



PENSAMIENTO COMPUTACIONAL Y PROGRAMACIÓN A NIVEL ESCOLAR EN CHILE: EL VALOR DE FORMAR A LOS INNOVADORES TECNOLÓGICOS DEL FUTURO

Ser el más rápido para responder un mensaje de texto, el mejor para encontrar y publicar el meme perfecto, buscar rápidamente en Wikipedia y hacer copy+paste (sin que se note) para terminar la tarea, o incluso el manejar todas las opciones para subir, modificar y publicar una foto en Facebook o Twitter, hace acreedor al joven de hoy del título de experto en Computación. Se habla de “nativos digitales” como si fueran dominadores todopoderosos de la tecnología a su disposición, pero en realidad son solo consumidores de ésta. Son muy hábiles, de más está decirlo, pero carecen de un entendimiento real de la rica lógica subyacente a estas tecnologías. Y es difícil que sea de otro modo, pues los niños en Chile reciben poca o nula formación acerca de las bases y principios subyacentes a las tecnologías digitales que se utilizan hoy de manera ubicua.



NANCY HITSCHFELD

Profesora Asociada Departamento de Ciencias de la Computación, Universidad de Chile. Doctora en Technischen Wissenschaften, ETH Zurich, Suiza; Magíster en Ciencias Mención Computación, Universidad de Chile. Sus áreas de interés son: Modelamiento Geométrico (generación de discretizaciones espaciales en 2 y 3 dimensiones), Visualización, Reconocimiento de Patrones en Imágenes, Paralelización de Algoritmos sobre GPUs, y cómo atraer mujeres a Ingeniería y Ciencias.

nancy@dcc.uchile.cl



JORGE PÉREZ

Profesor Asistente Departamento de Ciencias de la Computación, Universidad de Chile. Doctor en Ciencias de la Ingeniería (2011), Pontificia Universidad Católica de Chile. Presidente de la Corporación para el Fomento de Ciencia de la Computación en Colegios (C¹⁰⁰), Director de las Olimpiadas Chilenas de Informática. Líneas de investigación: Bases de Datos - Datos Web, Lógica en Ciencia de la Computación.

jperez@dcc.uchile.cl | @perez



JOCELYN SIMMONDS

Profesora Asistente Departamento de Ciencias de la Computación, Universidad de Chile. Doctora en Computer Science, University of Toronto, Canada; Master of Science en Computer Science, Vrije Universiteit Brussel, Bélgica y École Des Mines de Nantes, Francia. Sus áreas de interés son: Análisis y Diseño de Software, en especial aplicaciones Web y móviles; Validación y Verificación de Sistemas; Educación Apoyada con Tecnología, y cómo atraer mujeres a Ingeniería y Ciencias.

jsimmond@dcc.uchile.cl

Hace poco más de veinte años, Chile comenzó a integrar recursos de tecnología digital en las aulas escolares, siendo la principal iniciativa la liderada por Enlaces del Ministerio de Educación¹. Estas iniciativas se han basado en lo que se conoce hoy como Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), y tienen como fin el utilizar estas tecnologías para apoyar el aprendizaje de los contenidos mínimos presentes en los currículos de enseñanza básica y media. También se han integrado recientemente contenidos específicos de uso de TIC en ciertas asignaturas. La iniciativa llegó a uno de sus puntos cúlmine con la creación del SIMCE-TIC²

¹ <http://enlaces.cl>

² <http://simcetic.enlaces.cl/>

que mide las habilidades en el uso de las TIC por parte de los alumnos. El lector podrá notar lo reiterativo del término “uso” cuando se refiere a TIC en el ámbito escolar.

