

## CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN EN LOS SISTEMAS EDUCATIVOS DE AMÉRICA LATINA



**Mara Borchardt e Inés Roggi**





---

© UNESCO  
International Institute for Educational Planning  
7-9 rue Eugène-Delacroix  
75116, París  
Francia

© IIPE – UNESCO Sede Regional Buenos Aires  
Agüero 2071  
C1425EHS, Buenos Aires  
Argentina  
[www.iipe-buenosaires.org.ar](http://www.iipe-buenosaires.org.ar)

© Organización de Estados Iberoamericanos  
Para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI)  
Bravo Murillo 38  
28015, Madrid  
España  
[www.oei.es](http://www.oei.es)

Las ideas y las opiniones expresadas en este documento son propias de las autoras y no representan necesariamente los puntos de vista de la UNESCO, del IIPE y/o de la OEI. Las designaciones empleadas y la presentación de material no implican la expresión de ninguna opinión, cualquiera que esta fuere, por parte de la UNESCO, del IIPE, o de la OEI, concernientes al status legal de cualquier país, territorio, ciudad o área, o de sus autoridades, fronteras o límites.

Se permite la reproducción total o parcial del material, siempre que se cite claramente el nombre de la fuente, el nombre del autor, el título del artículo y la URL (<http://www.siteal.iipe-oei.org>), tanto en medios impresos como en medios digitales.



## ÍNDICE

1	Introducción .....	- 4 -
2	Políticas públicas para la integración de TIC en Educación .....	- 5 -
3	Nuevas alfabetizaciones para una nueva ciudadanía .....	- 11 -
4	Enseñar Ciencias de la Computación en América Latina .....	- 13 -
	Un poco de historia .....	- 14 -
	Caso: Program.ar (Argentina).....	- 17 -
5	A modo de propuestas .....	- 22 -
	Referencias .....	- 27 -



# 1 Introducción

Aprender a programar se ha transformado en los últimos años en un componente clave de lo que se denomina “competencias del Siglo XXI”. Así, los responsables de los sistemas educativos de la región han comenzado a repensar el currículum y a integrar en él la programación como una asignatura obligatoria o como una propuesta opcional, dentro de las actividades extracurriculares.

La posibilidad de reflexionar sobre las experiencias educativas vinculadas a la introducción de las Ciencias de la Computación (CC) en América Latina y el Caribe (ALyC) nos obliga a diferenciar y contextualizar estos hechos dentro de un proceso regional iniciado desde hace más de dos décadas, que permitió la integración de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en los sistemas educativos de la región.

Debe señalarse, sin embargo, que dicho proceso ha sido desigual en los distintos países de la región e incluso dentro de cada uno, tanto en lo que se refiere a modelos pedagógicos, infraestructura, producción y socialización de contenidos, formación docente, como respecto de los resultados alcanzados en materia de equidad, eficiencia, calidad e innovación educativa.

Sin embargo, es ya indiscutible que en un mundo atravesado y determinado cada vez más profundamente por la tecnología, los Estados no pueden ignorar su rol fundamental en la definición de cómo y cuándo intervenir para brindar oportunidades suficientes y adecuadas a sus ciudadanos para que puedan responder de manera calificada, crítica y creativa en este nuevo contexto tecnológico. Y esto es válido no sólo en relación a la información y la comunicación sino respecto de la producción tecnológica en general y la generación de conocimiento en particular. En este sentido es fundamental dejar en claro que esta es una responsabilidad indelegable del Estado como garante del derecho a la educación de todos los ciudadanos.

A sabiendas que los procesos iniciados hace más de veinte años están en permanente revisión, evaluación y actualización, resulta evidente que desde diferentes ámbitos privados y públicos, la programación llegó para instalarse y el desafío debería ser pensar de qué forma la integración de la didáctica de las CC puede impactar en los sistemas educativos de la región.

El presente cuadernillo presenta algunos interrogantes para abrir y profundizar estas discusiones entre aquellos interesados en la temática.



## 2 Políticas públicas para la integración de TIC en Educación

Durante las últimas décadas, los países de América Latina y el Caribe han llevado adelante diversas políticas públicas orientadas a integrar las TIC en sus proyectos educativos, como forma de garantizar la justicia y la inclusión social. Este fenómeno se ha dado en un contexto social y geográfico diverso y desigual y, sin embargo, se ha visto cómo las TIC han formado parte de su cotidianidad de forma creciente.

A nivel global muchos investigadores coinciden en definir estos tiempos como una “revolución digital”, inédita no sólo por su increíble impacto de forma directa en las estructuras sociales, económicas y culturales -quizás comparable a la revolución industrial- sino también por su velocidad. La adopción masiva de TIC, la digitalización de la economía y la aparición de una cultura digital ha sucedido en un lapso de tiempo extraordinariamente breve.

El escenario mundial muestra que los grandes datos (big data<sup>1</sup>) y la información en tiempo real, son nuevas fuentes de creación de valor. Se está pasando de una Internet centrada casi exclusivamente en el consumo a una Internet del consumo y la producción. Su análisis permite mejorar la segmentación de mercados para orientar ofertas y productos e innovar en los modelos de negocios y de producción, así como crear nuevas soluciones - combinando la producción en masa con la personalización- y nuevos modelos de servicios empresariales y gubernamentales.

“Considerados aisladamente, la banda ancha móvil, los servicios de cómputo en la nube, los grandes datos y su analítica, y las redes sociales representan oportunidades de innovación en la prestación de servicios y modelos de negocios. Sin embargo, es su utilización combinada la que da lugar a innovaciones disruptivas en la operación de los negocios, al facilitar el desarrollo de soluciones inteligentes que pueden aplicarse en cualquier sector económico, por ejemplo, domótica, ciudades y redes inteligentes o Internet industrial. Su aprovechamiento no se limita al área empresarial, sino que es también una herramienta de innovación en el ámbito gubernamental en cuanto a la prestación de servicios y la disponibilidad de información oportuna para la toma de decisiones” (CEPAL, 2015).

La revolución digital ha transformado -y seguirá haciéndolo- la manera de comunicarnos, de consumir, de producir, de conocer, de aprender y tiene el potencial de transformar dichas actividades en el sentido de la democratización y la diversificación. Sin embargo, también puede generar enormes desigualdades: el consumo acrítico de tecnologías, plataformas y contenidos, regido sólo por las leyes del mercado, puede contribuir a agravar las brechas sociales preexistentes.

<sup>1</sup> Denominamos *Big Data* a la gestión y análisis de enormes volúmenes de datos que permite identificar patrones, tendencias y asociaciones.



En 2015, un estudio de la CEPAL estimaba que, en el mundo, había 4.700 millones de suscriptores de telefonía móvil, 3.200 millones de usuarios de internet, equivalentes al 43,4% de la población, más de 4.200 millones de suscripciones a banda ancha fija y móvil, y que ya se habían descargado un promedio de 25 aplicaciones por habitante.

Luego de más de dos décadas de políticas públicas orientadas a impulsar una mayor democratización y uso de estas tecnologías, los países de la región han logrado avances significativos en lo referido al acceso a los servicios de telecomunicaciones, al uso de aplicaciones y redes sociales y a la producción de contenidos digitales; así como en la implementación de políticas y programas de educación, salud y gobierno electrónicos y la aprobación de los marcos regulatorios correspondientes.

Sin embargo las deudas pendientes en todos estos temas siguen siendo significativas. En un estudio reciente, Raúl Katz (2016) analiza el escenario actual de las políticas TIC en ALyC y sostiene que si bien la digitalización ha avanzado a pasos significativos en la región aún persisten importantes brechas. Por un lado, debido a razones fundamentalmente económicas: los costos, para la adquisición de servicios de conectividad fija, móvil, de dispositivos y terminales, siguen siendo considerablemente altos, en relación con los ingresos promedio de los hogares. Por el otro, en razón del desarraigo cultural en el consumo de plataformas y contenidos digitales, la población latinoamericana -si bien con índices de consumo de productos y servicios digitales similares a los de las poblaciones de países industrializados- tiende a acceder, en alta proporción, a plataformas desarrolladas originalmente fuera de la región. Finalmente, Katz señala una tercera brecha que es la carencia estructural de capital humano de TIC:

“Esta carencia estructural se traduce en efectos negativos. Por un lado, la inflación salarial se produce debido al “calentamiento” del mercado en un contexto de oferta limitada. Como consecuencia de esta última, se observa el aumento de la tasa de deserción en las carreras tecnológicas de Educación Superior, debido a que jóvenes que han transitado dos o tres años de carrera tienden a abandonarlas tentados por los altos salarios del mercado.” (Katz, 2016)

Para el investigador, esta brecha requiere una mirada multidimensional que pone en evidencia la producción limitada de graduados en ciencias, tecnología, ingeniería y matemática respecto de las necesidades del aparato productivo y, más significativamente, la falta de masa crítica en capacidades necesarias para trabajar en la innovación digital.

De cualquier forma, es necesario señalar, que durante la última década varios países de la región han dejado marca en la definición de un conjunto de políticas públicas nacionales y regionales tendientes a la soberanía tecnológica en el mediano y largo plazo; que no podrían haber sido concebidas sin la intervención estatal volcada hacia el mercado y el desarrollo interno. El reto ha consistido en identificar nuevas prioridades prestando atención a los efectos de la ubicuidad de Internet, la convergencia tecnológica, las redes de alta velocidad, la economía digital, el gobierno abierto y electrónico, y la revolución de los datos.

