Investigar con y para la sociedad* (pp. 63-70).

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5140626>

INTEF (2018). *Programación, robótica y pensamiento computacional en el aula – Situación en España y propuesta normativa*. Recuperado el 17/01/2020 en

<http://code.intef.es/wp-content/uploads/2018/10/Ponencia-sobre-Pensamiento-Computacional.-Informe-Final.pdf>

INTEF (2019). *La Escuela de pensamiento computacional y su impacto en el aprendizaje*. (Curso 2018/2019). Recuperado en:

[https://intef.es/wp-content/uploads/2019/12/Impacto\\_EscueladePensamientoComputacional\\_Curso2018-2019.pdf](https://intef.es/wp-content/uploads/2019/12/Impacto_EscueladePensamientoComputacional_Curso2018-2019.pdf)

INTEF (2018). *El INTEF y la escuela en la era digital: nuevos retos, nuevas oportunidades*. Recuperado en:

<https://www.educacionyfp.gob.es/dam/jcr:d4a91a69-fe33-40d8-bd40-346129a0f38b/pe-n9-art02-intef.pdf>

INTEF (s.f.). *La Escuela de pensamiento computacional*. Recuperado en:

<https://intef.es/tecnologia-educativa/pensamiento-computacional/>

España, Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Real Decreto 126/2014. Publicado en el Boletín Oficial el 28 de febrero de 2014. Se establece el currículo básico de la Educación Primaria

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

España, Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Real Decreto 1105/2014. Publicado en Boletín Oficial el 26 de diciembre de 2014. Se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria (ESO)

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

España, Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Resolución 3097. Publicada en Boletín Oficial el 19 de febrero de 2019, de la Secretaría General Técnica, por la que se publica el Convenio con la Fundación Bancaria “La Caixa” para la aplicación didáctica de la robótica según el modelo del proyecto “Escuela de Pensamiento Computacional-Tecnologías Creativas con Arduino”.

<https://www.boe.es/boe/dias/2019/03/04/pdfs/BOE-A-2019-3097.pdf>.

## Estados Unidos

Bort, H.; Guha, S.; Brylow, D. (2018). "The impact of exploring computer science in Wisconsin: where disadvantage is an advantage". *23rd Annual ACM Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education* (pp. 57-62).

Exploring Computer Science. Página oficial. <http://www.exploringcs.org>

Goode, J.; Chapman, G.; Margolis, J. (2012). "Beyond curriculum: the exploring computer science program". *ACM Inroads*, 3(2), pp. 47-53.

Lewis, D. y Davis, R. (2013). "Exploring computer science and a high school program of study in computing", En *Proceedings of the International Conference on Frontiers in Education: Computer Science and Computer Engineering (FECS)*. <http://worldcomp-proceedings.com/proc/p2013/FEC2493.pdf>

McGee, S.; Greenberg, R. I.; Dettori, L.; Reed, D. F. (2016). *Assessing the Promise of the Exploring Computer Science Program*.

[https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/44659450/ECS\\_Research.pdf?response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DAssessing\\_the\\_Promise\\_of\\_the\\_Exploring\\_C.pdf&X-Amz-Algorithm=AWS4-HMAC-SHA256&X-Amz-Credential=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A%2F20200116%2Fus-east-1%2Fs3%2Faws4\\_request&X-Amz-Date=20200116T141536Z&X-Amz-Expires=3600&X-Amz-SignedHeaders=host&X-Amz-Signature=a2a2dbb19a83e9467e9c60d18e19da473e001a948ca12013f1c6608a5b31bd9b](https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/44659450/ECS_Research.pdf?response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DAssessing_the_Promise_of_the_Exploring_C.pdf&X-Amz-Algorithm=AWS4-HMAC-SHA256&X-Amz-Credential=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A%2F20200116%2Fus-east-1%2Fs3%2Faws4_request&X-Amz-Date=20200116T141536Z&X-Amz-Expires=3600&X-Amz-SignedHeaders=host&X-Amz-Signature=a2a2dbb19a83e9467e9c60d18e19da473e001a948ca12013f1c6608a5b31bd9b)

## Estonia

Bocconi, S.; Chiocciariello, A.; Dettori, G.; Ferrari, A.; Engelhardt, K. (2016). "Developing computational thinking in compulsory education. Implications for policy and practice", EU Joint Research Center. Report. <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/093eadcc-c820-11e6-a6db-01aa75ed71a1/language-en>

Bocconi, S.; Chiocciariello, A.; Earp, J. (2018). *The Nordic approach to introducing computational thinking and programming in compulsory education*. Report prepared for theNordic@BETT2018 Steering Group. Recuperado el 20/01/2020 en: <https://doi.org/10.17471/54007>.

