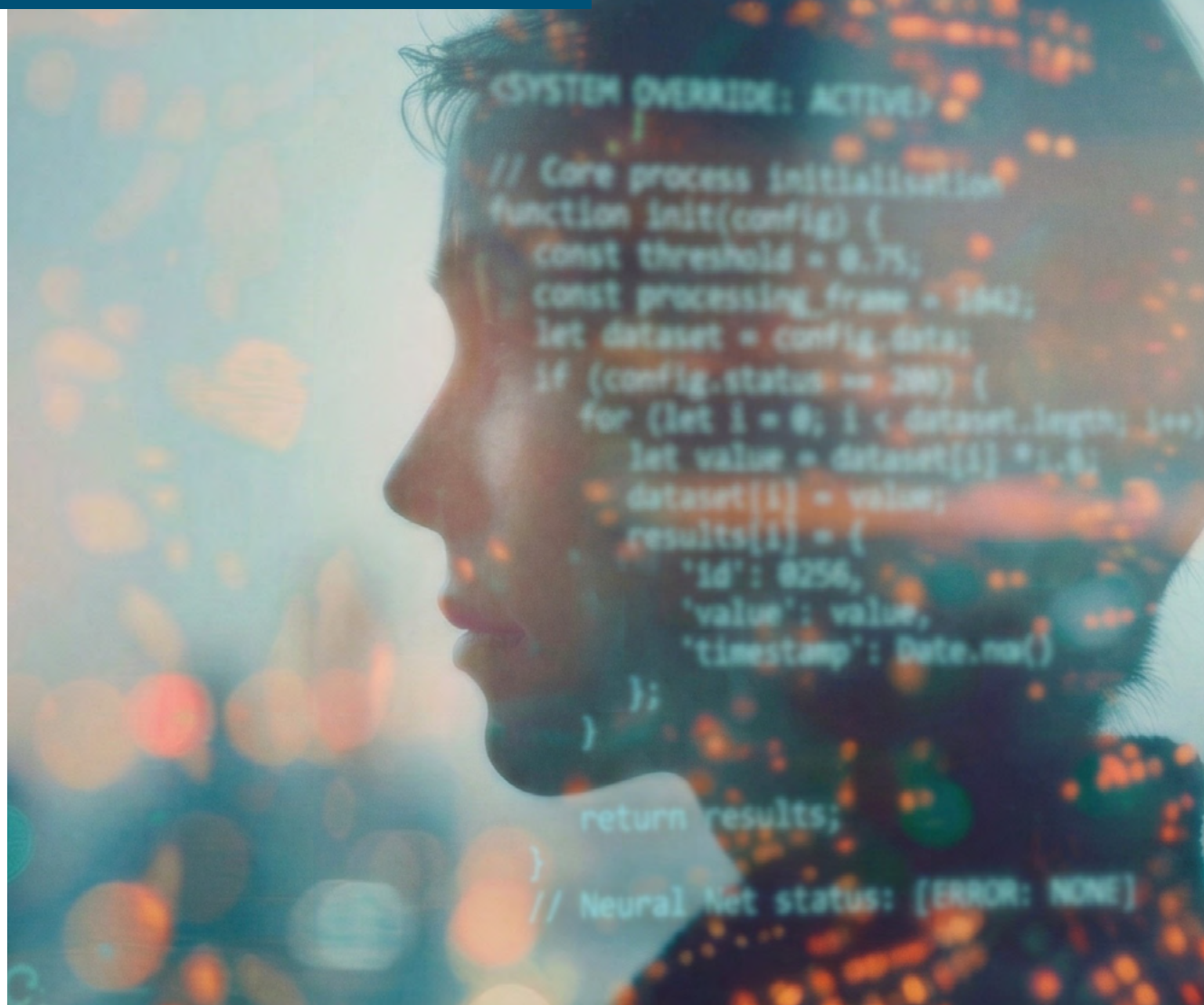


Integrando el pensamiento computacional y la programación en la formación inicial docente en Chile





Jocelyn Simmonds

Doctora en Ciencias de la Computación por la Universidad de Toronto, Canadá. Profesora Asociada del Departamento de Ciencia de la Computación de la Universidad de Chile. Sus intereses de investigación están en las áreas de ingeniería de software, el desarrollo del pensamiento computacional en niños y niñas, y cómo mejorar la participación de mujeres en computación y tecnología.