No se puede negar que las habilidades mencionadas respecto del uso de la tecnología digital son muy importantes y van mucho más allá del esparcimiento. De hecho, resultan fundamentales para los profesionales de hoy. Sin embargo, éstas serán insuficientes para enfrentar los desafíos del futuro. Los países desarrollados (e incluso algunos vecinos de nuestra región³), han observado ya este fenómeno y han entendido

³ Ver por ejemplo el caso de Argentina en <http://program.ar> y Colombia en <http://www.eduteka.org/modulos/9>





que se requiere no solo incentivar el uso, sino también **incentivar la creación de tecnología**. Si Chile quiere dar un salto importante en cuanto a desarrollo e innovación, es imprescindible que las nuevas generaciones entiendan que se puede pasar de ser simples consumidores a ser generadores de tecnología. Pero esto no lo entenderán solas, al menos no durante la etapa escolar. La idea debe ser introducida de manera sistemática, con políticas claras de mediano y largo plazo, haciendo notar el fenómeno no solo a los niños sino también a su entorno (padres y apoderados, familiares, etc.). La sociedad debe entender que cualquiera, incluso un niño de enseñanza básica, puede ser capaz de generar nueva tecnología.

Se podría argumentar que el uso de tecnologías, y en particular de las TIC, es un punto previo imprescindible para posteriormente llegar a la creación de tecnología. Pero esto no es así. De hecho, los conceptos necesarios para preparar a los creadores tecnológicos pueden entregarse a los niños, incluso desde la etapa preescolar sin el uso de tecnología específica [2]. Estos conceptos y habilidades están englobados en lo que hoy se conoce como *Pensamiento Computacional*⁴ siendo una de sus herramientas fundamentales la *Programación Computacional*. A grandes rasgos, Pensamiento Computacional incluye habilidades tales como modelar y descomponer un problema, procesar datos, crear algoritmos y generalizarlos. Todas estas habilidades son las que utilizan los creadores de las aplicaciones computacionales que usamos a diario, como el correo electrónico, los motores de búsqueda y los videojuegos. Programación por su parte, es la forma de darle instrucciones precisas al computador para que éste pueda resolver por nosotros un problema de manera general.

En este artículo describimos el concepto de Pensamiento Computacional y Programación (PCyP) y su aplicación a nivel escolar, el contexto en el que se encuentra globalmente, cómo se inserta Chile en el tema y las iniciativas que se están llevando a cabo. Discutimos igualmente acerca de posibles acciones para convertir a PCyP en una rama más en los currículos mínimos escolares.

PENSAMIENTO COMPUTACIONAL VERSUS TIC EN LA ETAPA ESCOLAR

Las TIC son el conjunto de tecnologías y recursos necesarios para almacenar, procesar y transmitir información. Abarcan una gama amplia de herramientas, como los computadores, las redes necesarias para enviar y recibir información de un sitio a otro, y programas informáticos necesarios para guardar y procesar esta información, permitiendo su posterior recuperación. El "smartphone" (o teléfono inteligente) es un ejemplo estrella de las TIC, donde la miniaturización de los componentes electrónicos significa que ahora tenemos un minicomputador de bolsillo que está comunicado en forma casi ubicua, llevando a una verdadera revolución en cómo las personas interactúan. Por ejemplo, si uno recibe una invitación al cine, sobre la marcha se puede usar el GPS del smartphone para ver cómo llegar a éste y, además, se pueden comprar las entradas en línea, recibiendo la imagen de un código de barra que debe ser escaneado directo desde la pantalla del teléfono para entrar a la sala.

Las TIC presentan soluciones ya configuradas, donde no se requiere un conocimiento profundo del funcionamiento de éstas para lograr usarlas. Esto es útil si una herramienta resuelve un problema que ocurre frecuentemente, pero no sirve si el usuario se enfrenta a un problema que no se ajusta a los parámetros de las TIC que maneja. Este usuario difícilmente podrá resolver el problema nuevo de forma eficiente y generalizable, porque sencillamente no posee las herramientas para hacerlo.