Eun-Jin, Kim (2019). "The digital future has already arrived - it's in Estonia: Comprehensive technology education puts the Baltic country light-years ahead", *Korea JoongAng Daily*, 10/09/19. Recuperado el 20/01/2020 en: <http://koreajoongangdaily.joins.com/news/article/article.aspx?aid=3067769>

Heintz, F.; Mannila, L.; Färnqvist, T. (2016). "A review of models for introducing computational thinking, computer science and computing in K-12 education", *IEEE Frontiers in Education Conference*

(FIE), pp. 1-9. Recuperado el 20/01/2020 en:

<https://www.ida.liu.se/divisions/aiics/publications/FIE-2016-Review-Models-Introducing.pdf>

## Finlandia

Global Innokas Blog <https://globalinnokas.com/innovative-school/>

Finnish National Agency for Education (2018). *Tutor Teachers Activities in Basic Education in Finland*.

[https://www.oph.fi/sites/default/files/documents/195451\\_oph\\_faktaa\\_express\\_3c\\_2018\\_englanti\\_sivut.pdf](https://www.oph.fi/sites/default/files/documents/195451_oph_faktaa_express_3c_2018_englanti_sivut.pdf)

Finnish National Agency for Education (2020). *Funding in pre-primary and basic education supports equity and equality*.

[https://www.oph.fi/sites/default/files/documents/funding-pre-primary-and-basic-education-2020\\_0.pdf](https://www.oph.fi/sites/default/files/documents/funding-pre-primary-and-basic-education-2020_0.pdf)

Finnish National Agency for Education (s.f.). *Finish Vet in Fact and Figures*.

[https://www.oph.fi/sites/default/files/documents/vet\\_facts\\_figures.pdf](https://www.oph.fi/sites/default/files/documents/vet_facts_figures.pdf)

Bocconi, S.; Chiocciariello, A.; Earp, J. (2018). *The Nordic approach to introducing computational thinking and programming in compulsory education*. Report prepared for theNordic@BETT2018 Steering Group.

Recuperado el 22/01/2020 en: <https://doi.org/10.17471/54007>.

Bjorksten, T. (2016). *New Pisa results: Finnish girls are the second best in the world, although they don't even have fun*. UUTISET. <https://yle.fi/uutiset/3-9336636>

Clausnitzer, J. (2022). “Number of students in educational institutions in Finland 2021, by institution”, *Statista*, marzo (2).

<https://www.statista.com/statistics/526059/finland-number-of-students-by-educational-institution/>

Deruy, E. (2017). “In Finland, Kids Learn Computer Science Without Computers”, *The Atlantic*.

Recuperado el 22/01/2020 en:

<https://www.theatlantic.com/education/archive/2017/02/teaching-computer-science-without-computers/517548/>

Dufva, T. (2018). “Creative Coding at the arts and crafts school Robotti (Käsityökoulu Robotti)”. En *Conference on Digital Humanities in the Nordic Countries*. <http://ceur-ws.org/Vol-2084/short1.pdf>

Finish Education Evaluation Center (2019). *Evaluating the State of the Finish Education System*.

[https://karvi.fi/app/uploads/2019/10/KARVI\\_T1419.pdf](https://karvi.fi/app/uploads/2019/10/KARVI_T1419.pdf)

Gülbahar, Y.; Kalelioğlu, F. (2017). “Competencies of High School Teachers and Training Needs for Computer Science Education”, *Sixth Computer Science Education Research Conference* (pp. 26–31).

Heintz, F.; Mannila, L.; Färnqvist, T. (2016). “A review of models for introducing computational thinking, computer science and computing in K–12 education”, *IEEE Frontiers in Education Conference* (pp. 1–9). Recuperado el 22/01/2020 en:  
<https://www.ida.liu.se/divisions/aiics/publications/FIE-2016-Review-Models-Introducing.pdf>

Horrocks, S. (2018). *Everyone is figuring out computer science: Finland’s take on computational thinking in schools*. London Connecting Learning Center.  
<https://londonclc.org.uk/2019/06/06/everyone-is-figuring-out-computer-science-finlands-take-on-computational-thinking-in-schools/>

Hsu, Yu-Chang; Roote Irie, Natalie; Ching, Yu-Hui (2019). *Computational Thinking Educational Policy Initiatives (CTEPI)*. Across the Globe. Recuperado el 22/01/2020 en:  
<https://doi.org/10.1007/s11528-019-00384-4>

Kavander, T.; Salakoski, T. (2004). “Where Have All the Flowers Gone? – Computer Science Education in General Upper Secondary Schools”. *Kolin Kolistelut—Koli Calling 2004* (p. 112).