✉ jsimmond@dcc.uchile.cl



Nancy Hitschfeld Kahler

Doctora en Technischen Wissenschaften por la ETH-Zurich, Suiza. Profesora Titular del Departamento de Ciencias de la Computación de la Universidad de Chile. Sus líneas de investigación incluyen mallas de polígonos y poliedros, computación en GPU, algoritmos en ciencia e ingeniería computacional y educación en computación. Participa activamente en comisiones y actividades para atraer mujeres a STEM.

✉ nancy@dcc.uchile.cl



Valeria Henríquez

Doctora por la Universidad Politécnica de Madrid, España. Profesora Auxiliar en la Universidad Austral de Chile. Sus intereses de investigación incluyen tecnologías educativas, métodos ágiles en ingeniería de software y mejora de procesos organizacionales. Su investigación actual se centra en analítica del aprendizaje y la integración de IA generativa en la ingeniería de software.

✉ valeria.henriquez@inf.uach.cl



Eliana Scheihing

Doctora por la Université Catholique de Louvain, Bélgica. Profesora Titular y actual Directora del Instituto de Informática de la Universidad Austral de Chile. Sus intereses de investigación actuales incluyen: alfabetización en inteligencia artificial en contextos escolares, aprendizaje mejorado por tecnologías, analítica del aprendizaje, minería de datos y estadística bayesiana.

✉ escheihi@inf.uach.cl

Resumen / En este artículo presentamos un modelo para desarrollar habilidades de pensamiento computacional y programación usando Aprendizaje Basado en Proyectos en la Formación Inicial Docente universitaria chilena. Este modelo promueve el diseño de proyectos interdisciplinarios que abordan preguntas de investigación derivadas del Currículum Nacional¹ escolar, alineadas a los objetivos de aprendizaje de varias materias, que refuercen tanto el aprendizaje en las materias abordadas y al mismo tiempo desarrollen habilidades de pensamiento computacional, y que más tarde puedan ser aplicados en el aula escolar. El modelo fue cocreado y validado con formadores de docentes de la Universidad Austral de Chile, Universidad Católica del Norte y Universidad de O'Higgins.

Introducción

El desarrollo de habilidades de pensamiento computacional (PC) [1] a partir de una edad temprana se ha convertido en un desafío a abordar en todo el mundo, dado los procesos cognitivos que involucra. Para enfrentar y buscar una solución a un problema mediante el PC, se hace uso de habilidades como la abstracción, la descomposición, el reconocimiento de patrones y la elaboración de algoritmos (mediante la programación). Estas habilidades permiten resolver problemas en disciplinas tales como biología, historia y música, entre otras, y no sólo en el área de la computación y matemáticas.

En Chile, desde el año 2012, tanto universidades como organizaciones privadas han estado liderando iniciativas para desarrollar el PC con actividades extra curriculares. Recién en el año 2018 se incorporó esta temática en el Currículum Nacional, como parte de un curso electivo de profundización de matemáticas para tercero y cuarto medio, pero esto fue sin tomar en cuenta que la mayoría de los programas de pedagogías de las

1 <https://www.curriculumnacional.cl/>



Figura 1 / Parte del equipo FONDEF. De izquierda a derecha: Daniel Estrada, Paulo Contreras, Valentín Muñoz, Nancy Hitschfeld Kahler, Karin Mercado, Eliana Scheihing, Jocelyn Simmonds y Lucía Márquez.



