

Formación docente en Ciencias de la Computación: análisis preliminar de aportes y opiniones de los participantes de una especialización de nivel superior

Natalia Monjelat

María de Jesús Bruno

*Instituto Rosario de Investigación en Ciencias de la Educación
Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, Universidad Nacional de Rosario*

monjelat@irice-conicet.gov.ar, mariadejesusbruno@gmail.com

Resumen

En la agenda educativa actual, han cobrado relevancia los contenidos de Ciencias de la Computación (CC). Para que su introducción en las aulas sea una realidad, es preciso formar a los docentes en estos contenidos generalmente novedosos. Actualmente, en Argentina se están desarrollando diferentes propuestas de formación. Sin embargo, estas experiencias son recientes, por lo que múltiples aristas de estos procesos se encuentran aún en proceso de definición y estudio. En este marco, el objetivo del presente trabajo es identificar las razones que llevaron a 19 docentes a cursar una especialización de nivel superior en CC, así como también qué aspectos valoraron de este trayecto y qué cambios observaron en sus prácticas, si los hubiera. Los resultados revelaron que la mayoría de los participantes, todos docentes que finalizaron la formación, son titulares con amplia experiencia y formación continua, que eligieron este trayecto por la novedad de sus contenidos. Todos observaron cambios en sus prácticas, particularmente en la posibilidad de introducir y vincular los contenidos nuevos con los propios de sus currícula, a través de propuestas novedosas donde pueden poner en valor las herramientas y estrategias aprendidas. Estos datos permiten observar las fortalezas de la formación, poniendo en valor la propuesta diseñada.

Palabras Clave: formación docente; ciencias de la computación; entrevistas.

1. Introducción

La introducción de contenidos de Ciencias de la Computación (CC) en los diferentes niveles y modalidades de la educación formal es un hecho que ha cobrado relevancia en la agenda educativa mundial, especialmente en la última década. Este interés se traduce en un incremento de estudios, proyectos y propuestas que postulan diferentes herramientas, recursos, formas de introducción, etc.

En este marco, la formación docente aparece como un eje clave para garantizar que estos contenidos, considerados relevantes desde la comunidad internacional, puedan llegar al aula.

Sin embargo, cuestiones como qué contenidos incluir en esa formación, a quienes debe dirigirse o qué duración debería tener, aparecen como aspectos aún en definición. Asimismo, cómo estos contenidos pueden ser llevados al aula, o como se apropian los docentes de los mismos aparecen también como interrogantes [7, 13].

Por otra parte, las experiencias de formación en nuestro contexto son recientes, por lo que es necesario aportar evidencias que den cuenta del desarrollo de los mismos.

Considerando estas cuestiones, conocer las opiniones de los participantes de estos novedosos trayectos de formación aparece como una vía privilegiada para identificar debilidades y fortalezas de las propuestas, aportando da-

tos que permitan consensuar y definir buenas prácticas en cuanto a la formación docente en CC.

A partir de lo expuesto, en el presente trabajo se analizan datos obtenidos a través de una encuesta administrada a 19 docentes que finalizaron un trayecto formativo de dos años en Ciencias de la Computación.

Particularmente en este trabajo, y considerando la extensión del mismo, se ha trabajado sobre un recorte de los datos, realizando un primer análisis de los mismos con el objetivo de identificar las razones que han llevado a los maestros y maestras a realizar esta formación, qué valoran dichos participantes de esta experiencia y cómo ha incidido la misma en sus prácticas.

A continuación, se contextualiza el presente trabajo en el contexto nacional y se describen las características de la especialización docente santafecina en CC (contexto del estudio), para luego presentar la metodología que se ha seguido, los resultados obtenidos y conclusiones preliminares que permiten pensar posibles perspectivas e implicaciones de trabajo a futuro.

2. Capacitación docente en CC: breve síntesis del caso argentino

En nuestro país, se ha lanzado en 2013 el proyecto “Program.ar” que plantea como objetivo acercar a niños y jóvenes al aprendizaje de las CC a través de diferentes iniciativas y programas [3], de entre los que se destacan especialmente dos iniciativas de formación docente, debido a su continuidad, formalidad y estado de avance.

Por un lado, se releva el dictado de los cursos “La programación y su didáctica” de 100 horas de duración, cuyos destinatarios han sido docentes de los niveles primario, secundario y terciario, de cualquier área de conocimiento, priorizando a docentes del área TIC y de Matemáticas [6]. Estos cursos se realizaron en diferentes ciudades argentinas en los últimos años.