El Pensamiento Computacional y Programación (PCyP) [6] en cambio, es un método para resolver problemas usando tecnología y está inspirado en el conjunto de competencias y habilidades que un profesional utiliza cuando crea una solución o aplicación computacional. PCyP es una forma de resolver problemas integrando las

tecnologías digitales con las ideas de las personas. Notemos que esto no reemplaza la creatividad, el razonamiento y el pensamiento crítico, sino que refuerza estas competencias dándole a las personas nuevas formas de organizar un problema con la ayuda del computador. Para formular problemas de manera que puedan ser resueltos usando computadores, se debe preparar a los alumnos para que puedan [5]:

- *Generar una abstracción del problema a resolver.*
- *Organizar los datos de manera lógica.*
- *Identificar y analizar posibles soluciones.*
- *Especificar una solución mediante una serie de pasos ordenados (algoritmo).*
- *Codificar la solución en un lenguaje que entienda el computador (programa).*
- *Generalizar y transferir esta solución a otros problemas donde sea aplicable.*

¿Por qué no desarrollar entonces estas habilidades en las niñas y niños? Junto a las materias tradicionales que se ven en la etapa escolar, el desarrollo de PCyP no solo reforzará el aprendizaje de las otras materias, sino que además les mostrará una nueva forma (muy poderosa) de resolver problemas. Es así como el proceso PCyP abre un nuevo mundo a las personas, y en particular a los más pequeños, quienes son creativos en esencia y tienen mentes abiertas para absorber cualquier conocimiento de forma natural si se les entrega de manera adecuada. Las niñas y niños muestran una habilidad impresionante para hacer uso de TIC, pero ¿por qué restringirlos a esto?

Más aún, con la velocidad con la que cambia la tecnología, las TIC de hoy estarán obsoletas en 10-20 años, así como también el conocimiento acerca de éstas. En cambio, un estudiante cuya educación primaria y secundaria incorpore el PCyP en todas sus aristas, estará capacitado para adaptarse rápidamente a las nuevas tecnologías.

El desarrollo del PCyP permite además desarrollar y fortalecer una serie de competencias transversales que son indispensables para formar líderes e innovadores [5]. Estas competencias incluyen: confianza en el manejo de la complejidad, persistencia al trabajar con problemas difíciles, tolerancia a la ambigüedad,

⁴ http://en.wikipedia.org/wiki/Computational_thinking

habilidad para lidiar con problemas abiertos, y habilidad para comunicarse y trabajar con otros para alcanzar una meta o solución común. El resultado final es una persona con una "caja de herramientas" mucho más rica que una persona que únicamente usa las TIC.

EL MUNDO Y CHILE

Países como Inglaterra, Estados Unidos, Finlandia, Estonia, Japón y Singapur se han enfocado en el desarrollo del pensamiento computacional en la etapa escolar, como una forma de liderar la revolución digital mundial. En estos países, ya se ha masificado el uso del computador en las aulas como una forma de apoyar la enseñanza de otras materias, y ahora se encuentran implementando planes para incluir en el currículum escolar oficial nociones básicas de programación, apuntando al desarrollo del pensamiento computacional⁵, para lograr que sus estudiantes egresen del colegio con las herramientas necesarias para construir sus propias soluciones tecnológicas. El objetivo no es solo apoyar la enseñanza de las matemáticas y las ciencias en los colegios, sino también desarrollar una sociedad de creadores que puedan atacar desafíos complejos e interdisciplinarios, ya sea como emprendimientos o como proyectos de interés público. Además, con tecnología de punta como las impresoras 3D, estas soluciones ya no están limitadas al desarrollo de software, sino también se pueden crear nuevos dispositivos, produciendo nuevas oportunidades económicas para todos los involucrados.

Inglaterra ha sido uno de los países más agresivos en su transitar desde uso de TIC en las escuelas a inclusión de conceptos más generales como PCyP. De hecho la Royal Society en 2012 propuso incluso eliminar el término TIC de los vocablos usados en enseñanza escolar, por considerar que el término "había atraído mucha connotación negativa" [10] y viciaba la impresión que los alumnos se hacían de la Com-

putación, asociándola principalmente al uso de aplicaciones de ofimática.

Aun reconociendo los beneficios de las TIC, su buen uso y la inclusión de estos en el currículum escolar, no es en ningún caso una condición suficiente para gatillar la revolución digital y tecnológica en un país. Según el Informe Global de Tecnologías de Información [3] preparado en 2014 por el Foro Económico Mundial, Chile lidera el ranking de uso de TIC a nivel Latinoamericano (puesto 35 a nivel mundial), y es consistentemente número uno a nivel Sudamericano en todas las métricas consideradas. En contraste, un estudio preparado en 2014 por la Corporación Andina de Fomento con datos obtenidos desde el Banco Mundial, sitúa a Chile muy por detrás de México, Brasil, Argentina y Costa Rica en cuanto a Innovación basada en Tecnología [1]⁶.