Las políticas públicas llevadas adelante con el objetivo de universalizar el acceso a las TIC en la región han tenido, sin duda, orientaciones distintas a las llevadas adelante en los países más avanzados en donde el acceso pudo darse en un ámbito distinto al de la escuela. De manera significativa, en ALyC, las políticas de inclusión digital se han focalizado en promover el acceso equitativo en el marco de proyectos de inclusión social con centro en la escuela pública.





El Proyecto Regional de Educación para América Latina y el Caribe (PRELAC)<sup>2</sup> reconoce que la educación es un bien público y un derecho humano fundamental, de los que el conjunto de la sociedad es responsable y el Estado es garante obligado. Pensar a las TIC en educación desde una perspectiva de derechos implica educar a los ciudadanos para usar las tecnologías con el propósito de investigar, decidir y movilizarse en torno aquellos asuntos de su interés. En este sentido, las tecnologías no solamente facilitan la conexión global, sino que permiten y alientan nuevas maneras de participación y relación social, dando lugar a nuevas opciones para la construcción de una sociedad más justa.

En un continente con niveles significativos de desigualdad económica y social, las políticas educativas de integración de las TIC llevadas adelante por los países de la región fueron desarrolladas a partir de la promesa de mejoras en la calidad y eficiencia de los procesos de enseñanza y aprendizaje; pero también como garantes de equidad en la región.

De acuerdo a una investigación realizada por Sunkel y Trucco (2012) las políticas y programas de inclusión de tecnología en las escuelas en ALyC han respondido en su mayoría a tres objetivos: equidad, eficiencia o calidad. Si bien pueden encontrarse características de los tres, cada país, de alguna manera, ha hecho foco en alguno de estos, determinando así su estrategia de implementación.

El objetivo de equidad es definido en torno a la inclusión en el sistema educativo de grupos vulnerables, a través de proyectos orientados a indígenas o grupos etno-lingüísticos, estudiantes con necesidades educativas especiales, u otros tendientes a compensar desigualdades de género. En general, y dada su naturaleza, se trata de experiencias focalizadas y de alcance limitado, pero de especial relevancia para las metas de equidad. El objetivo de la eficiencia, por su parte, se define generalmente en torno a la ampliación de la cobertura en el nivel secundario, bajando las tasas de repitencia y deserción escolar. Por último, la calidad educativa ha buscado mejorar las tasas de rendimiento escolar de aquellos alumnos que más dificultades tienen y, a su vez, mejorar el desempeño general de éstos en las asignaturas tradicionales como lengua, matemáticas o ciencias duras a partir de la reducción de la brecha digital.

Aquellas políticas o programas que han apuntado fundamentalmente a la equidad han concentrado su esfuerzo en el desarrollo de contenidos específicos que permitieran la inclusión de los grupos vulnerables al sistema educativo formal. Para Sunkel y Trucco (2012), es en este campo donde las TIC han hecho quizás su mayor contribución, o dicho de otro modo, donde es más sencillo medir su efecto transformador y positivo, dado el recorte específico de la población, las necesidades concretas que se han podido subsanar, y porque en este área aportan soluciones que ninguna otra estrategia permitía resolver.

Aquellas que han apuntado a la eficiencia, han concentrado sus esfuerzos en la distribución de equipamiento informático, renovando la valorización que las familias y los mismos jóvenes asignan a la escuela secundaria como herramienta para su progreso social y económico. La presencia de tecnología en las aulas, va asociada a la idea de una escuela moderna que prepara adecuadamente a los estudiantes para asumir los desafíos laborales y de inserción social en el mercado del siglo XXI.

Finalmente aquellas enfocadas en la calidad educativa han apuntado a la inclusión de la tecnología para abordar los contenidos de asignaturas tradicionales por lo que la inversión estuvo orientada no solamente a la distribución de equipamiento sino en forma bastante intensiva a la formación docente para que fueran capaces de modificar sus metodologías más tradicionales de enseñanza.

---

<sup>2</sup> Véase <http://www.unesco.org/new/es/santiago/previous-international-agenda/regional-education-project-for-education-in-latin-america-and-the-caribbean/>



Para acompañar estos objetivos, también han sido diversas las apuestas sobre las formas de implementación que han adoptado los países de la región (Sunkel, Trucco, Möller, 2012). En los comienzos de la década del 80 la modalidad más habitual fue la construcción de laboratorios y salas de computación dentro de las escuelas. Más tarde se sumó la incorporación de pizarras interactivas. Hacia comienzos de siglo XXI, y con la llegada creciente de Internet a los países de la región, comenzó también la generación de contenidos, principalmente a través de portales educativos nacionales dependientes de los Ministerios de Educación. Estas primeras políticas fueron acompañadas con capacitaciones básicas y complementarias para docentes y en algunos casos con la provisión de computadoras para su uso. En los últimos años, las políticas se han focalizado en estrategias de acceso a la tecnología enfocadas en el estudiante con la entrega de laptops o tablets en modelos 1 a 1. Estas últimas han tenido particular resonancia en la última década. Entre ellos pueden mencionarse El Plan Ceibal en Uruguay, Proyecto Huascarán en Perú, Programa Computadoras para Educar en Colombia, Programa integral Conéctate en El Salvador, Escuelas del Futuro en Guatemala, Conectar Igualdad en Argentina, Caimaná en Venezuela, Programa Nacional de Tecnología Educativa en Brasil, Red Escolar en México, Red Enlaces en Chile, Programa de Informática Educativa del Ministerio de Educación Pública y la Fundación Omar Dengo en Costa Rica, entre otros.

Todos estos programas, si bien se han planteado objetivos diversos, han focalizado sus metas en la distribución de dispositivos a estudiantes y docentes. Y en este sentido ocupa un lugar clave la inversión de los Estados en el financiamiento educativo que, desde el punto de vista del equipamiento, ha permitido que los sistemas educativos de la región alcancen niveles muy adecuados.

Sin embargo, luego de veinte años de políticas sostenidas en esta dirección podemos decir que aún falta mucho por hacer. Por un lado, en la mayoría de los países la conectividad en las instituciones educativas es aún un tema no resuelto y presenta desafíos importantes. Mientras en años anteriores la escuela se erguía como lugar principal de acceso a las TIC en los países de la región, en años recientes se ha visualizado un crecimiento significativo de acceso desde los hogares y a través de dispositivos móviles, cada vez más económicos. Ambos fenómenos se asocian a los cambios tecnológicos que se profundizan y que se prevén continúen en esa dirección (Katz, 2016).

Una discusión importante en este sentido, será entender hasta qué punto el aprendizaje móvil representa una oportunidad. Para María Teresa Lugo (2016) tiene el potencial de convertirse, por ejemplo, en una oportunidad para la transformación de los procesos de producción y circulación del conocimiento en la cultura digital. El aprendizaje móvil así entendido, supone una concepción sobre lo tecnológico ligado a con las prioridades educativa e “implica el desarrollo de procesos colectivos de aprendizaje, la extensión de las experiencias educativas más allá de las aulas, la creación de comunidades educativas diversas, el fortalecimiento de las modalidades colaborativas y horizontales para la construcción del conocimiento, el acceso a materiales didácticos en diversos formatos, la posibilidad de renovar las formas de evaluación, entre otros aspectos.”

En este sentido, el Informe sobre Tendencias Educativas en América Latina del SITEAL 2014 (Lugo, López y Toranzos, 2014), plantea que más allá de la brecha en el acceso y la conectividad, es importante concebir y entender, que existen otras como la brecha en el uso de las TIC “que se relaciona con la distancia que existe entre los usos meramente recreativos o sociales de las TIC y aquellos que suponen una apropiación más integral y transformaciones en el aprendizaje y en la producción de conocimiento”.

De aquí la necesidad de pensar que es una obligación de los Estados garantizar la integración de las TIC en los sistemas educativos no sólo desde una perspectiva instrumental de acceso a dispositivos y conectividad (aunque esto resulte de gran importancia, en especial para una región tan desigual como la latinoamericana) sino como





un medio para mejorar la educación y generar transformaciones desde el punto de vista pedagógico; procesos en marcha en la mayoría de los países. Sin duda, alcanzar una meta de estas características implica llevar adelante profundas discusiones sobre los modelos educativos y la manera de gestionar y construir el conocimiento, sobre la formación de docentes y cuerpos directivos, el diseño de nuevas configuraciones institucionales, el desarrollo de contenidos digitales de calidad y una clara articulación con las universidades y la investigación para garantizar mayores alcances de calidad. (Lugo, López y Toranzos, 2014)

Hoy, al hablar de tecnología, pensamos en computadoras, en la presencia cada vez mayor de conectividad en los hogares y también en una amplia generación de dispositivos móviles y de aplicaciones en red que plantean nuevos escenarios (Scolari, 2011). Todos estos fenómenos han revolucionado las prácticas culturales, sobre todo –pero no solamente– entre los más jóvenes. La combinación de múltiples medios, plataformas y lenguajes abre posibilidades expresivas muy novedosas y desafiantes que permite nuevas formas de interacción con la cultura, más participativas y más creativas, y que habilitan apropiaciones nuevas y originales del conocimiento. Según Dussel y Quevedo (2010):

“Estamos ante un territorio inestable, enredado y muchas veces difuso, donde los conocimientos y las formas de adquisición de saberes se han descentrado y provienen de múltiples fuentes, muchas de ellas fuera del control de la escuela o la familia, todo lo cual vuelve más complejo el rol de cada uno de los actores”.