Por otro lado, se destacan experiencias de formación de dos años de duración, puntualmente ocho especializaciones docentes en Ciencias de

la Computación, fruto de convenios entre universidades nacionales, institutos de formación docente y la Fundación Sadosky, que se encuentran desarrollándose desde mediados del 2017 en ocho provincias argentinas. Cabe señalar que cada especialización cuenta con su propio diseño curricular y se encuentra en diferentes fases de implementación y evaluación, como revelan algunos estudios elaborados en el marco de las mismas [10, 5, 12, 1, 2, 8].

3. Contexto y participantes: características de la especialización santafecina

En este trabajo se toma como caso de estudio a la “Especialización Docente de Nivel Superior en Didáctica de las Ciencias de la Computación: Aprendizaje del Pensamiento Computacional y la Programación en el Nivel Primario”, que se desarrolló en la ciudad de Rosario (Santa Fe, Argentina) entre agosto de 2017 y julio de 2019.

Dicha formación se concreta en el marco de un convenio tripartito entre la Universidad Nacional de Rosario (UNR), el Ministerio de Educación de la Provincia de Santa Fe y la Fundación Sadosky desde su iniciativa Program.ar, y surge, como se adelantó previamente, a partir de una convocatoria de esta última institución, en la que además del caso rosarino, se seleccionaron y otras ocho propuestas formativas, que se encuentran a la fecha en diferente estado de desarrollo.

En el caso de la formación santafecina y teniendo en cuenta características propias del contexto se elaboró el diseño curricular que se presenta en la tabla 1. Los objetivos que se plantearon para esta especialización fueron los siguientes [4]:

- Promover el estudio de los principios del pensamiento computacional y la programación para su adecuación didáctica al nivel primario de escolaridad.
- Activar un posicionamiento crítico y ético acerca del uso, impacto y potencial de las CC en el contexto socio-cultural actual.

- Brindar herramientas teóricas, metodológicas y técnicas para la selección y aplicación de conceptos del pensamiento computacional y la programación en función del diseño y desarrollo de proyectos educativos enfocados hacia la producción de TIS.
- Desarrollar el interés y compromiso responsable hacia la participación en la producción colaborativa de programas sencillos integrados tanto a temáticas de la educación primaria como a proyectos institucionales utilizando diversas herramientas bajo metodologías de trabajo interdisciplinario.
- Favorecer en el marco del sistema educativo provincial, el desarrollo de procesos institucionales de adecuación curricular y transformación de las prácticas educativas de nivel primario aportando fundamentos teórico-metodológicos y técnicos sobre contenidos relacionados a las CC.

Como se observa en la tabla y en los objetivos, el trayecto formativo toma como ejes al pensamiento computacional, la programación y los aspectos tecnológicos, desde el enfoque socio-técnico y proponiendo el desarrollo de prácticas docentes situadas, interdisciplinarias e inclusivas [9, 11].

Iniciaron la capacitación 79 docentes de los cuales 19 finalizaron todas las instancias de evaluación, encontrándose entonces en condiciones de obtener el título correspondiente.

4. Metodología

Para alcanzar los objetivos propuestos se analizaron datos provenientes de una entrevista diseñada ad hoc que constaba de 23 preguntas abiertas. La misma se estructuró en torno a 5 ejes:

1. Datos demográficos.
2. Experiencias previas y motivación.
3. Trayecto formativo y práctica en relación al módulo “Proyecto Integrador 1” y al módulo “Proyecto Final”.

4. Impresiones generales de la especialización.
5. Comentarios ampliatorios.

Particularmente en este trabajo se delimitó el análisis a:

- Los datos demográficos: edad, sexo, años de experiencia docente, titulación, situación de revista, etc.
- Las preguntas vinculadas a las experiencias previas y motivación:
 - ¿Qué razones te llevaron a inscribirte en esta especialización?
 - ¿Habías tenido experiencias de formación similares?
 - ¿Cómo fue tu formación previa?
- Las relacionadas con las impresiones generales:
 - Nos podrías contar en líneas generales, ¿qué te llevás de la especialización?
 - ¿Pudiste ver alguna modificación o cambio en tus prácticas a partir de esta instancia formativa?

Las entrevistas fueron administradas de manera presencial a cada uno de los docentes participantes de la especialización, a medida que iban entregando sus proyectos finales. A partir de este criterio, se obtuvieron 19 entrevistas, grabadas en audio.