Kwon, S. y Schroderus, K. (2017). *Coding in schools: Comparing integration of programming into basic education curricula of Finland and South Korea*. Finnish Society on Media Education. Recuperado el 22/01/2020 en: <http://mediakasvatus.fi/wpcontent/uploads/2018/06/Coding-in-schools-FINAL-2.pdf>

Lavonen, J. (2019). *The Finnish education system cannot be copied, but parts of it can be exported*. University of Helsinki.  
<https://www.helsinki.fi/en/news/teaching-studying-at-the-university/jari-lavonen-the-finnish-education-system-cannot-be-copied-but-parts-of-it-can-be-exported>

Lavonen, J.; Henning, E.; Petersen, N.; Loukomies, A.; Myllyviita, A. (2018). “A comparison of student teacher learning from practice in university-affiliated schools in Helsinki and Johannesburg”, *European Journal of Teacher Education*.

Licht, A. H.; Tasiopoulou, E.; Wastiau, P. (2017). *Open Book of Educational Innovation*. European Schoolnet, Brussels. Recuperado el 22/01/2020 en:  
<https://www.schooleducationgateway.eu/en/pub/resources/publications/open-book-of-educational-innovation.htm>

Lonka, K. (2018). *Education lifted Finland out of poverty, but we need to keep developing to remain at the cutting edge*. University of Helsinki.

[https://www.helsinki.fi/en/news/education-news/kirsti-lonka-education-lifted-finland-out-of-poverty-but-we-need-to-keep-developing-to-remain-at-the-cutting-edge?gclid=Cj0KCQjwybDoBRDyARISACyS8mv9at5\\_yItSSoZyE2wun95XqS7n307zxEzkd1HEKHHJyb\\_UDEU27caAsJ-EALw\\_wcB](https://www.helsinki.fi/en/news/education-news/kirsti-lonka-education-lifted-finland-out-of-poverty-but-we-need-to-keep-developing-to-remain-at-the-cutting-edge?gclid=Cj0KCQjwybDoBRDyARISACyS8mv9at5_yItSSoZyE2wun95XqS7n307zxEzkd1HEKHHJyb_UDEU27caAsJ-EALw_wcB)

Niemi, H. (2013). "The Finnish teacher education. Teachers for equity and professional autonomy", *Revista Española de Educación Comparada*, 22, 117-138.

<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.850.6797&rep=rep1&type=pdf>

Pietarinen, J.; Pyhältö, K.; Soini, T. (2017). "Large-scale Curriculum Reform in Finland. Exploring the Interrelation between Implementation Strategy, the Function of the Reform, and Curriculum Coherence", *The Curriculum Journal*, 28(1), pp. 22-40. Disponible en:

[https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1080/09585176.2016.1179205?casa\\_token=8GWqBKz3InQAAA:nfCADUT9UXsOMQLlBorwCUP8NNEqWyhUfERYOH\\_WnMxo1wBPBi-KuHA4A\\_pyrioJTKBELH2jSoRQy78](https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1080/09585176.2016.1179205?casa_token=8GWqBKz3InQAAA:nfCADUT9UXsOMQLlBorwCUP8NNEqWyhUfERYOH_WnMxo1wBPBi-KuHA4A_pyrioJTKBELH2jSoRQy78)

Porko-Hudd, M.; Pöllänen, S.; Lindfors, E. (2018). "Common and holistic crafts education in Finland", *Techne serien-Forskning i Slöjdpedagogik och Slöjdvetskap*, vol. 25(3), 26-38.

Pöllänen, S.; Pöllänen, K. (2019). "Beyond Programming and Crafts: Towards Computational Thinking in Basic Education", *Design and Technology Education*, 24(1). Recuperado el 22/01/2020 en:

<https://eric.ed.gov/?id=EJ1211980>

Tiesalo, P. (2016). OAJ: *In-service teacher training with reterpa. Primary school reform requires a lot from staff*. Uutiset. <https://yle.fi/uutiset/3-9072070>

Toikkanen, T. (2015). "Coding in school: Finland takes lead in Europe", Learning Environments research group. Recuperado el 22/01/2020 en:

<https://legroup.aalto.fi/2015/11/coding-in-school-finland-takes-lead-in-europe/>

Vitikka, E.; Krokfors, L.; Hurmerinta, E. (2012). "The Finnish National Core Curriculum", *Miracle of education* (pp. 83-96).