Volviendo al caso escolar, si bien Chile cuenta con una de las mejores infraestructuras escolares de Latinoamérica, dónde según el Banco Interamericano de Desarrollo nueve de cada diez establecimientos educacionales (colegios y liceos) tienen salas de computación [4], en la práctica esta infraestructura no está siendo aprovechada. Esto queda demostrado en los resultados del Censo Nacional de Informática Educativa de 2012 [7], donde se observaron niveles relativamente bajos de uso de TIC para actividades de enseñanza y aprendizaje. La mayoría de los profesores encuestados indicaron que usaban las TIC para presentar información (casi un 50% lo realiza comúnmente, siempre o casi siempre), pero que rara vez se hace uso de TIC más avanzadas como software educativo (casi el 60% de los profesores nunca o casi nunca ha usado este tipo de software). Una conclusión del Censo es que hay una "necesidad de focalizar políticas para incentivar el uso de TIC para este tipo de actividades".

El desarrollo de PCyP en Chile sigue siendo un conocimiento lejano para los niños, especialmente si provienen de contextos vulnerables, donde tienen menos acceso a la tecnología.

Además, existe una gran brecha digital de género que no se cierra: pocas mujeres muestran interés por las TIC y PCyP, dado el prejuicio cultural de que las mujeres no son buenas para las ciencias, en conjunto con los estereotipos negativos asociados a la Computación (este tema se profundiza en esta Revista más adelante). Éstas son oportunidades perdidas para el país, dado que la oferta laboral en campos relacionados con ciencia y tecnología son una buena oportunidad de movilidad social, impactando positivamente en las intenciones de Chile de convertirse en país desarrollado [9].

PLAN DE ACCIÓN

Como se mencionó en las secciones anteriores, la meta general de largo plazo es pasar de ser un país consumidor de tecnología, a uno generador de tecnología. En este contexto, la enseñanza escolar de PCyP jugará un rol fundamental. De esta forma, una meta ambiciosa pero más específica, es lograr que en el mediano plazo PCyP esté dentro de los programas mínimos del currículo escolar en Chile. Para lograr esto se requiere de grandes esfuerzos, siendo el más evidente la formación de nuevos docentes y la capacitación de los existentes. Deberíamos empezar a introducir estos nuevos conceptos en todas las escuelas de pedagogía a nivel país. La meta también requerirá, entre otras cosas, del establecimiento de un currículo mínimo en el área, identificando las competencias específicas que los alumnos deberían adquirir, y la forma en que estas competencias pueden ser instaladas en los alumnos adaptándose a la realidad chilena.

El lector podrá notar la dificultad de que en Chile se den las condiciones para que este cambio suceda. Más aún, es virtualmente imposible que estas condiciones se den de manera natural sin que las distintas personas involucradas se comprometan con la causa. Y Chile no puede quedarse simplemente esperando. **El no tomar acciones en el corto plazo nos podría poner**

⁵ <https://www.gov.uk/government/publications/national-curriculum-in-england-computing-programmes-of-study>
<http://csta.acm.org/Curriculum/sub/CompThinking.html>

⁶ El estudio considera no solo tecnología digital, sino una definición más amplia en donde se incluyen las tecnologías exportables provenientes principalmente de patentamientos.



en una situación crítica de desventaja en la región. Por esto creemos firmemente que se debe llevar a cabo un plan de acción agresivo con dos objetivos principales: (1) generar las condiciones para que en el mediano plazo PCyP sea una rama en todas las escuelas del país, y en el intertanto, (2) generar instancias para no perder generaciones completas de escolares mientras el cambio definitivo no se instale.