Los datos obtenidos fueron codificados a partir de categorías emergentes, elaboradas de manera inductiva partiendo de las respuestas brindadas por los maestros. Con los datos obtenidos en las respuestas se conformó una matriz de datos en SPSS 20 (Statistical Package for the Social Sciences). Para obtener las transcripciones se empleó el software O’Transcribe y para las codificaciones iniciales, se contó con la ayuda del software Saturate.

Semestre 1	Semestre 2	Semestre 3	Semestre 4
Introducción: CC en la Escuela Primaria	Proyecto Integrador I	Proyecto Integrador II	Ciencia de datos, privacidad y seguridad de la información
Pensamiento Computacional I	Pensamiento Computacional II	Introducción a la Organización de Computadoras	Desarrollo de aplicaciones móviles
Taller de Programación I	Taller de Programación II	Taller de Robótica	Proyecto Final

Cuadro 1: Diseño curricular de la Especialización

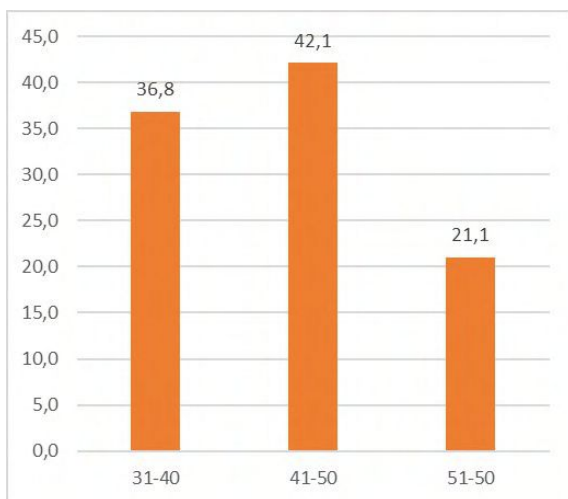


Figura 1: Edad de los participantes en rangos, expresada en porcentajes.

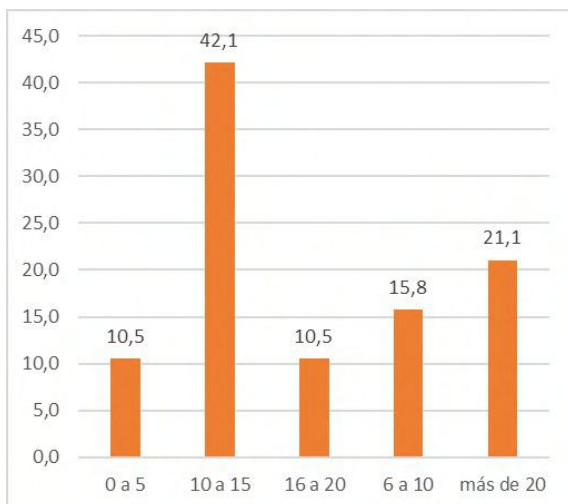


Figura 2: Años de experiencia docente, en porcentajes.

5. Resultados

Los resultados han sido organizados en cuatro secciones. Inicialmente, se describe en detalle el perfil de los participantes encuestados ya que se considera que este dato resulta esencial para comprender y contextualizar los análisis posteriores. Luego se presentan los resultados relacionados con las razones para elegir la formación, los aspectos valorados por los participantes y aquellos que se han visto modificados luego de transitar por este espacio.

5.1. Perfil de los participantes

Para confeccionar el perfil de los participantes se consideraron los datos demográficos y las respuestas relacionadas con experiencias de formación similares y previas.

El análisis de las variables demográficas revela que un 79 % de los participantes se encuentra dentro del rango etario 31-50, tal como muestra la figura 1, siendo el 89 % mujeres.

Asimismo, los datos señalan que un 42 % de los docentes cuenta con una experiencia en el ámbito de la docencia de 10 a 15 años (Fig. 2) y un 79 % son docentes titulares. 13 participantes son docentes de nivel primario, dos de educación especial, tres de áreas especiales y uno de nivel inicial.

Al consultarles por experiencias formativas similares a la de la especialización en CC, se

destacan dos aspectos diferentes: por un lado, referencias a similitudes en cuanto a contenidos y por otro en cuanto a tipos de trayectos con características afines (por ej. duración, exigencias, etc.).