Las tecnologías y sus herramientas cambian permanentemente, y con ellas sus usos y apropiaciones. Ya no se trata de aprenderlas sino de comprenderlas; de decodificar la lógica de la tecnología que media en buena parte los vínculos que establecemos con el mundo en el que vivimos. Desde esta perspectiva es que debería ser un objetivo clave para los países de América Latina y el Caribe poner especial énfasis en la promoción de habilidades digitales: un conjunto de herramientas cognitivas que les permitan a sus ciudadanos accionar de un modo crítico, creativo y responsable en el mundo contemporáneo.

“Mientras las brechas de acceso pueden ser reducidas con relativa facilidad a través de inversiones materiales (dispositivos y servicios), el desarrollo de las habilidades descansa significativamente en los recursos cognitivos de los individuos (alfabetización lectora, contexto social y cultural) que están distribuidos en forma desigual y son difíciles de desarrollar. Esto sugiere la necesaria participación de la escuela en la promoción de las habilidades digitales mencionadas, de lo contrario las diferencias sociales prometen acrecentarse.” (Jara, 2016)

Una discusión clave que se ha venido desarrollando en los últimos años y que será crucial en el futuro, es la brecha digital de género. Las oportunidades que ha generado la revolución digital no se distribuyen automáticamente de manera equitativa, ni entre regiones y países, ni entre sectores sociales y ciudadanos. Y esto provoca asimetrías que deben combatirse con políticas públicas activas y específicas. Si bien esto ha sido una premisa clave para muchos de los Estados de la región durante la última década, la brecha de género aún reclama una atención especial (Pavez, 2015).

En la actualidad, el nivel de penetración de Internet y la banda ancha móvil alcanza al 50% de la población de América Latina y el Caribe y es posible decir que no hay una brecha de género significativa relacionada con el acceso. Sin embargo, si se analiza desde una mirada multidimensional (ubicación geográfica, edad, nivel educativo, etc.) es posible comprender la profundidad de esta problemática que se acrecienta cuando se evalúa la brecha en relación con la calidad e intensidad del uso y apropiación de las TIC.

“La perspectiva de género debe cruzar de manera transversal las estrategias



digitales para hacer frente a las distintas brechas identificadas (en alfabetización, uso, formación, apropiación, ciencia e innovación, y autoempleo en las TIC, entre otras esferas de la economía digital) y a todos los espacios donde niñas, adolescentes y mujeres enfrentan problemas específicos, desventajas o discriminación”. (CEPAL, 2013)

Hacer énfasis en la centralidad de la dimensión cultural en esta etapa, no significa subestimar el papel del financiamiento, la infraestructura o el equipamiento. Por el contrario, implica poner en juego una mirada más compleja y profunda sobre los compromisos de los Estados con la construcción de sociedades más justas e inclusivas y sobre el rol de las TIC en esos procesos.



### 3 Nuevas alfabetizaciones para una nueva ciudadanía

Como se ha mencionado anteriormente, las políticas públicas orientadas a la universalización en la integración de las TIC en los sistemas educativos en América Latina y el Caribe se han de profundizar en los próximos años y han de hacerlo en un contexto de amplia discusión sobre cómo preparar a los estudiantes para el desarrollo y adquisición de nuevas habilidades cognitivas y saberes conceptuales, así como para su inclusión y desempeño en un mundo regido por nuevas formas de producción y socialización del conocimiento.

Si entendemos a la escuela como un dispositivo social desarrollado en un momento determinado de la historia para dar respuesta a necesidades concretas, cuyo objetivo central fue distribuir y homogeneizar los conocimientos socialmente válidos, hoy más que nunca esa respuesta debe estar acorde con las nuevas políticas y objetivos educativos nacionales y regionales.

En una época de profundas transformaciones culturales, se actualiza el debate sobre la noción de alfabetización: cuáles son los conocimientos necesarios para desenvolverse en la vida cotidiana y de qué forma deben ser transmitidos en contextos educativos.

“Luego de la aparición del código y de la invención de la imprenta, la revolución del texto electrónico puede ser entendida como una revolución de las modalidades de producción y de transmisión de los textos en tanto actualiza las diferentes revoluciones de la cultura escrita: es al mismo tiempo una revolución de la técnica de producción y reproducción de los textos, una revolución del soporte de lo escrito y una revolución de las prácticas de lectura.” (Brito, 2015)

Este desafío supone el ser capaces de entender y utilizar de forma significativa un conjunto de dispositivos ya no solamente para navegar en internet o producir textos, gráficos, imágenes o productos multimedia, sino para comprender de qué manera operan en relación a los datos que administran; produciendo operaciones concretas -órdenes sobre componentes mecánicos- y transformándolos en información que modela nuestra realidad. Entender cuáles son las partes constitutivas y funcionales de un dispositivo, cómo se relacionan e integran, qué permite su operatividad y qué son capaces de erogar como resultado, parecen ser condición necesaria para constituirnos en ciudadanos críticos de la tecnología que regula nuestras vidas cotidianas.

En las últimas décadas, la alfabetización digital estuvo asociada a la necesidad de saber generar, almacenar, transmitir, analizar y procesar información utilizando instrumentos tecnológicos. El debate educativo antes focalizado en el manejo de la ofimática abrió paso a la noción de multialfabetizaciones que remite a la apropiación de un conjunto de habilidades ligadas al desarrollo de formas de gestión y procesamiento de la información.

“Luego, la noción de multialfabetizaciones remite al desarrollo de habilidades ligadas con la comunicación a partir de la producción y la circulación e interacción con otros en los nuevos entornos digitales. Y, junto con esto, la apropiación de principios y valores éticos sostenidos en el desarrollo de actitudes de juicio crítico y respeto en la interacción social. Se trata de dimensiones que involucran el ejercicio



de una nueva ciudadanía, la del siglo XXI, con nuevas formas de participación, reglas y valoraciones.” (Brito, 2015)

Si bien las habilidades de lecto-escritura y comprensión se han diversificado y complejizado, siguen siendo el código básico para el intercambio y la participación en el ámbito educativo. Sin embargo, la cultura digital está determinada por otras fuentes de escritura que determinan operaciones mediante las cuales se media nuestro acceso al conocimiento. Promover la incorporación de TIC en los sistemas educativos para favorecer el desarrollo de las habilidades y competencias características del siglo XXI, como una forma de asumir una ciudadanía de pleno derecho, no puede detenerse en la capacidad de comprender y manipular “críticamente” los datos y programas disponibles. Esto implica una visión limitada respecto de los procesos que subyacen a la producción de información, redes y programas y nuestra capacidad de controlar sus efectos por el mero hecho de saber usarlos. Los lenguajes y procesos, en los que se basan cualquier lector de voz de telefonía celular, localizador de GPS, plataforma de venta de productos en línea o manejo de drones, aparecen –desde esta visión- como transparentes y neutrales. Sin embargo, lejos están de serlo.

Las CC reúnen los principios básicos y fundantes de esta nueva alfabetización que los estudiantes, desde el nivel inicial hasta el nivel secundario, requieren para poder entender, por ejemplo, los principios algorítmicos sobre los que funciona el buscador que utilizan cotidianamente para relevar información o para decidir qué datos publican voluntariamente en las redes sociales en que participan y con quiénes están dispuestos a compartirlos. Comprender el modo de funcionamiento técnico de lo digital resulta clave para situarse en el mundo de manera crítica y, sobre todo, para aspirar a participar como ciudadanos plenos de su construcción.

La ciudadanía es un concepto cambiante que evoluciona ligado a prácticas históricas, en base a la progresiva conquista (o pérdida) de derechos formales y de la exigencia de políticas públicas para hacerlos efectivos. De esta forma, las condiciones que definen la ciudadanía plena de los individuos se definen y redefine según el contexto político, social, cultural y económico. Dado el impacto de la tecnología en los procesos de producción material, la organización de los vínculos sociales, y la generación y circulación de información y conocimiento, ya no alcanza para ser un ciudadano global de pleno derecho, con tener acceso a una computadora e internet. Es necesario comprender el funcionamiento de este tipo de máquinas y de la red que constituyen, tanto en su aspecto físico (hardware) como lógico (software) para poder vincularnos con dichos objetos y procesos como usuarios críticos y eventualmente autores de esta nueva materialidad.

Al avance en áreas de acceso y uso, ahora se suma la preparación de las condiciones necesarias para la apropiación y la exploración de alternativas para participar activamente en la generación de contenidos, aplicaciones y plataformas. En este contexto, la discusión sobre si los países de la región deben asumir el compromiso de enseñarle a los estudiantes a programar se ha transformado en un tema central de debate, dentro y fuera de la comunidad educativa.



## 4 Enseñar Ciencias de la Computación en América

### Latina

En realidad, el conjunto de conocimientos mínimos que engloban la formación de los ciudadanos en relación a este área del conocimiento se ha dado en llamar *Ciencias de la Computación*: “serie de saberes vinculados a la algoritmia, la arquitectura de computadoras, las redes, el manejo de bases de datos y de grandes volúmenes de información, en donde la programación es un conocimiento troncal pero de ninguna manera agota el campo disciplinar”. (Bonello, Czemerinski, 2015).