Figura 2 / Esquema del modelo para la integración de PCyP en la Formación Inicial Docente (FID).

universidades chilenas no incorporan el desarrollo de habilidades de PC en sus estudiantes, como tampoco la programación (desde ahora ocuparemos la sigla PCyP para referirnos a ambos tópicos juntos).

Analizando más de 100 programas de pedagogía ofrecidos en Chile al año 2022, solo 16 incluían tópicos de PCyP, y eran principalmente programas de matemáticas o física. Es así como profesores en servicio y estudiantes de pedagogía que deseen desarrollar estas habilidades necesariamente deben hacerlo en forma autodidacta. Además, si bien existen algunas oportunidades de capacitación, no están enfocadas a desarrollar las habilidades del PCyP en el contexto de los objetivos de aprendizaje asociados a las distintas asignaturas en el Currículum Nacional, lo que dificulta su inclusión en el aula.

Las autoras de este artículo y sus colaboradores/as han explorado y desarrollado distintas estrategias y metodologías para introducir PCyP en el aula escolar, para estudiantes y profesores en servicio [2, 3, 4]. Estas experiencias nos han hecho evidente que la inclusión de PCyP en educación primaria y secundaria chilena no se masificará si los estudiantes de pedagogía no adquieren estas habilidades de manera contextualizada en la disciplina que estudian durante su formación.

En este artículo presentamos un modelo que desarrollamos para guiar a Escuelas de Pedagogía en la integración del PCyP en cualquier programa de pedagogía. Este modelo ofrece un

marco estructurado para hacer esta integración de manera sistemática y articulada al contexto regional del programa de pedagogía a actualizar, pero al mismo tiempo abordando los objetivos de aprendizaje que define el Currículum Nacional para la disciplina asociada. Esto es mediante un enfoque de Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), para que a futuro los y las docentes en formación puedan reutilizar las actividades en el aula escolar, cuando ejerzan como profesor/a.

Este modelo fue el resultado principal del proyecto FONDEF IDeA ID23I10335, desarrollado en consorcio por la Universidad de Chile, Universidad Austral de Chile (UACH), Universidad Católica del Norte (UCN) y la Universidad de O'Higgins (UOH), durante julio 2023 – julio 2025 (ver Figura 1). Si bien intuimos que este modelo puede ser ocupado para integrar el PCyP en distintas asignaturas y a distintos niveles escolares, en este proyecto nos enfocamos en validar el modelo para el Currículum Nacional desde séptimo básico a segundo medio, y en asignaturas como matemáticas, ciencias naturales e inglés.

Modelo para la integración de PCyP en la Formación Inicial Docente

El modelo desarrollado consiste de cuatro componentes para integrar PCyP en un programa existente de pedagogía (ver Figura 2):

1. **Diagnóstico institucional:** este componente permite identificar las variables de contexto relevantes para la integración de PCyP, como el nivel de conocimiento que los distintos actores tienen acerca de PCyP, y sus actitudes frente al uso de tecnología en el aula. Este diagnóstico se hace con respecto a los tres tipos de actores claves de la Formación Inicial Docente (FID): docentes en formación, formadores de docentes y autoridades.
2. **Competencias PCyP:** este componente organiza los conocimientos, habilidades y actitudes de PCyP que se han identificado en la literatura. Hay que definir los niveles de logro que desean desarrollar en un programa de pedagogía, basándose en el diagnóstico institucional.
3. **Actividades formativas:** este componente es un catálogo de actividades formativas para la integración del PCyP mediante el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), buscando desarrollar objetivos de aprendizaje del Currículo Nacional y de las asignaturas FID donde se desarrollan estas actividades.
4. **Itinerario formativo:** este componente ordena las distintas estrategias que se presentan en la literatura para integrar el PCyP en la FID, desde lo microcurricular a lo macrocurricular. Estas se presentan en una matriz de orientaciones por actor relevante, haciendo una relación directa con el diagnóstico institucional.