Vahtivuori-Hanninen, S.; Halinen, I.; Niemi, H.; Lavonen, J.; Lipponen, L. (2014). *A New Finnish National Core Curriculum for Basic Education and Technology as an Integrated Tool for Learning*. Israel

- Bargury, I. Z.; Cohen, A.; Haberman, B.; Hotoveli, R.; Muller, O. ; Levy, D.; Zohar, D. (2012). “Implementing a New Computer Science Curriculum for Middle School in Israel”, *Frontiers in Education Conference*.
- Benaya, T.; Dagiene, V.; Stupuriene, G.; Zuri, E. (2017). “Computer Science High School Curriculum in Israel and Lithuania. Comparison and Teachers’ Views”, *Modern Computing*, vol. 5(2), 164–182.
- Bocconi, S.; Chiocciariello, A.; Dettori, G.; Ferrari, A.; Engelhardt, K. (2016). “Developing computational thinking in compulsory education. Implications for policy and practice”, EU Joint Research Center. Report.<https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/093eadcc-c820-11e6-a6db-01aa75ed71a1/language-en>
- Gal-Ezer, J.; Beeri, C.; Harel, D.; Yehudai, A. (1995). “A High School Program in Computer Science”. *Computer Education*, 28 (10), 73–80.
- Gal-Ezer, J.; Zur, E. (2007). “Reaching Out to CS Teachers: Certification via Distance Learning. Math”, *Computer Education*, 41(3), 250–265.
- Gal-Ezer, J. y Stephenson, C. (2014). “A Tale of Two Countries: Successes and Challenges in K-12 Computer Science Education in Israel and the United States”, *Computer Education*, 14(2).
- Hazzan, O.; Gal-Ezer, J.; Blum, L. (2008). “A model for High School Computer Science Education: The Four Key Elements that Make It!”, *39th Technical Symposium on Computer Science Education* (pp. 281–285).
- Zur Bargury, I. (2012). “A new Curriculum for Junior-High in Computer Science”, *Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education*.
- Hazzan, O.; Lapidot, T.; Ragonis, N. (2014). “Guide to Teaching Computer Science: an Activity-Based Approach”, Vol. 1. Londres: Springer-Verlag.

## Polonia

- Bocconi, S.; Chiocciariello, A.; Dettori, G.; Ferrari, A.; Engelhardt, K. (2016). “Developing computational thinking in compulsory education. Implications for policy and practice”, EU Joint Research Center. Report.<https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/093eadcc-c820-11e6-a6db-01aa75ed71a1/language-en>
- Sysło, M. M. (2014). “The First 25 Years of Computers in Education in Poland: 1965 – 1990”, *Reflections on the History of Computers in Education. IFIP Advances in Information and Communication Technology*, vol. 424.

Sysło, M. M. (2011). "Outreach to Prospective Informatics Students". En *Informatics in Schools. Contributing to 21st Century Education: 5th International Conference on Informatics in Schools: Situation, Evolution and Perspectives*, ISSEP 2011, Bratislava, Slovakia, octubre 26–29, 2011. *Proceedings 5* (pp. 56–70). Berlín, Heidelberg: Springer.

Sysło, M. M., & Kwiatkowska, A. B. (2013). "Informatics for all high school students: A computational thinking approach". En *Informatics in Schools. Sustainable Informatics Education for Pupils of all Ages: 6th International Conference on Informatics in Schools: Situation, Evolution, and Perspectives*, ISSEP 2013, Oldenburg, Alemania, febrero 26–marzo 2, 2013. *Proceedings 6* (pp. 43–56). Berlín, Heidelberg: Springer.

Sysło, M. M., & Kwiatkowska, A. B. (2008). "The challenging face of informatics education in Poland". En *Informatics Education–Supporting Computational Thinking: Third International Conference on Informatics in Secondary Schools–Evolution and Perspectives*, ISSEP 2008 Torun Poland, julio 1–4, 2008. *Proceedings 3* (pp. 1–18). Berlín, Heidelberg: Springer.

## Reino Unido

Angeli, C.; Voogt, J.; Fluck, A.; Webb, M.; Cox, M.; Malyn–Smith, J.; Zagami, J. (2016). "A K–6 Computational Thinking Curriculum Framework: Implications for Teacher Knowledge", *Journal of Educational Technology & Society*, 19(3), 47–57.

Berry, M. (2013). *Computing in the national curriculum. A guide for primary teachers*.  
<https://www.computingschool.org.uk/data/uploads/CASPrimaryComputing.pdf>

Boulton, H.; Csizmadia, A. (2018). *Implementing the computing curriculum at national and regional level: lessons learnt*.

Boylan, M.; Willis, B. (2015). *Independent study of computing at School Master Teacher programme*.