Durante las últimas décadas, las computadoras han transformado profundamente el mundo y los requerimientos del mercado respecto de la fuerza laboral. Como resultado, las carreras informáticas se han diversificado en los niveles terciarios, universitarios y de postgrado. Sin embargo, la informática llegó a la educación básica de manera masiva de la mano de la ofimática y luego de la tecnología educativa; pero siempre -como ya vimos- al servicio de otros objetivos y no como área de estudio específica.

Esto no ha hecho más que limitar el interés en la temática, a pesar de que la demanda de fuerza de trabajo supera año a año la oferta, al punto que es mayor la necesidad del mercado de nuevas incorporaciones que la cantidad de egresados de carreras afines. Esto hace que la mayor parte de los estudiantes no terminen su nivel de grado, acepten trabajos de gran dedicación horaria y buena paga, y terminan siendo formados por las empresas que los contratan (Katz, 2016).

Distintos autores destacan las habilidades y competencias propias de las CC que constituyen una forma de pensar específica y diferente de otras ciencias, y que pueden ser aplicadas en muchos campos de estudio como: descomposición de problemas complejos en subproblemas, diseño de algoritmos -en tanto estrategia de solución que puedan luego ser implementadas a través de un programa y ejecutadas entonces por un dispositivo digital-, capacidad de abstracción -representación de un problema dado de manera conceptual y general-, generalización o modelización y formalización -operación de plantear una solución de modo que permita resolver múltiples problemas que comparten características comunes, aún cuando se den en contextos diferentes y cambiantes; reconocimiento de estrategias de solución que han sido útiles para resolver determinados problemas y podrían servir de igual manera para resolver otros diferentes o bien combinarse de nuevas maneras para solucionar otros en el futuro; identificación de patrones en la organización de datos y la resolución de problemas-, evaluación -capacidad de sopesar procesos en términos de su eficacia, seguridad y eficiencia, así como de reconocer y medir el impacto de los resultados-.

Estas habilidades son diferenciadas de aquellas vinculadas específicamente a la programación, a saber: la capacidad de conceptualizar y diseñar, así como de leer, rastrear y escribir código específicamente (Selby, 2015). Resulta importante esta distinción, ya que permite una apropiación profunda de los conceptos centrales de las CC, promoviendo y



facilitando una aproximación autónoma a tecnologías que aún no existen y a futuros nuevos conocimientos.

Ya no es necesario esperar hasta que los estudiantes estén en la universidad para introducir estos conceptos. Los estudiantes de hoy vivirán y trabajarán en áreas influenciadas directamente por la computación. En este sentido se trata de un cambio conceptual que va del uso de computadoras y herramientas (hardware y software) hacia el aprendizaje sobre la creación, diseño, prueba, modificación y verificación de esas herramientas.

Teniendo en cuenta el encuadre general antes descrito de las características que asumieron los programas y políticas de inclusión de tecnología en los sistemas educativos de ALyC, cabe preguntarse ¿qué lugar ocupó la enseñanza de las CC en aquellos casos donde fue parte de las estrategias?, ¿qué necesidades venía a cubrir o problemas a resolver? y ¿cómo se la visualiza en aquellos países en donde aún no se la incluyó de manera sustantiva en la política educativa?

Como primera aproximación a estos interrogantes y a fin de exponer una posición conceptual sobre la cual trabajar, es importante señalar que:

- no se trata de incluir una herramienta para innovar en términos genéricos los modos de enseñar y aprender en la escuela, sino de introducir un contenido curricular nuevo;
- es fundamental poder definir cuáles son los contenidos curriculares apropiados para cada nivel educativo.
- para pensar su lugar en el currículum, existen diferentes experiencias en la región y el mundo que han explorado propuestas que van desde el trabajo transversal hasta la definición de materias de contenido exclusivo. Sin embargo, no existe una masa crítica de estudios al respecto que permitan determinar qué es mejor para cada nivel educativo.
- no hay suficientes especialistas en el tema dentro de los sistemas educativos para abordar de forma autónoma la problemática, y por eso es importante la generación de alianzas (entre institutos de formación docente y universidades, por ejemplo), vigilando especialmente el lugar que los intereses de la industria y el mercado pudieran tener en el tema.
- no hay un único dispositivo adecuado para abordar los nuevos contenidos curriculares.
- no existe una disponibilidad significativa de contenidos educativos en lengua hispana para la formación de estudiantes y docentes en la materia.

### *Un poco de historia*

Alrededor del mundo, los proyectos para la enseñanza de programación en escuelas vienen ganando terreno. Estonia, por ejemplo, en 2012, lanzó en proyecto ProgeTiiger, que tiene por finalidad enseñar a sus niños entre siete y diecinueve años a programar. Un año más tarde, Inglaterra ha introducido como materia en su currícula la enseñanza de CC para estudiantes de 5 a 16 años. Finlandia, por su parte, viene desarrollando una propuesta de integración transversal para estudiantes de 7 a 15 años. De hecho, un estudio reciente realizado por European Schoolnet (2015), muestra que de una encuesta realizada a 21





ministros de educación sobre sus iniciativas relacionadas con la enseñanza de la programación, 16 muestran haberla integrado en sus currículas de alguna forma.

Por supuesto que esta perspectiva no es nueva, aunque si aparece con algunas reconfiguraciones claves en función de nuevos escenarios tecnológicos y pedagógicos. Lo novedoso es la discusión a nivel cuasi universal, que involucra al sistema educativo formal y es impulsada no solamente por razones de mercado, sino de conceptualización y ejercicio de la ciudadanía.

En América Latina, ya en 1988 se creó en Costa Rica el Programa Nacional de Informática Educativa (PRONIE, inicialmente bajo el nombre de Programa de Informática Educativa o PIE). Una iniciativa público-privada entre la Fundación Omar Dengo (creada en 1987 y encargada de la implementación) en conjunto con el Ministerio de Educación Pública y la empresa IBM. Desde su creación, este programa se diseñó como una propuesta educativa con alcances en lo social y económico.

“Aunque el objetivo principal fue de índole educativo, la idea de introducir las computadoras en el sistema educativo costarricense surgió de una visión de hacia dónde se quería impulsar el desarrollo social y económico del país. Esto ha hecho posible que el PRONIE MEP-FOD se desarrolle con una visión de largo plazo, planteando un modelo educativo que fue pionero en sus inicios y que aún hoy en día continúa siendo retador: la implementación de la informática educativa como una herramienta al servicio del desarrollo en las personas de capacidades cognitivas y sociales de alto nivel.” (Muñoz y otros, 2014)

Este proyecto puso al lenguaje Logo<sup>3</sup> en las manos de estudiantes de educación inicial y primaria de Costa Rica. Estaba fundamentado en la metodología pedagógica constructivista, con foco en el desarrollo de capacidades cognitivas en los niños a partir del aprendizaje basado en proyectos.

Desde su concepción, la iniciativa del programa se planteó como una propuesta educativa con alcances en lo social y económico, y se estructuró a partir de 3 ejes:

- Centrar la propuesta en el aprendizaje de la programación como táctica para el desarrollo de nuevas habilidades cognitivas ligadas al pensamiento computacional.
- Establecer vínculos con el currículo mediante el enfoque de aprendizaje por proyectos.
- Comenzar con un esfuerzo a escala, iniciando con la educación primaria.

Asimismo, fue clave desde el principio del proyecto la formación y reconversión de los profesores de informática, con el objetivo de abandonar la ofimática y liderar un programa educativo basado en lenguajes de programación puestos al servicio de proyectos sobre contenidos curriculares. Una de las estrategias de este proceso fue el dictado de clases en conjunto con docentes de las materias tradicionales y al mismo tiempo el diseño de una formación de nivel superior específicamente orientada a generar un nuevo perfil de docente.

Esta experiencia ha continuado hasta la actualidad llegando a una cobertura de casi un 80% en escuelas de nivel inicial, primario, secundario y técnico-aún en ambientes rurales- (Schweinheim, 2015). Hoy en día, el programa trabaja también con otros lenguajes como

---

<sup>3</sup> Logo es un lenguaje de programación diseñado por Seymour Papert y sus colaboradores del Media Lab del Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) para la enseñanza de la programación en la educación básica, en especial para trabajar con niños y jóvenes.



Scratch y Alice<sup>4</sup>, y ha desarrollado un banco variado de software educativo que busca garantizar y estimular el desarrollo de nuevas competencias y aprendizajes.

Siguiendo esta tradición innovadora, en 1998 la Fundación Omar Dengo a través del Centro de Innovación Educativa, en conjunto con el MEP y el Programa Nacional de Informática Educativa (PRONIE MEP-FOD), comenzaron a introducir iniciativas de robótica educativa en los centros educativos que contaban con laboratorios de informática. La propuesta buscó desarrollar habilidades relacionadas con el diseño tecnológico, como son: el trabajo por proyectos para el diseño de prototipos y simulaciones; la resolución de problemas comunales; la comprensión y simulación de procesos de producción o industriales; el diseño, control y automatización de mecanismos, la evaluación de productos y la socialización de resultados (Jiménez y Cerdas, 2014).

Por supuesto, el caso de Costa Rica no es el único en ALyC, aunque sin duda el más significativo en términos de cobertura y continuidad. Desde entonces, han ido apareciendo diversas experiencias en toda la región de políticas públicas orientadas a la promoción de la robótica educativa y la programación en escuelas públicas.