Pongámonos en el caso que el diagnóstico institucional del programa de pedagogía a actualizar detecta el siguiente contexto:

- Todos los actores presentan un bajo nivel de conocimientos acerca de PCyP.
- La capacidad de la institución para hacer cambios curriculares es media.
- Los formadores de docentes son cautos con respecto a sus conocimientos previos de PCyP.
- La infraestructura tecnológica disponible es de alto nivel.

En este caso, el modelo propone las siguientes orientaciones:

- Hay que formar un equipo de trabajo multidisciplinario, que incluya tanto a formadores de docentes como expertos en PCyP.
- Antes de integrar PCyP en el aula, se debe realizar un taller presencial con los formadores de docentes, donde se entregan conocimientos de PCyP mediante el desarrollo de actividades ABP.

Definimos un problema interdisciplinario que se podía resolver desarrollando las habilidades de Pensamiento Computacional y Programación, y al mismo tiempo lograba el aprendizaje esperado en la asignatura correspondiente.

- Se debe integrar PCyP en asignaturas existentes del programa de pedagogía a actualizar, preferiblemente en el desarrollo de una sola unidad.
- Las actividades ABP iniciales deben ser acotadas, reforzando la conexión entre el desarrollo de PCyP, los objetivos de aprendizaje del Currículo Nacional y la didáctica de la disciplina.
- Las actividades ABP iniciales pueden ser prediseñadas, pero a medida que el equipo de trabajo aumente su nivel de conocimientos de PCyP, se debe avanzar hacia la cocreación de nuevas actividades ABP que se ajusten mejor al contexto local.

La metodología que se siguió para diseñar y validar este modelo es Design Science, centrándose en ciclos de diagnóstico, diseño, pilotaje y validación, para asegurar la pertinencia y aplicabilidad del modelo en distintos contextos universitarios.

Experiencias en el campo

Uno de los aspectos clave de nuestra estrategia para integrar PCyP en la formación de docentes fue diseñar dos actividades pedagógicas contextualizadas en la temática de su disciplina. Estos diseños son lo suficientemente flexibles para ser adaptados a varias disciplinas y al mismo tiempo ser fácilmente transferibles a la enseñanza en colegios en donde trabajarán a futuro estos docentes en formación. Otro aspecto clave es que primero hay que formar (y empoderar) a los formadores de docentes que van a liderar la integración de PCyP en su institución.

Para lograr diseñar actividades contextualizadas, como equipo primero definimos el nivel escolar que queríamos apoyar, luego buscamos objetivos de aprendizaje de distintas asignaturas (al menos 2) en ese nivel que podían ser abordados y/o reforzados usando PCyP. Luego definimos un



Figura 3 / Académicos y académicas de la Universidad Austral de Chile, Universidad Católica del Norte y Universidad de O'Higgins, que participaron en el taller para formadores de docentes, además de integrantes del equipo FONDEF.

problema interdisciplinario que se podía resolver desarrollando las habilidades de PCyP, y al mismo tiempo lograba el aprendizaje esperado en la asignatura correspondiente. Los proyectos creados fueron “Vida Sana” y “Ecosistema”.

El proyecto “Vida Sana” combina objetivos de aprendizaje de matemáticas y tecnología (desde séptimo básico a segundo medio), inglés como segundo lenguaje (séptimo y octavo) y ciencias naturales (desde octavo a segundo medio), es decir, involucra 4 asignaturas. La pregunta de investigación fue “¿Qué es una comida sana?”. Esta pregunta se debe explorar primero de manera desenchufada, de tal manera que los participantes definan estrategias para determinar si un cierto plato de comida se puede considerar sano. Durante este proceso, se definen conceptos claves de PC, usando ejemplos relacionados al proyecto para ilustrar los conceptos de abstracción, descomposición, patrones y algoritmos. Una vez que los participantes diseñan un algoritmo para determinar si una comida es saludable, ocupamos prototipos parciales para introducir conceptos de la programación (en este caso, ocupando AppInventor). Al completar prototipos incrementales, se aprovecha de explicar los conceptos de programación fundamentales, como creación y uso de variables, instrucciones con operaciones matemáticas, depuración y ejecución del programa, de una manera más escalonada.