Crick, T. (2017). *Computing education: An overview of research in the field*. Final draft.

Reino Unido. Departamento de Educación. *National Curriculum in England: Computing Programmes of Study*. Recuperado el 08/01/2020 en

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

Fluck, A.; Webb, M.; Cox, M.; Angeli, C.; Malyn–Smith, J.; Voogt, J.; Zagami, J. (2016). "Arguing for Computer Science in the School Curriculum", *Journal of Educational Technology & Society*, 19(3), 38–46.



Kemp, P. (2014). *Computing in the National Curriculum. A guide for Secondary Teachers*.

[https://www.computingschool.org.uk/data/uploads/cas\\_secondary.pdf](https://www.computingschool.org.uk/data/uploads/cas_secondary.pdf)

Moller, F.; Crick, T. (2018). "A University-based Model for Supporting computer Science Curriculum Reform", *Journal of Computers in Education*, 5(4), 415-434.

Royal Society (2017). *After the Reboot: Computing Education in UK Schools*. Policy Report.

Royal Society (2012). *Shut Down or Restart? The Way Forward for Computing in UK Schools*.

Royal Society (2019). *Policy Briefing on Teachers of Computing: Recruitment, Retention and Development*.

Sentance, S.; Dorling, M.; McNicol, A.; Crick, T. (2012). "Grand Challenges for the UK: Upskilling Teachers to Teach Computer Science within the Secondary Curriculum", *Proceedings of the 7th Workshop in Primary and Secondary Computing Education* (pp. 82-85).

Sentance, S.; Csizmadia, A. (2017). "Computing in the Curriculum: Challenges and Strategies from a Teacher's Perspective", *Education and Information Technologies*, 22(2), 469-495.

Webb, M.; Davis, N.; Bell, T.; Katz, Y.J.; Reynolds, N.; Chambers, D. P.; Sysło, M. M. (2017). "Computer Science in K-12 School Curricula of the 21st Century: Why, What and When?", *Education and Information Technologies*, 22(2), 445-468.

## Singapur

Singapur, Ministerio de Comunicación. <https://www.mci.gov.sg/wps2019>

Infocomm Media Development Authority. *Developing computational thinking and making as a national capability*.

<https://www.imda.gov.sg/for-community/digital-readiness/Computational-Thinking-and-Making>

Code@SG. Student Development Program, Playmaker Overview.

<https://codesg.imda.gov.sg/in-schools/student-development/>

Code@SG. Secuenciación de contenidos.

<https://codesg.imda.gov.sg/files/icm-learning-roadmap/icm-learning-roadmap.pdf>

Seow, P.; Looi, C. K.; How, M. L.; Wadhwa, B.; Wu, L. K. (2019). "Educational Policy and Implementation of Computational Thinking and Programming: Case Study of Singapore". *Computational Thinking Education* (pp. 345-361). <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2F978-981-13-6528-7.pdf>



So, H. J.; Jong, M. S. Y.; Liu, C. C. (2019). *Computational Thinking Education in the Asian Pacific Region*.

Wu, L.; Looi, C. K.; Multisilta, J.; How, M. L.; Choi, H.; Hsu, T. C.; Tuomi, P. (2019). "Teacher's Perceptions and Readiness to Teach Coding Skills: A Comparative Study Between Finland, Mainland China, Singapore, Taiwan and South Korea", *The Asia-Pacific Education Researcher* (pp. 1-14).

Yang, J., Wu, L. K. (2014). "Changes and Trends of Teacher Preparation Policies in the International Perspective", *Comparative Education Review*, 10(7).