La robótica educativa aborda el diseño, desarrollo y programación de robots, y se integra generalmente como una herramienta multidisciplinar que trabaja sobre contenidos curriculares de asignaturas como Ciencias, Matemáticas, Física o Tecnología. Pero también existen numerosas experiencias de su implementación en la forma de Concursos, Talleres extracurriculares, Ferias de ciencia, etc.

El Ministerio de Educación de República Dominicana implementó desde principios de 2015 y a través de la Dirección General de Informática Educativa, el Programa de Robótica Educativa, con el propósito de incidir en 4 Competencias Fundamentales del currículo dominicano: Competencia comunicativa; Competencia de pensamiento lógico, creativo y crítico; Competencia de resolución de problemas; y Competencia científica y tecnológica. A principios del 2016 el programa se había implementado en 230 escuelas de jornada extendida (cada centro educativo recibió 10 kits, más 3 kits de extensión). Durante el 2014 -y previo a su implementación- el área responsable diseñó y puso en acción el plan de capacitación de los maestros de ciencia y tecnología, que incluyó talleres sobre robótica educativa, Scratch y programación.

A principios de 2016 el Ministerio de Educación de Perú anunció la entrega de 42 mil kits de robótica<sup>5</sup> a alumnos de 1ro a 6to primaria en 19 mil escuelas públicas del país, especialmente multigrado y unidocente ubicadas en zonas rurales. Los kits no requieren conectividad a Internet, ya que son modelos que trabajan offline. La propuesta del Ministerio es desarrollar en los estudiantes ciertas habilidades, como resolución de problemas, pensamiento crítico y trabajo en equipo. En este sentido, no se plantea como un programa tecnológico sino pedagógico, donde el docente será el factor clave de la movilización de nuevos aprendizajes.

En general, la robótica educativa ha sido exitosa como propuesta de trabajo ya que permite abordar de manera directa conceptos sobre hardware y software, inteligencia artificial y transmisión y almacenamiento de datos. Además:

---

<sup>4</sup> *Scratch* es un lenguaje de programación visual libre orientado a la enseñanza del pensamiento computacional, principalmente mediante la creación de juegos. Fue creado por el MIT Media Lab's Lifelong Kindergarten group. *Alice* es un software educativo libre y abierto diseñado para enseñar a programar. Fue desarrollado por investigadores de la Universidad Carnegie Mellon.

<sup>5</sup> Véase <http://www.andina.com.pe/agencia/noticia-estudiantes-primaria-escuelas-publicas-recibiran-tablets-y-kits-robotica-600021.aspx>



- la posibilidad de programar un dispositivo concreto le permite al estudiante incorporar y reforzar nociones fundamentales de la programación.
- los robots educativos permiten agregar y/o eliminar diversos componentes de hardware (sensores, brazos mecánicos, etc.), haciéndose explícita la relación entre software y hardware. Así, cuando se agrega un nuevo sensor (hardware) es necesario incorporar nuevo software (el código que responde a los eventos del sensor).
- los robots se programan para reaccionar a un ambiente variable y actuar en función de los comandos dados y los datos censados, así como para aprender de las distintas experiencias acumuladas y reaccionar de manera diversa ante los estímulos registrados (en este sentido son un ejemplo de dispositivo “inteligente”).

De igual forma y más recientemente, los países de la región han incorporado la enseñanza de las CC en sus sistemas educativos. Si bien la mayor de las veces lo han hecho a partir de experiencias localizadas o pilotos, el esfuerzo por generalizar estas prácticas, ha permitido sistematizar el debate situado y generar propuestas para todo el sistema.

### **Caso: Program.ar (Argentina)**

En Argentina, la política de integración de TIC a la educación tiene una larga historia. Desde fines del siglo XX se pueden identificar diversos esfuerzos llevados adelante por instituciones públicas y privadas (escuelas, empresas, ong, etc.) y diferentes organismos de gobierno (nacional, provincial o municipal). En esta etapa los distintos proyectos y programas tuvieron poca coordinación entre sí y una significativa dispersión en sus objetivos. Fue una época caracterizada, además, por una baja cantidad de equipos por escuela y una conectividad lenta o inexistente.

Fue recién con el lanzamiento del Programa Conectar Igualdad<sup>6</sup> que se puede visualizar un salto cualitativo en la determinación de implementar un programa a nivel nacional y la adopción de un modelo 1 a 1. La enorme inversión en adquisición, logística, distribución y servicio de más de cinco millones de netbooks en un territorio de casi 3 millones de kilómetros cuadrados implicó la articulación de diversos actores gubernamentales para lograr su implementación en el término de cinco años. Se trató de una política de Estado implementada en conjunto por Presidencia de la Nación, la Administración Nacional de Seguridad Social (ANSES), el Ministerio de Educación de la Nación, la Jefatura de Gabinete de Ministros y el Ministerio de Planificación Federal de Inversión Pública y Servicios.

El Estado Argentino a través de Conectar Igualdad se propuso distribuir, entre 2010 y 2015, 5 millones de netbooks a todos los estudiantes y docentes de las escuelas públicas secundarias, de educación especial, y de los institutos de formación docente. Se propuso, además, capacitar a los docentes en el uso de esta herramienta, y elaborar materiales educativos que promovieran su incorporación en los procesos de enseñanza y aprendizaje. También se dispuso de un sistema operativo libre (Huayra) especialmente diseñado para mejorar el rendimiento de las netbooks entregadas y liberarlas de su dependencia de los sistemas privativos. Esta iniciativa fue complementada a partir del 2014 con el lanzamiento del Programa Primaria Digital que se propuso distribuir, de forma escalonada, equipamiento de aulas digitales móviles (ADM) en las escuelas de nivel primario de todo el país.

<sup>6</sup> Véase <http://www.conectarigualdad.gob.ar/>



Un tema muy significativo fue que esta experiencia se dio en un contexto de articulación de la agenda educativa con otras agendas digitales nacionales. Esto quedó expresado a través de diferentes acciones de inversión pública dirigida a fomentar la producción y distribución de equipamiento, programas, contenidos, capacitaciones e infraestructura, traccionando el desarrollo del sector privado, de recursos humanos y las diferentes cadenas de valor vinculadas. Aquí algunos ejemplos:

- La creación de **ArSat**<sup>7</sup>, la empresa del Estado argentino dedicada a brindar servicios de telecomunicaciones a través de una combinación de infraestructuras terrestres, aéreas y espaciales. Fue creada por ley en 2006 con el objetivo de ocupar y defender las posiciones orbitales asignadas a la Argentina por la Unión Internacional de Telecomunicaciones, con satélites desarrollados en el país. En 2007 se inició en la operación y prestación de servicios sobre satélites alquilados, que desde 2014 puede hacer sobre el ARSAT-1, primer satélite geoestacionario argentino. A partir de 2010 ARSAT implementó la Red Federal de Fibra Óptica, con un tendido que alcanza los 58.000 km y se encuentra aún en proceso de puesta en servicio; el Centro Nacional de Datos, el data center más seguro del país y uno de los mejores de ALyC; y la plataforma tecnológica del Sistema Argentino de Televisión Digital, que transmite señales de televisión digital abierta y gratuita en la más alta calidad de imagen.
- El lanzamiento del mencionado **Programa Conectar Igualdad**, creado en 2010 a través del Decreto N° 459/10. Es significativa en este contexto su inclusión en las acciones del Plan Argentina Conectada, cuya inversión en infraestructura, equipamiento y servicios se propuso, entre otros objetivos, complementar el despliegue de las redes que el PCI realiza en las escuelas.
- La sanción de la **Ley Argentina Digital** (Ley 27078)<sup>8</sup> para la regulación de la actividad digital.
- El desarrollo y distribución de más de cincuenta mil contenidos educativos digitales a través del portal **educ.ar**<sup>9</sup>, hoy disponibles en línea y dentro del Repositorio de Recursos Educativos Abiertos del portal. En sintonía con este proceso, en 2012, educ.ar desarrolló y puso en marcha Conectate, un portal web *on demand* (por encargo) creado para reunir materiales audiovisuales producidos por Canal Encuentro (canal educativo para adultos y jóvenes), Pakapaka (canal educativo para la infancia), el portal educ.ar y Conectar Igualdad, para ver en línea o bien ser descargados en forma gratuita.
- La creación, en 2005 del **Instituto Nacional de Formación Docente**<sup>10</sup> (INFD), dependiente del Ministerio de Educación de la Nación. En 2012, mediante la Resolución 856/12, se crea la **Especialización Docente de Nivel Superior en Educación y TIC**, cuya producción de contenidos, administración y plataforma se realizó en conjunto entre el INFD, el portal educ.ar y el Programa Conectar Igualdad. Finalmente en 2013, y haciendo pie en el Plan Nacional de Educación Obligatoria y Formación Docente (Resolución CFE N.° 188/12), se crea el programa **Nuestra Escuela**, a través de la resolución CFE N.° 201/13. Su coordinación quedó a cargo del INFD, órgano responsable de lograr su alcance nacional y que integró

---

<sup>7</sup> Véase <http://www.arsat.com.ar/>

<sup>8</sup> Véase <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/235000-239999/239771/norma.htm>

<sup>9</sup> Véase <http://www.educ.ar/>

<sup>10</sup> Véase <http://portales.educacion.gov.ar/infd/>



las especializaciones en TIC preexistentes más todas las propuestas de formación docente ofrecidas desde el Estado nacional, las provincias, las universidades, los sindicatos docentes y los institutos de formación docente.