GENERANDO LAS CONDICIONES PARA EL CAMBIO SISTÉMICO

Diversos estudios han tratado el cómo lograr el punto (1), siendo uno de los más detallados y actuales el "Computational Thinking, leadership toolkit" [8]. En este trabajo se provee un conjunto de recursos que las personas en posición de liderazgo pueden utilizar para lograr un cambio sistémico. Entre los recursos provistos en [8] se pueden mencionar los siguientes:

- a. Definición operacional de las destrezas computacionales necesarias que todo alumno debiera manejar al graduarse de secundaria.
- b. Definición de vocabulario técnico específico y una tabla de progresión para la introducción de este vocabulario y los conceptos asociados en las distintas etapas de estudio de los alumnos.
- c. Modelo para el cambio sistémico, que incluye el modelo necesario para preparar a docentes competentes en el área y crear programas de postgrado que puedan preparar a especialistas en la aplicación de los conceptos.
- d. Guía para la implementación de la estrategia describiendo las actividades, los resultados y los indicadores para cada grupo de intere-

sados, incluyendo estrategias de corto, mediano y largo plazo.

- e. Puntos de discusión para involucrar a los distintos grupos de interesados, incluyendo profesores, padres y apoderados, la sociedad como conjunto, gente de la industria, y autoridades a nivel comunal, regional y de país.

Dentro de todos los puntos mencionados, posiblemente el que requiere de una aplicación más inmediata en el caso de Chile es el punto (e). Es claro que, dadas las necesidades urgentes en educación del país, y sobre todo en educación pública, los temas específicos pasan a segundo plano. Por lo mismo se hace indispensable hacer notar a cada grupo de interés el valor del PCyP. Cada grupo de interés lo valorará desde una perspectiva única y es menester de los líderes del proyecto, el que puedan articular estas perspectivas.

La otra pregunta importante es quiénes son los llamados a llevar adelante el cambio. Creemos firmemente que éste no puede ser un cambio generado por un único estamento o grupo particular, **y debe ser un esfuerzo conjunto entre escuelas, padres y apoderados, empresas públicas y privadas, universidades y el Estado**, siendo este último el que debiera liderar el proyecto por su capacidad de incidir en los planes curriculares mínimos de la enseñanza escolar. Hay un par de esfuerzos que se han estado llevando a cabo, uniendo estos estamentos, aunando instituciones como Enlaces del Ministerio de Educación, fundaciones como País Digital, y diversas universidades a nivel nacional, pero aún en fase de discusión preliminar.

ACTIVIDADES A REALIZAR EN EL CORTO PLAZO

Antes mencionábamos que no podíamos esperar años a que estén todas las condiciones, que debemos empezar ahora y así no perder

generaciones de alumnos. En este contexto hay diversas iniciativas a nivel país que se han estado llevando a cabo de manera independiente. Entre ellas se puede mencionar la iniciativa "Jóvenes Programadores", impulsada por BiblioRedes de la Dirección de Bibliotecas, Archivos y Museos, las "Olimpiadas Chilenas de Informática" impulsada por la Corporación C¹⁰⁰, y apoyada por la Sociedad Chilena de Ciencia de la Computación y diversas Universidades a nivel país, y el proyecto "Mi Taller Digital" de Enlaces, entre muchas otras llevadas adelante por fundaciones, empresas, profesionales y estudiantes. Algunas de ellas serán tratadas en detalle en esta Revista más adelante.

Creemos que es el momento de coordinar estas iniciativas para que todas ellas se entiendan dentro del mismo marco. Como tareas de corto plazo se pueden mencionar las siguientes:

- Utilización efectiva de iniciativas actuales a gran escala: las tres iniciativas específicas mencionadas anteriormente, funcionan actualmente a nivel país abarcando un gran número de escolares. Si éstas pueden coordinarse y potenciarse, el impacto en cuanto a alumnos interesados se multiplicaría.
- Unificación de iniciativas de menor escala para que tengan un impacto a nivel país: hay muchos esfuerzos particulares de profesionales, estudiantes, empresas (mediante sus programas de Responsabilidad Social Empresarial), etc., que están trabajando con escuelas integrando algunos conceptos de PCyP. Sería ideal crear un paraguas que les permita a ellos, intercambiar experiencias, llegar a más escuelas, y sobre todo, sumar a más interesados en aportar.