## Anexo 1: Comparación de las principales características de los programas

	Identificación del problema	Año de inicio	Dependencia	Relación con el sistema educativo formal	Destinatarios	Propuesta de enseñanza	Lenguajes	Formación docente
1. Australia AC:T	Pocas oportunidades para los estudiantes para crear programas. Abordar problemas de la economía, el medio ambiente y la sociedad, a través de sistemas de información de manera ética. Alfabetización digital.	2016	Estatal. Ministerio de Educación. Apoyo de ministerios de ciencias, industria y universidades que desarrollan recursos y formación docente.	Contenidos obligatorios en primaria y secundaria a través de la materia Tecnología.	Todo el universo de estudiantes a partir de los 6 años.	Resolución de problemas, creciente complejidad en el uso conceptual para abordarlos.	Comienzan con lenguaje en bloques y luego formal, cada Estado decide cuál.	Cursos cortos optativos.
2. Brasil	Precisiones sobre la enseñanza de tecnología en el marco del currículo nacional (Formación para la ciudadanía digital y la resolución de problemas).	2019	Ministerio de Educación apoyado por diferentes organizaciones.	Conceptos incluidos en 3 ejes: cultura digital, pensamiento computacional y tecnología digital. Transversal según la capacidad de los maestros. Algunos conceptos integrados con la matemática.	Obligatorio para toda la escolaridad a partir de 2019.	Enfoque basado en la ciencia. Investigación, reflexión, análisis crítico y creatividad.	No precisa. Han comenzado con experiencias unplugged.	A cargo del CIEB (Centro de innovación para la Ed. Brasileña). No hay datos sistemáticos.
3. EE.UU. Exploring Computer Science	Inequidad entre la población que recibe saberes de computación en la escuela obligatoria y quienes no. Democratización de saberes digitales para generar interés en carreras STEM en minorías.	2008	Universidades de California, Los Ángeles y Oregon. Financiado por NSF en asociación con los distritos escolares y directores de escuelas.	Es materia optativa.	Estudiantes de nivel secundario cuyas escuelas optan por el programa.	El currículo está orientado por tres ejes centrales: indagación, equidad y conceptos centrales de las Ciencias de la Computación. El enfoque por indagación propone presentar problemas o situaciones con desafíos que permitan a los estudiantes gradualmente construir, explorar y apropiarse de los conceptos.	Unplugged, Scratch, Python.	Formación intensiva de 40 horas en un curso de alta calidad que introduce conceptos de la disciplina más temas de equidad y didáctica. Seguimiento anual en comunidades de aprendizaje.

4. España Escuelas de Pensamiento Computacional	Un informe estatal en 2018 mostró que los contenidos relacionados con la programación, la robótica y el pensamiento son casi inexistentes en el currículo nacional español. Algunas comunidades han comenzado a incorporar contenidos en diferentes asignaturas de forma optativa en el secundario. Para 2018 1 de 3 de los docentes había recibido formación en PC.	2018	Ministerio de Educación. Instituto Nacional de Tecnologías Educativas.	Se integra con Matemática en primaria. Son contenidos específicos de materias optativas del secundario denominadas Tecnología.	Todos los estudiantes. Hasta ahora la implementación ha llegado al 50 % de las escuelas.	Objetivos que ponen foco en el desarrollo del pensamiento algorítmico para el nivel inicial, programación para el primario, y resolución de problemas computacionales para el secundario.	Unplugged para inicial. Scratch en primaria. Arduino en secundaria. Bachillerato Kibotics, simulador de drones y robots en Python.	Formación a distancia de 30 horas. Optativa.
5. Estonia ProgeTiiger	Necesidad de mejorar la productividad y el empleo, integrando a los jóvenes y a las personas desempleadas en el mercado laboral. Fomentar el interés por carreras STEM.	2012	Fundación de Tecnologías de la Información de Estonia en colaboración con el Ministerio.	Tema transversal en el currículo sobre tecnología de débil enmarcamento. Cada docente elige qué enseñar. Lo demás es extracurricular (clubes, etc.).	ProgeTiiger es optativo. Cobertura al 80 %	Es variada según lo que elija cada escuela. No está prescripta. La mayor carga parecería ser extracurricular.	Lego, Kodu, Scratch. Secundaria: codecademy, python, Java.	A cargo de las universidades. Combinación de cursos cortos y especializaciones. Optativa.
6. Finlandia Transversal a todo el sistema	Preparar a los ciudadanos para las economías futuras en las que la alfabetización digital será un requisito previo para el trabajo, fomentar la empleabilidad en el sector de las TIC, y fomentar las habilidades de resolución de problemas, especialmente para ayudar a resolver los problemas del país y del mundo.	2014, reforma curricular. 2016, implementación.	Estado nacional. Algunos cursos y repositorios de organizaciones privadas.	Los contenidos son transversales a todas las materias y enfocados en dos materias obligatorias: Matemáticas y Manualidades (similar a Tecnologías), con una carga de dos horas semanales.	Universo de primaria y secundaria.	El enfoque es abierto, investigativo, experimental y holístico interdisciplinario. Se centra en el diseño, resolución de problemas, secuencia de órdenes, construcción de objetos físicos y evaluación continua. Foco puesto en enseñar a programar.	Lego, Scratch, Python, Arduino.	Tres organizaciones con diferentes ofertas. Dos de financiamiento estatal. Coordinadas por grupos de la Universidad de Helsinki. Énfasis en programación.
7. Inglaterra Computing	Un informe de 2012 reveló que los contenidos TIC que distribuían las escuelas resultaban altamente insatisfactorios y no lograban motivar a los estudiantes. Se enfoca en programas de oficina, desestimando el interés por las carreras relacionadas con la	2014	Ministerio de Educación	Incluido en el currículo a través de la asignatura de Computing. Foco en conceptos centrales de computación que se ponen en práctica a través de la programación.	Primario y secundario. Baja implementación en primaria.	Espacio curricular propio, para proyectos significativos.	Se centra en conceptos y no en tecnologías específicas.	Organizaciones no gubernamentales con ofertas diversificadas. Formación de 470 maestros líderes para ofrecer capacitación a los pares. Voluntarismo docente.