- El desarrollo de **Huayra**<sup>11</sup>, sistema operativo libre de Conectar Igualdad para las netbooks que se distribuyeron entre estudiantes y docentes de todo el país. Huayra es un sistema operativo de código abierto que puede ser utilizado, estudiado, modificado y redistribuido. Fue pensado y desarrollado para el uso de la comunidad educativa, teniendo en cuenta sus necesidades y sugerencias. En este sentido el sistema incorpora una diversidad de aplicaciones educativas y múltiples herramientas útiles para el uso en el aula: Huayra Motion, Huayra Compartir y propuestas de aplicaciones destinadas a aprender a programar como Pilas, entre otras.

En el año 2013 surge la iniciativa **Program.AR**<sup>12</sup> articulando las voluntades del Ministerio de Ciencia y Tecnología, a través de la Fundación Sadosky y del Ministerio de Educación de la Nación y organismos dependientes como el portal educativo educ.ar y el Plan Nacional de Inclusión Digital Educativa<sup>13</sup> para implementar una estrategia orientada a pensar de qué forma, una tendencia mundial como la incorporación de la programación en la escuela podía desarrollarse en y para el contexto argentino.

En el marco de la Ley de Educación Nacional (2006) que define la educación como obligatoria desde la sala de 4 años hasta completar el nivel secundario, el país se obliga a asumir la responsabilidad de la transmisión de saberes que se consideran indispensables para la vida en sociedad en la actualidad y generar las condiciones necesarias para que esa transmisión se produzca en el marco escolar.

Program.ar se propone desde el principio ser una iniciativa que trabaje para que la enseñanza de las CC esté presente en todas las escuelas argentinas. Los contenidos que propone exceden los comprendidos por la programación informática y abarcan una serie de saberes vinculados a la algoritmia, la arquitectura de computadoras, las redes, el manejo de bases de datos y de grandes volúmenes de información. (Bonello y Czemerinski, 2015).

Esta propuesta quedó finalmente institucionalizada en la política pública estatal argentina en 2015, a través de la resolución N° 263/15 del Consejo Federal de Educación<sup>14</sup>, que declara de importancia estratégica para el sistema educativo argentino, la enseñanza y el aprendizaje de la programación durante la escolaridad obligatoria, para fortalecer el desarrollo económico-social de la Nación. Para el programa, es central impulsar la enseñanza de CC porque:

- este tipo de estudios contribuye al desarrollo de habilidades fundamentales del siglo XXI.
- ayuda a comprender cómo funciona el mundo.
- el acercamiento temprano a este tipo de conocimientos ayuda a despertar vocaciones en carreras afines.

<sup>11</sup> Véase <http://huayra.conectarigualdad.gob.ar/>

<sup>12</sup> Véase <http://program.ar/>

<sup>13</sup> El Plan Nacional de Inclusión Digital Educativa (PNIDE) – aprobado por Resolución N°244/15 del Consejo Federal de Educación-se enmarca en el Plan Nacional de Educación Obligatoria y Formación Permanente (Res. CFE 188/12)

<sup>14</sup> Ámbito que reúne a todos los ministros de educación de las 24 provincias argentinas. Es el órgano democrático de definiciones políticas en el marco de un sistema educativo federal donde las jurisdicciones tienen autonomía.



- Argentina tiene condiciones para estar entre los países líderes de la era digital.

En el contexto de la política argentina, la formación en CC es vista como una oportunidad para alentar la apropiación y el uso de la tecnología en el aula. El modo en que su implementación será llevada a cabo dependerá de los objetivos que cada provincia se plantee ya que Argentina responde a un sistema federal de gobierno. Sin embargo la Fundación Sadosky, organización dependiente del Ministerio de Ciencia y Tecnología y responsable directa del programa, tiene la vocación de marcar el rumbo y asegurar un piso mínimo en relación al tipo de contenidos a impartir, la didáctica adecuada para hacerlo y acompañar los desarrollos y definiciones locales en pos de mejorar la calidad educativa. Pero también pensando en el impacto futuro de dicha estrategia en el sistema productivo del país, que cada año registra vacantes de empleo sin cubrir en trabajos vinculados al desarrollo y la aplicación de tecnologías.

Las líneas de Program.ar se estructuraron en base a los siguientes objetivos:

- Difundir la importancia de la enseñanza de las CC y promover el debate al respecto en el ámbito público.
- Democratizar el conocimiento respecto de las CC y acercar a la población en general y a los estudiantes del nivel secundario en particular esta información.
- Diseñar, dictar y evaluar propuestas de capacitación en el tema para los diferentes niveles educativos y sus actores en conjunto con instituciones especializadas en el área de las CC y/o de la educación.

Desde sus inicios Program.ar eligió trabajar articuladamente con diversas organizaciones e instituciones públicas nacionales y regionales. Han sido actores claves en este proceso, las Universidades Nacionales con departamentos y/o carreras de informática, los Institutos de Formación docentes provinciales y los Ministerios de Educación de cada jurisdicción; así como los equipos jurisdiccionales, directivos y docentes de las escuelas públicas involucradas.

Durante los tres años que lleva el programa se llevaron adelante una serie de acciones para dar cuenta de sus objetivos y eligió trabajar articuladamente con diversas organizaciones e instituciones públicas nacionales y regionales:

- Se organizaron cinco foros regionales de discusión en los que participaron estudiantes, docentes y equipos directivos y organizaciones interesadas en la problemática. Se estructuraron en base a talleres sobre las diversas aplicaciones de la programación (videojuegos, animaciones, música electrónica, instalaciones interactivas, robótica) orientadas a docentes y estudiantes del último ciclo de secundario; una jornada de debates abierta y federal y un hackatón de desarrollo. Los foros se realizaron en conjunto con el portal educ.ar; el programa Conectar Igualdad y el Programa Nacional de Inclusión Digital Educativo (PNIDE), todos dependientes del Ministerio de educación de la Nación.
- Se trabajó de forma articulada con departamentos y carreras de informática de las Universidades Nacionales entendiendo que las casas de estudio e investigación son fuentes de conocimiento específico en la materia y es importante que estén involucradas en los procesos de innovación educativa. Junto a ellas se trabajó en estrategias para el fomento del estudio de carreras universitarias vinculadas a las CC.
- Se estimularon experiencias puntuales de acercamiento a la programación en la escuela secundaria y la formación de docentes de todos los niveles en ejercicio en la Didáctica de las CC.





- Se trabajó en la producción de entornos y contenido específicos para la enseñanza de las CC, así como de manuales para el abordaje de los contenidos por nivel, en conjunto con el portal educ.ar y las Universidades de Nacionales de Córdoba, La Plata, Tandil y Quilmes.
- Finalmente se avanzó en la formación de los equipos de conducción escolar respecto de la problemática en conjunto con el IIPE UNESCO Buenos Aires Oficina Regional para América Latina.
- Se está trabajando en el desarrollo de postítulos orientados a la investigación científica respecto de los impactos de las habilidades cognitivas en los estudiantes producto de la introducción de las CC en la Escuela, junto a las Universidades Nacionales de Río Cuarto, Córdoba, Comahue-Neuquén, Tandil, Lanús, Rosario, UADER Concepción del Uruguay, La Plata.



## 5 A modo de propuestas

Más allá del caso argentino y de la experiencia en Costa Rica, vale decir que existen diversas experiencias en América Latina y el Caribe que han llevado adelante programas muy diversos y que muestran que no hay respuestas unívocas al momento de pensar la introducción de las CC en los sistemas educativos de la región. Sin embargo existen algunas preguntas que seguramente se han hecho o deberán hacerse a medida que avancen en la toma de decisiones: ¿Qué instituciones dentro del sistema educativo deben asumir este compromiso?, ¿Cuáles deberían ser los contenidos y Con qué dispositivos? ¿Quiénes están preparados para enseñar? y ¿Qué relación debe tener en este punto el sistema educativo con el mercado y el sistema productivo?, entre otras.

Y cada pregunta plantea un “depende”: de que existan las condiciones mínimas de infraestructura y equipamiento disponible, de los recursos humanos formados adecuadamente, de los contenidos didácticos para estudiantes y docentes pertinentes y accesibles, de los equipos de conducción con una visión clara respecto del tema. Y esto se plantea como un camino necesario hacia la igualdad de oportunidades tanto a nivel educativo como de posterior inserción laboral así como un paso significativo hacia la posibilidad de soberanía tecnológica de aquellos países que lo implementen según sus necesidades.

En la actualidad gran parte de la discusión oscila entre dar el salto del “uso de computadoras a la comprensión del funcionamiento de esta tecnología” (Bonello y Czemerinski, 2015) y enseñar una serie de lenguajes de programación específicos para que los estudiantes aprendan a “codear”. Mientras la primera mirada podría implicar un cambio radical en el campo; la enseñanza exclusiva de lenguajes de programación (como Java Script, Python o PHP) limitaría el conocimiento de los estudiantes a un saber instrumental y perenne.