En este último punto, un grupo de miembros de la Corporación C¹⁰⁰, está intentando juntar una red de voluntarios a nivel país que donen una fracción pequeña de su tiempo para introducir conceptos específicos de PCyP en las escuelas públicas de Chile⁷.

⁷ <http://c-100.cl/voluntarios.html>

EPÍLOGO

Según el Foro Económico Mundial, Chile lidera el ranking de uso de TIC a nivel Latinoamericano [3]. Esto nos sitúa en una posición clara de ventaja en la región para poder dar el salto y pasar de ser (hábiles) consumidores a generadores de nueva tecnología digital. Y el punto natural de inicio de esta revolución es la enseñanza escolar.

Los distintos grupos de interés pueden desde ya tomar en sus manos parte de los cambios:

estudiantes en etapa escolar accediendo a los recursos disponibles en la Web e informándose cómo participar en actividades como olimpiadas, talleres, etc.; padres y apoderados instando a los más pequeños a explorar sus aparatos electrónicos más allá del simple uso; estudiantes universitarios y profesionales de la Computación desmitificando el área, haciendo los conceptos y términos accesibles para todos, y sumándose a las campañas voluntarias para integrar PCyP en las escuelas; y líderes políticos en educación, entendiendo cómo PCyP puede generar una revolución, el valor de ésta y la necesidad de incentivar la inserción temprana en la etapa escolar, generando las condiciones

para apoyar a las escuelas en los cambios necesarios.

Chile ha llegado sistemáticamente tarde a la mayoría de las revoluciones tecnológicas y digitales. ¿Nos perderemos como país otra oportunidad de innovar, esta vez en los contenidos y la forma en que enseñamos a las niñas y niños? Posiblemente, y como nunca en el pasado, las condiciones para llegar a tiempo a esta revolución parecen ser favorables para nuestro país. Está en manos de los líderes educacionales no dejar pasar esta gran oportunidad. ■

REFERENCIAS

- [1] Álvaro Atilano, Jesús Mercado, Helen Casanova. Indicadores de Innovación Tecnológica de los Países de América Latina y el Caribe, 2014. http://eventos.caf.com/media/34584/Indicadores_Innovacion_Tecnologica_paises_America_Latina_Caribe_Version_resumida.pdf
- [2] Tim Bell, Ian H. Witten and Mike Fellows. CS Unplugged Book, 2015. <http://csunplugged.org/books/>
- [3] Beñat Bilbao-Osorio, Soumitra Dutta, and Bruno Lanvin, Editores. The Global Information Technology Report 2014 – World Economic Forum, 2014. http://www3.weforum.org/docs/WEF_GlobalInformationTechnology_Report_2014.pdf
<http://widgets.weforum.org/global-information-technology-report-2014/>
- [4] Jesús Duarte, Carlos Gargiulo, Martín Moreno. Infraestructura Escolar y Aprendizajes en la Educación Básica Latinoamericana, mayo 2011. <http://idbdocs.iadb.org/wsdocs/getdocument.aspx?docnum=36201660>
- [5] Irene Lee. CSTA Computational Thinking Task Force, 2014. <http://csta.acm.org/Curriculum/sub/CurrFiles/471.11CTLeadershipToolkit-SP-vF.pdf>
- [6] Jeannette M. Wing. Computational thinking. Commun. ACM 49, 3 (March 2006), 33-35.
- [7] Adimark GfK - IIE, Censo de Informática Educativa 2012: Resultados Principales. http://www.enlaces.cl/tp_enlaces/portales/tpe76eb4809f44/uploadImg/File/2013/doc/centro/Censo_de_Informatica_Educativa.pdf
- [8] Computational Thinking, leadership toolkit. Computer Science Teachers Association, International Society for Technology in Education, 2011. <http://www.iste.org/docs/ct-documents/ct-leadershiptoolkit.pdf?sfvrsn=4>
- [9] OECD, The High Cost of Low Educational Performance: The Long-Run Economic Impact of Improving PISA Outcomes. <http://www.oecd.org/pisa/44417824.pdf>
- [10] Shut down or restart? The way forward for computing in UK schools. The Royal Society, UK, 2012. <https://royalsociety.org/education/policy/computing-in-schools/report/>