El proyecto “Ecosistema” aborda objetivos de aprendizaje de ciencias naturales, específicamente de Ciencias de la Tierra y Biología (primero medio), y Matemáticas (primero y segundo medio), y Tecnologías. Este proyecto es guiado por la pregunta de investigación: “¿Qué factores afectan la proliferación de ciertas especies o cuáles logran el equilibrio de un ecosistema?”. Al igual que para el proyecto de Vida Sana, primero se sugiere explorar de manera desenchufada, para un ecosistema desértico, qué tipo de animales existen y cómo se alimentan. Después se simplifica el problema y eli-

gen dos animales relevantes, que estén relacionados entre sí, para diseñar una simulación que permita ingresar ciertos valores que permitan entender cuándo el ecosistema está en equilibrio y cuándo este pierde dicho equilibrio. Este proyecto requiere junto a la creación y uso de variables, incluir condicionales y repeticiones. Para esto diseñamos prototipos incrementales en Scratch que los participantes pueden ir modificando y ejecutando con distintos escenarios.

Usando estos dos proyectos, organizamos un taller de tres días para formadores de docentes. Asistieron 14 profesores de tres universidades antes mencionadas (ver Figura 3). Durante el primer día, los participantes trabajaron el proyecto “Vida Sana” y el segundo día en el proyecto “Ecosistema”. El tercer día, los participantes trabajaron en grupos, definiendo un proyecto para integrar PCyP en un curso en su institución. Los dejamos libres para adaptar uno de los proyectos presentado en el taller o proponer un proyecto totalmente distinto. El requerimiento principal era que ellos tenían que incorporar ese proyecto la próxima vez que dictaran el curso y que debía ser evaluado. El equipo del proyecto FONDEF apoyó a los participantes en la definición del proyecto y la creación del material necesario (como diapositivas y prototipos).

Los participantes del taller realizaron un total de 11 experiencias pilotos para validar el modelo (6 en la UCN, 4 en la UACH y 1 en la UOH). Cuatro de estos pilotos se desarrollaron el primer semestre de 2024, 5 durante el segundo semestre de 2024 y 2 durante el primer semestre de 2025. Diez de estas experiencias se desarrollaron como una actividad ABP dentro de una unidad de un curso existente de alguna carrera de pedagogía. La experiencia restante constó en la realización del curso “Didáctica de la tecnología: Pensamiento Computacional y Programación mediante Aprendizaje Basado en Proyectos para la Formación Inicial Docente” como curso electivo para una serie de carreras de pedagogía (en la

UACH). Este es un ejemplo de itinerario formativo del modelo, y consiste de 5 módulos, que se enfocan en el desarrollo de conceptos claves de PCyP, de la integración de PCyP en el aula mediante el ABP y el uso de diseños didácticos como una forma de sistematizar la creación de este tipo de experiencia de aprendizaje. Este curso se puede hacer en línea, es de libre disposición (ver <https://tilo.dcc.uchile.cl>).

Un total de 263 docentes en formación completaron estas actividades formativas, de 12 programas en las tres universidades participantes. En la UACH, participaron estudiantes de los siguientes programas: Antropología; Pedagogía en Comunicación en Lengua Inglesa; Pedagogía en Educación Física, Deportes y Recreación; Pedagogía en Educación Parvularia; Pedagogía en Lenguaje y Comunicación; Periodismo, y Programa de Formación de Profesores para Enseñanza Media, en las especialidades de artes visuales, biología y ciencias naturales. En la UCN, participaron estudiantes de los siguientes programas: Pedagogía en Educación Básica con Especialización; Pedagogía en Inglés; Pedagogía en Lengua Inglesa para Básica y Media, y Pedagogía en Matemáticas Educación Media. Finalmente, en la UOH participaron estudiantes de Pedagogía en Matemáticas.