Aprender y enseñar Ciencias de la Computación implica desmitificar el funcionamiento mágico de las tecnologías a partir de facilitar un conocimiento adecuado de sus componentes y las relaciones entre lo físico y lo lógico: de comprender cómo es que los datos y los dispositivos dialogan entre sí para lograr operaciones ejecutables; de cómo y quiénes definen las operaciones que los equipamientos digitales realizan; de cómo se transmiten los datos y se producen las acciones y la información que de esta transmisión se derivan; de cómo y dónde se almacenan estos datos, con qué propósito, por cuánto tiempo y cómo es posible protegerlos; de qué es un sistema operativo y qué un programa o aplicación; de cuáles son las diferencias entre los sistemas libres y los privativos, entre tantos otros temas.

La enseñanza de la las CC en este contexto no apunta a la enseñanza de un lenguaje en particular sino a promover el pensamiento computacional expresado por Jeannette M. Wing (2006) como "proceso mental utilizado para formular problemas y sus soluciones de forma que las soluciones se representan en una forma que puede ser llevada a cabo por un agente de proceso de información". Este implica entonces una serie de saberes conceptuales así como de habilidades específicas. Supone ser capaz de traducir un problema en un conjunto de subproblemas; estructurar luego, una solución en un lenguaje comprensible para un autómata de modo tal que su accionar permita despejar la incertidumbre y produzca una acción mecánica y/o información; ser capaz de identificar



patrones de datos y de modos de funcionamiento; para entender que según el diseño de un programa es posible abordar uno o muchos problemas a la vez. La implementación de la solución más eficaz y segura implica el conocimiento de las partes que constituyen la máquina sobre la cual se opera para que genere una respuesta, el modo en el que se interrelacionan constituyendo un sistema, la forma en que se relacionan con el ambiente y los usuarios así como con otras máquinas, el sistema operativo que organiza su funcionamiento elemental y los lenguajes que utiliza para responder a los comandos. Y por supuesto, una cabal comprensión del problema que se busca resolver, sus distintas aristas, la evaluación de diferentes soluciones posibles y sus consecuencias –entre otras, éticas-.

En este punto resulta esencial preguntarse sobre el desarraigo cultural en el consumo de plataformas y contenidos digitales señalado por Raúl Katz -y mencionado al inicio de este cuadernillo- y asumir que incentivar la producción de contenidos educativos digitales locales y regionales (en especial contenido educativo móvil), será una tarea indelegable de los gobiernos y sistemas educativos en ALyC. Sin embargo, crear contenido educativo digital de calidad es un proceso complejo que requiere de la participación de profesionales expertos en distintas áreas del conocimiento y, muchas veces, de altos costos de inversión. Es por esto que será de particular importancia el lugar de los portales educativos nacionales y su rol en la producción de Recursos Educativos Abiertos (Chiappe, 2016).

Al interrogarnos sobre qué instituciones dentro del sistema educativo deben asumir el compromiso de enseñar el conjunto de conocimientos que definen las CC, es necesario alejarse de una posición tradicional que suele atribuirle a la tecnología un nivel de complejidad que solamente expertos o especialistas podrían abordar. Las matemáticas, los principios de la física, los conceptos de la biología o de la química son abordadas en todas las etapas del sistema educativo formal con diferentes niveles de profundidad y de complejidad. Del mismo modo, los fundamentos de las CC pueden ser incorporados de manera espiralada a lo largo de los niveles inicial, primario y secundario. A la fecha existen una variedad de herramientas didácticas, inclusive de la enseñanza de la programación, que se basan en lenguajes de bloques y que evitan las dificultades de sintaxis de la escritura de código facilitando el aprendizaje de los más pequeños.<sup>15</sup>

Una aproximación clave en este proceso es que cualquiera sea la política o estrategia elegida, será imperativo incorporar acciones tendientes a la igualdad entre hombres y mujeres. Las CC tienen el potencial de transformarse en un lugar clave para la discusión sobre la brecha digital de género.

Enseñar CC respecto de la conectividad y del equipamiento informático también supone un conjunto de decisiones de política educativa respecto de la cobertura de pisos tecnológicos (conexiones eléctricas, acceso a internet, servidores, etc.), de los modelos educativos de integración de TIC (1 a 1, laboratorios, etc.), de la elección de dispositivos (netbooks, tablets, celulares, etc.) y de inversión educativa, entre otras. En un contexto de gran variedad de experiencias a nivel regional no parecen existir caminos unívocos.

Está claro que frente a la mayor cantidad y diversidad de equipamiento e infraestructura disponible más rica podrá ser la propuesta de enseñanza-aprendizaje. Por un lado, es cierto que las condiciones materiales *per se* no aseguran la apropiación del conocimiento que buscamos ni de la manera adecuada. Existen propuestas de enseñanzas de CC basadas en el uso del lápiz y el papel, así como programas de lenguaje visual que permiten programar usando celulares o tabletas, y software que, por su necesidad de procesamiento, requiere del uso de computadoras de escritorio o netbooks.

---

<sup>15</sup> Un ejemplo de esto es la programación con bloques. Véase <http://pilasbloques.programar.gob.ar/>



Por otro lado, aquellas experiencias que a lo largo de los años de escolaridad básica y obligatoria no puedan contar nunca con un dispositivo -sea este un celular, una tablet, una netbook, un robot o una PC- tendrán limitaciones para variar en sus estrategias didácticas de aproximación a las CC y, sobre todo, para abordar determinados contenidos vinculados al hardware propiamente dicho y su relación con el software.

Sin duda, un tema central en cualquier planificación de integración de las CC será que los países puedan llevar adelante una estrategia sustentable en el tiempo que sea el resultado de una profunda evaluación y un claro diagnóstico de las condiciones de partida para poder, al mismo tiempo, hacer frente a un escenario de veloces cambios tecnológicos.

La integración del uso y apropiación de las TIC en los sistemas educativos está íntimamente ligada con las necesidades del currículum que estos buscan transmitir. Y para que esto sea posible se necesita preparar adecuadamente a los docentes y que sean capaces de manejar estas tecnologías con fluidez, comprender críticamente su aporte a los procesos de enseñanza-aprendizaje de maneras innovadoras y ser capaces de capitalizar su constante cambio. Si bien estos procesos se vienen realizando desde hace décadas en consonancia con las políticas públicas orientadas a la integración de las TIC en la región, resulta necesario pensarlos a partir de los desafíos que traen consigo las CC (Lugo, López y Toranzos, 2014). La clave sigue estando en la formación de profesionales de la educación que puedan mediar estos nuevos conocimientos de manera situada pedagógica, social y culturalmente. Estas necesidades de formación deben estar orientadas tanto para los docentes en formación como para los que están en ejercicio. Y esto, sin dudas, demandará cambios en las instituciones formadoras y en las estrategias de desarrollo profesional docente.

Hasta la fecha, las políticas de inclusión de tecnología fueron acompañadas en alguna medida por cursos, seminarios y especializaciones docentes con el fin de actualizar las prácticas en el aula, acompañando la distribución de equipamiento y la producción de contenidos digitales. Pero la formación inicial docente no cambió en forma sustantiva. Se reproduce en este nivel el mismo escenario que en el nivel secundario donde conviven las ofertas de ofimática, educación tecnológica, inclusión de TIC en las materias disciplinares y talleres extracurriculares de robótica, entre otras estrategias, según la orientación curricular que la jurisdicción haya asumido y los recursos disponibles que posean las instituciones de formación.

La falta de definición de un conjunto específico de conceptos, habilidades y procedimientos distinguiendo la enseñanza de las CC, las nuevas tecnologías de la información, la tecnología y las herramientas básicas de la ofimática, dificulta la estructuración de una formación docente completa, compleja y adecuada según el nivel y área de incumbencia. La definición de expectativas de habilidades en cada nivel contribuirá a estructurar la formación que los docentes debieran recibir para lograr dichos objetivos.

En principio parece bastante claro que la enseñanza de CC incluye conceptos vinculados a la matemática, a ciertos principios de la física y puede vincularse también con otras áreas del conocimiento. Sin embargo, podemos decir que el conjunto de conocimientos que conforman las CC no son los ya consignados por las asignaturas curriculares tradicionales por lo que abordarlos desde las mismas implicaría dejar de lado temas específicos de su incumbencia.

Esto implica claramente una formación profunda en la asignatura y su metodología, y entonces, puede ser interesante para los gobiernos pensar inicialmente en una reconversión de sus docentes de informática o afines (estrategia que ya ha sido utilizada en varios países), renovando el enfoque y los contenidos a brindar; enfocándose



principalmente en aquellos conceptos de las CC que son su fundamento y no pasarán de moda ni temporal ni geográficamente porque constituyen su núcleo duro.

Una política fundamental para que estos procesos tengan éxito, debería incluir no sólo a los docentes de nivel, sino fundamentalmente a los equipos directivos, los inspectores y los equipos de conducción. Algo que ha sido incorporado recientemente en las políticas de formación, y que puede verse claramente como central en las acciones llevadas adelante en el ejemplo del caso argentino, analizado anteriormente.

La enseñanza de las CC, apunta a la formación de ciudadanos que comprendan las bases conceptuales del funcionamiento de un mundo nuevo, que dicho conocimiento les permita tener una posición crítica frente a la evolución de la tecnología y sus incidencias en la organización de la vida cotidiana y, en última instancia, que los saberes aprendidos les permitan elegir de manera informada sus estudios superiores y proyectos profesionales. Por esto, es que la pregunta sobre la relación entre los sistemas educativos y el mercado y el sistema productivo, es clave.