	informática, donde bajó el número de inscriptos.							
8. Israel STEP	Desde los años 70 se enseñan contenidos de computación en Israel. Se han reformulado estos contenidos a lo largo de los años.	1999, secundario.  2011, primaria.  2016, toda la escolaridad.	Ministerio de Educación Nacional.	Incluido en una materia con contenidos específicos. 3 horas semanales, programa general, y 5 horas semanales, programas específicos.	Todos los niveles.	Fuerte componente conceptual con el objetivo de generar el interés entre los estudiantes.	Requisito de al menos dos lenguajes de programación diferentes.	Por parte del Instituto Israelí responsable de la formación docente.
9. Polonia	El Ministerio de Educación de Polonia tiene como objetivo que los egresados se formen acorde a las necesidades del siglo XXI y en este sentido esperan que sean educados en las Ciencias de la Computación de manera gradual. En los años de la escolarización primaria los niños y niñas se aproximan a la informática de manera lúdica y experimental.	Desde 1985. Reformas en 1999 y 2008.	Ministerio de Educación de la Nación.	Para todo el universo y además programas orientados en informática para 1000 escuelas.	Todos los niveles.	Combina uso y resolución de problemas. En primaria, aplicaciones y software educativo; en la escuela media, pensamiento algorítmico, resolución de problemas con computadoras y una introducción a la programación; en el último tramo escolar, herramienta para mejorar la formación en otras disciplinas.	No precisa,	Requisitos de que sean graduados en Ciencias de la Computación.
10. Singapur	Desarrollar la tecnología del país en todos los sectores sociales: empresarial, gubernamental, hogareño y escolar. Se sostiene la hipótesis de que la escuela asiática está diseñada para transmitir la cultura del esfuerzo, pero no el interés por el conocimiento. Por eso se proponen programas lúdicos en las escuelas por fuera del currículo obligatorio y evaluable.	2014.	Ministerio de Comunicación con apoyatura del Ministerio de Educación. Formación docente por la Universidad.	Cada escuela elige incluir estos contenidos. Clubes y talleres extracurriculares que se ofrecen en las escuelas. Materias optativas específicas de Computación en el nivel secundario.	Todos los niveles, pero es optativo. Para asegurarse de que muchos elijan estos cursos, se presenta una oferta diversificada que apela a distintos intereses.	Fuerte componente orientado a lo lúdico, la creatividad, el diseño y la construcción de proyectos a través de objetos tangibles.	Playmaker Kibo circuit stickers Microbit	Ofrecida por universidades e institutos politécnicos. Los docentes deben entregar un plan de clases después del curso para poder recibir los materiales para sus clases.

## Anexo 2: Cobertura de los sistemas educativos de los casos estudiados<sup>16</sup>

País	Puesto en igualdad de ingresos (total de 159 países)	% población que asiste a educación inicial	Cantidad de estudiantes de primaria	Escuelas secundarias técnicas	Escuelas secundarias preparatorias	Secundarias rurales	Educación para adultos	Alumnos por docente	Promedio de tamaño de la clase	Salario docente anual en dólares de secundaria
Finlandia	7	80 %	541 000	214 600	140 000	20 000	465 000	13.7	17.8	49 000
Polonia	29	80 %	2 296 516	684 955	2 407 618	577 000		14.5	21.4	26 000
<u>Australia</u>	30	85 %	2 130 000	<u>1 200 000</u>	1 520 000	<u>76 362</u>	<u>170 000</u>	15.1	24.7	63 000
Inglaterra	34	plena	4 500 000	<u>33 000</u>	2 750 000	<u>412 000</u>	<u>320 000</u>	23	23.9	38 000 (libras)
<u>Estonia</u>	40	95 %	85 617	19 102	82 646			13.2	17.3	
<u>España</u>	61	plena	<u>293 8471</u>	815 354	1 929 680	74 .219	495 000	13.6	23.6	52 000
<u>EEUU</u>	108	88 %	35 500 000	566 100	15 000 000	9 300 000 (primaria y secundaria)	<u>2 000 000</u>	15.3	27	64 000
<u>Israel</u>	115	98 %	828 732	135 697	<u>259 139</u>	3133	85 000	15.2	27.6	33 000
<u>Singapur</u>	135	<u>90 %</u>	228 670	85 000	152 687				35.5	68 000
<u>Brasil</u>	148	84 %	15 300 000	1 921 920	22 200 000		<u>1 345 165</u>	24.6	30.8	12 000