Para facilitar la adopción del modelo, creamos un segundo curso en línea, llamado “Modelo de Integración de Pensa-

miento Computacional y Programación en la Formación Inicial Docente”. Este es un curso de 3 módulos, diseñado para guiar a una institución de educación superior en la aplicación del Modelo de Integración de PCyP en la FID. Se basa en el diagnóstico realizado en las universidades Austral de Chile, Católica del Norte y De O’Higgins, las experiencias previas del equipo de investigación y la literatura científica relacionada a experiencias exitosas de inclusión de PCyP en el contexto escolar y universitario.

Conclusión

Dado lo anterior, podemos concluir que el proyecto FONDEF IDeA ID23110335 ha cumplido con éxito su objetivo de proveer a la Formación Inicial Docente de Chile de un Modelo de Integración de PCyP en la FID [5] que toma en cuenta los contextos de tres universidades regionales, anclado en la metodología de Aprendizaje Basado en Proyectos para desarrollar objetivos de aprendizaje del Currículo Nacional. Este resultado no sólo permite elevar las competencias de los formadores de profesores, sino que, a través de ellos, sienta las bases para que las futuras generaciones de docentes estén equipadas para educar en las habilidades digitales y el pensamiento crítico que demanda el siglo XXI, asegurando así una mayor pertinencia y calidad en la educación nacional. ■

Equipo FONDEF

U. de Chile: Jocelyn Simmonds, Nancy Hitschfeld Kahler, Valentín Muñoz, Cecilia Casanova y Catalina Torrent.

UACH: Eliana Scheihing, Valeria Henríquez, Paulo Contreras, Karin Mercado, Daniel Estrada y Lucía Márquez.

Colaboradores

UCN: Víctor González Escobar (investigador FONDEF), Adriana Tapia Barraza, Alejandro Guerrero Salinas, Cristina Manzaneda Herrera, David Rojas Contreras, Michel Molina del Sol, Nathalie Castro Muñoz y Ricardo Guerrero Soto.

UOH: David Gómez (investigador FONDEF), Jennifer Fuentes Constancio y Valentina Giaconi.

Referencias

- [1] J. M. Wing. 2006. Computational thinking. *Commun. ACM* 49, 3 (March 2006), 33–35. <https://doi.org/10.1145/1118178.1118215>.
- [2] J. Simmonds, F.J. Gutiérrez, C. Casanova, C. Sotomayor, and N. Hitschfeld. 2019. A Teacher Workshop for Introducing Computational Thinking in Rural and Vulnerable Environments. In *Proc. of the 50th ACM Technical Symposium on CS Education (SIGCSE’19)*. ACM, 1143–1149.
- [3] J. Simmonds, F.J. Gutiérrez, N. Hitschfeld, C. Torrent, C. Casanova, S. Toro-Guajardo, and V. Muñoz. 2022. A Model for Infusing Computational Thinking Skills at Teacher Colleges in a Developing Country. In *Proc. of the 17th Workshop in Primary and Secondary Computing Education*. ACM, Article 17, 2 pages.
- [4] V. Henríquez, I. Hilliger. Blended learning in rural K-12 education: Stakeholder dynamics and recommendations. *J. Comput. Assist. Learn.* 40(4): 1463-1480 (2024).
- [5] J. Simmonds, N. Hitschfeld-Kahler, E. Scheihing, V. Henríquez, V. Muñoz, C. Casanova, C. Torrent, P. Contreras, K. Mercado, D. Estrada, L. Márquez. Designing Project-based learning experiences to integrate Computational Thinking skills at Teacher Colleges. *WiPSCE 2024*: 38:1-38:2.