Llevar adelante cualquier política de integración de las CC en los sistemas educativos, supone reconocerlas como políticas públicas que articulan intereses privados con intereses del Estado. Sin embargo, esto no implica desconocer que es una función intransferible de los Estados el garantizar el cumplimiento del derecho a la educación para todos. Si bien los sistemas educativos no forman exclusivamente para el mundo del trabajo, aumentar la masa crítica de interesados en las carreras superiores de informática, elevar la cantidad de egresados de las mismas y la calidad de los recursos humanos formados, puede transformarse en condición *sine qua non* para proyectar la soberanía tecnológica de un país. Este último aspecto es un elemento central en la distribución de poder mundial que los Estados de nuestra región no deben obviar.

Para Fernando Bordignon (2015), la soberanía tecnológica debe entenderse como la potestad de un Estado de elegir libremente, por sí mismo, sin condicionamiento alguno, sus planes y caminos de apropiación, uso y desarrollo de tecnología en función de un desarrollo económico con justicia social.

Un camino posible y necesario para los Estados de la región debería ser, entonces, jugar un rol activo en el desarrollo de una visión estratégica que permita definir cuáles son los objetivos a largo plazo que cada uno se plantea sobre el lugar que esperan ocupar en el mundo futuro; siempre en coordinación con el sector privado y académico. Un ejemplo de esto ha sido el caso argentino descrito en el capítulo anterior. Aunque no ha sido el único, ya que existen otras experiencias similares que se han desarrollado durante los últimos diez años en diversos países de la región, especialmente en América del Sur. Sin embargo, será fundamental que esa visión estratégica se transforme en política de Estado y que no dependa, como suele suceder, de ciclos electorales.

En una sociedad donde la información y el conocimiento están en el centro del modelo de desarrollo económico, creemos que es fundamental que los Estados no sólo garanticen que los ciudadanos puedan acceder a ese conocimiento sino, fundamentalmente, que asuman la responsabilidad de formar ciudadanos de pleno derecho, dotados de la capacidad de producir, comprender, analizar y criticar, entendiendo desde un inicio que el conocimiento es un bien colectivo.

En este contexto, creemos que los saberes y habilidades en relación con las CC que desarrollen los ciudadanos de los países de la región serán fundamentales para enfrentar los desafíos educativos, económicos, políticos y culturales del siglo XXI y la construcción de sociedades más justas, equitativas, inclusivas y democráticas.

Finalmente, entendemos que la sistematización de las experiencias en curso con relación a la integración de las CC en los sistemas educativos de la región resulta más que necesaria



para permitir generar evaluaciones y mediciones que con el tiempo ayuden a identificar un conjunto de datos sobre mejores prácticas según los contextos, los ámbitos y los modelos de aplicación y permitan realizar ajustes en las políticas y propuestas a futuro.





## Referencias

- Bonello, M., B. y Czemerinski, H. (2015): Program.AR: una propuesta para incorporar Ciencias de la Computación a la escuela argentina. Fundación Dr. Manuel Sadosky. Disponible el 01/12/2016 en:  
<https://es.scribd.com/document/326874109/Bonello-Belen-Una-Propuesta-Para-Incorporar-CC-en-La-Escuela-Argentina-1>
- Bordignon, F. (2014-2015): Soberanía tecnológica y educación: una dupla indisoluble, Revista Prólogos, volumen VII. Universidad Nacional de Luján. Disponible el 01/12/2016 en: <http://www.prologos.unlu.edu.ar/?q=node/14>
- Brito, A., (2015): Nuevas coordenadas para la alfabetización: debates, tensiones y desafíos en el escenario de la cultura digital, SITEAL TIC. Disponible el 01/12/2016 en: [http://tic.siteal.org/sites/default/files/stic\\_publicacion\\_files/tic\\_cuaderno\\_alfabetizacion.pdf](http://tic.siteal.org/sites/default/files/stic_publicacion_files/tic_cuaderno_alfabetizacion.pdf)
- CEPAL (2013): Mujeres en la economía digital: superar el umbral de la desigualdad. XII Conferencia Regional sobre la Mujer de América Latina y el Caribe. Disponible el 01/12/2016 en: <http://repositorio.cepal.org/handle/11362/16560?show=full>
- CEPAL (2015): La nueva revolución digital. De la Internet del consumo a la Internet de la producción. Disponible el 01/12/2016 en: <http://repositorio.cepal.org/handle/11362/38604>
- Chiappe, A., (2016), Tendencias sobre Contenidos Educativos Digitales en América Latina, SITEAL TIC. Disponible el 01/12/2016 en: <http://unesdoc.unesco.org/images/0024/002456/245673s.pdf>
- Dussel, I., Quevedo, A., (2010): Educación y nuevas tecnologías: los desafíos pedagógicos ante el mundo digital. Fundación Santillana. Disponible el 01/12/2016 en: <https://docs.google.com/document/d/1GakSNBi4ZJfCOt6Mrk-CHVUoOrSa7ee-CfBZ6pLo-4/preview>
- European Schoolnet (2015): Computing our future. Computer programming and coding Priorities, school curricula and initiatives across Europe. Disponible el 01/12/2016 en: [http://www.eun.org/c/document\\_library/get\\_file?uuid=3596b121-941c-4296-a760-0f4e4795d6fa&groupId=43887](http://www.eun.org/c/document_library/get_file?uuid=3596b121-941c-4296-a760-0f4e4795d6fa&groupId=43887)
- Jara, I. (2016): Habilidades digitales para el siglo XXI. En *Entornos Digitales y Políticas Educativas*. IPEE-UNESCO.
- Jiménez, M.; Cerdas, R. (2014): La robótica educativa como agente promotor del estudio por la ciencia y la tecnología en la región atlántica de Costa Rica. Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Innovación y Educación. OEI.
- Katz, R. (2016): TIC, digitalización y políticas públicas. En *Entornos Digitales y Políticas Educativas*. IPEE-UNESCO.
- Lugo, M. T. (2016): Las Políticas TIC en América Latina, un mosaico heterogéneo. Oportunidades y desafíos. En *Entornos Digitales y Políticas Educativas*. IPEE-UNESCO
- Lugo, M. T., López, N. y Toranzos, L. (2014): Políticas TIC en los sistemas educativos de América Latina. Informe sobre Tendencias Sociales y Educativas en América Latina 2014. Buenos Aires: IPEE UNESCO - OEI. Disponible el 01/12/2016 en: [http://www.siteal.iipe-oei.org/sites/default/files/siteal\\_informe\\_2014\\_politicas\\_tic.pdf](http://www.siteal.iipe-oei.org/sites/default/files/siteal_informe_2014_politicas_tic.pdf)
- Muñoz, L., Brenes, M., Bujanda, M.E., Mora, M., Núñez, O. y Zúñiga, M., (2014). Las políticas TIC en los sistemas educativos de América Latina: Caso COSTA RICA, UNICEF. Disponible el 01/12/2016 en: [http://www.unicef.org/argentina/spanish/Costa\\_Rica\\_OK.pdf](http://www.unicef.org/argentina/spanish/Costa_Rica_OK.pdf)
- Pavez, I., (2015): Niñas y mujeres de América Latina en el mapa tecnológico: una mirada de género en el marco de políticas públicas de inclusión digital, SITEAL TIC. Disponible el 01/12/2016 en: [http://tic.siteal.org/sites/default/files/stic\\_publicacion\\_files/tic\\_cuaderno\\_genero\\_20160210.pdf](http://tic.siteal.org/sites/default/files/stic_publicacion_files/tic_cuaderno_genero_20160210.pdf)
- Schweinheim, G. (2015): El papel del sector privado en la incorporación de las TIC a la educación básica. Unicef Argentina: Programa TIC y Educación Básica. Disponible el 01/12/2016 en: [http://www.unicef.org/argentina/spanish/EDUCACION\\_TICS-Educacion-Privados\(1\).pdf](http://www.unicef.org/argentina/spanish/EDUCACION_TICS-Educacion-Privados(1).pdf)



- Selby, C., (2015): Relationships: computational thinking, pedagogy of programming, and Bloom's Taxonomy, University of Southampton, Highfield Southampton, UK. Disponible el 01/12/2016 en: <http://dl.acm.org/citation.cfm?doid=2818314.2818315>
- Scolari, C. (2011): Convergencia, medios y educación. RELPE. Disponible el 01/12/2016 en: <http://www.relpe.org/wp-content/uploads/2011/05/Convergencia.pdf>
- Sunkel, G., Trucco, D. (2012). Las Tecnologías Digitales frente a los desafíos de la educación inclusiva en América Latina. Santiago de Chile: CEPAL. Disponible el 01/12/2016 en: [http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/21658/1/S2012809\\_es.pdf](http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/21658/1/S2012809_es.pdf)
- Sunkel, G., Trucco, D., Möller, S., (2012): Aprender y enseñar con las tecnologías de la información y las comunicaciones en América Latina: potenciales beneficios. CEPAL
- UNESCO. (2008). Estándares de competencia en TIC para docentes. UNESCO.
- Wing, J., M., (2006): Computational Thinking, Viewpoint Vol. 49, No. 3. Disponible el 01/12/2016 en: <https://www.cs.cmu.edu/~15110-s13/Wing06-ct.pdf>