Nota: Finlandia, Polonia y Australia pertenecen al quintil de países con distribución de la riqueza más igualitaria. Inglaterra, Estonia, España pertenecen al segundo quintil de países con distribución más igualitaria. Estados Unidos e Israel pertenecen al cuarto quintil de países con menor distribución de ingresos. Singapur y Brasil pertenecen al quintil de países con mayores desigualdades.

### Fuentes consultadas para la elaboración de esta tabla

ACARA Australia Curriculum Assessment and reporting authority. Disponible en <https://www.acara.edu.au/reporting/national-report-on-schooling-in-australia/national-report-on-schooling-in-australia-2013/schools-and-schooling/school-numbers>

<sup>16</sup> Se han enlazado los vínculos a las fuentes de los datos.

Europa Press. Archivo. España tiene más de ocho millones de estudiantes y casi 700.000 profesores en enseñanzas no universitarias. Disponible en:  
<https://www.europapress.es/sociedad/educacion-00468/noticia-espana-tiene-mas-ochos-millones-estudiantes-casi-700000-profesores-ensenanzas-no-universitarias-20180708124457.html>

Datos estadísticos de la OCDE disponibles on line. <https://data.oecd.org>

Education Data Org. Disponible on line en <https://educationdata.org/k12-enrollment-statistics/>

Education Statistics Digest de Singapur. Disponible en [https://www.moe.gov.sg/docs/default-source/document/publications/education-statistics-digest/esd\\_2018.pdf](https://www.moe.gov.sg/docs/default-source/document/publications/education-statistics-digest/esd_2018.pdf)

Independent Review into Regional, Rural and Remote Education. Disponible en  
[https://docs.education.gov.au/system/files/doc/other/independent\\_review\\_into\\_regional\\_rural\\_and\\_remote\\_education.pdf](https://docs.education.gov.au/system/files/doc/other/independent_review_into_regional_rural_and_remote_education.pdf)

National Report from Brazil. Disponible en [https://uil.unesco.org/fileadmin/multimedia/uil/confintea/pdf/National\\_Reports/Latin%20America%20-%20Caribbean/Brazil.pdf](https://uil.unesco.org/fileadmin/multimedia/uil/confintea/pdf/National_Reports/Latin%20America%20-%20Caribbean/Brazil.pdf)

Scope and scale of adult and community education across Australia. Disponible en [https://ala.asn.au/wp-content/uploads/2017/10/Australian-ACE-Report-2017\\_WEB.pdf](https://ala.asn.au/wp-content/uploads/2017/10/Australian-ACE-Report-2017_WEB.pdf)

Singapore System as a Glance. Disponible en <http://ncee.org/wp-content/uploads/2018/10/Singapore-at-a-Glance.pdf>

Statista. Base de Datos. Disponible en <https://es.statista.com/estadisticas/649580/alumnos-de-primaria-publicas-y-privadas-en-espana/>

Tapping the Potential Profile of Adult Education Target Population. Informe disponible en <https://www2.ed.gov/about/offices/list/ovae/pi/AdultEd/factsh/us-country-profile.pdf>

TECHNICAL AND VOCATIONAL EDUCATION AND TRAINING AND THE LABOR MARKET IN ISRAEL. Informe Disponible en  
[https://www.etf.europa.eu/sites/default/files/m/C12578310056925BC12572F2002E198A\\_NOTE73WBUG.pdf](https://www.etf.europa.eu/sites/default/files/m/C12578310056925BC12572F2002E198A_NOTE73WBUG.pdf)

Trading Economics. Datos Estadísticos. Disponible en <https://tradingeconomics.com/estonia/school-enrollment-primary-percent-gross-wb-data.html>

Vocational training in Australia. Disponible en <https://www.vocationaltraininghq.com/vocational-training-in-australia/>

Vocational and Educational Training in Secondary School in England. Disponible en <https://lordslibrary.parliament.uk/research-briefings/lln-2019-0135/>

Rural Population. Official Statistics in the UK. Disponible en <https://www.gov.uk/government/publications/rural-population-and-migration/rural-population-201415>

NCSALL National Center for the Study of Adult Learning Literacy. Adult Learning in the United Kingdom. Disponible en <http://www.ncsall.net/index.html?id=520.html>