En el primer caso, un 47 % de los docentes manifiesta haber realizado alguna formación con contenidos similares, haciendo referencia, por ejemplo, al postítulo de TIC de nación, o al programa de Tramas Digitales de la provincia de Santa Fe. Sin embargo, se observa en sus respuestas un desconocimiento general de la programación y de aspectos vinculados al pensamiento computacional. En este sentido, la similitud refiere en todos los casos a haber realizado alguna formación ligada a cuestiones tecnológicas, como el uso de programas, recursos, herramientas digitales.

En relación al segundo punto, un 63 % señala haber cursado otro postítulo, especialización o curso de formato similar al transitado en la especialización en estudio, particularmente en cuanto a cantidad de horas, demanda de tiempo, de presentación de trabajos, etc.

Este último dato se relaciona a su vez con la pregunta por la formación previa, donde un 58 % refiere haber realizado otros postítulos, especializaciones o incluso haber iniciado o transitado estudios de nivel universitario. Asimismo, y también al consultarles por sus trayectos formativos previos, un 84 % refiere diferentes cursos, jornadas, o espacios de formación en diferentes temáticas, no solo tecnológicas. Solo un 15 % señala no haber realizado ninguna formación luego de la carrera docente.

Considerando estas cuestiones, se observa que el perfil general de los participantes parece estar conformado por maestros y maestras entre 30 y 50 años, que cuentan con un puesto de trabajo estable en el nivel primario y una amplia experiencia docente a la que se suma una formación continua a través de múltiples y diversos trayectos formativos.

Este dato resulta significativo ya que al realizar la convocatoria, se tenía la premisa de que quizás serían los docentes noveles los más interesados en una formación como la ofertada.

No solo porque es sabido que circula la hipótesis de que los jóvenes tienen un mayor contacto con el mundo tecnológico, sino también porque el trayecto otorgaba un puntaje elevado que permitiría una buena posición en concursos docentes.

Sin embargo, estos presupuestos iniciales no han sido respaldados por los datos. De todas formas, es necesario continuar explorando estos aspectos ya que pueden aportar al estudio de los casos de deserción.

5.2. ¿Por qué eligieron este trayecto formativo?

En línea con las hipótesis iniciales sobre qué tipo de docentes se interesaría por una formación con las características mencionadas, se preguntó directamente cuáles eran las razones que les llevaron a inscribirse en este trayecto formativo.

Como se muestra en la figura 3, un 58 % de los encuestados señala como razón la ausencia de formación previa en las temáticas que se abordaban dentro de la currícula de la especialización en estudio. Este dato se relaciona con lo planteado previamente en cuanto a que una gran parte de los docentes había realizado cursos sobre diferentes cuestiones tecnológicas, pero no así, específicas de las llamadas Ciencias de la Computación o sobre Programación y Pensamiento Computacional, que son los dos ejes sobre los que se diseñó la propuesta formativa. Esto pone en relieve que el 42 % eligió esta especialización por un interés personal en los aspectos y cuestiones tecnológicas y un 37 % buscaba ampliar su formación tecnológica previa.

Otras de las razones que más se destacan por su frecuencia de aparición dentro de las respuestas son la idea de una formación continua, que se plantea en términos como “perfeccionamiento”, “actualización” o incluso en la noción de distancia respecto al alumnado y una necesidad de no “quedarse atrás”.

Otro punto que se destaca es que los docentes aluden a que la propuesta fue presentada o introducida de la mano de un compañero, otro docente conocido o incluso el directivo de sus



Figura 3: Razones para inscribirse en la especialización, en porcentajes.

lugares de trabajo. Pareciera que esto le otorgó una especie de legitimidad al trayecto y los llevó a animarse a cursarlo.

Por otra parte, se observan algunas referencias a la gratuidad de la formación y al cursado cada 15 días. Asimismo, y también en menor medida, se relevaron alusiones a la idea de sumar herramientas para motivar al alumnado, así como una oportunidad de superarse a sí mismos, viendo lo tecnológico como un desafío.

En el caso de esta pregunta, aspectos como, por ejemplo, el puntaje otorgado, no aparecen como cuestiones que hayan incidido en la elección de la formación, que como se anticipó, era una hipótesis inicial por parte del equipo de diseño. Esto podría deberse a que la mayoría de los participantes cuenta ya con un cargo titular y con suficientes antecedentes.

5.3. Aspectos valorados por los participantes ¿Qué se llevan del trayecto formativo?

Otro punto que resultaba interesante explorar era qué aspectos valoraban los participantes en relación al trayecto formativo, ya que este dato permitiría una primera identificación de los puntos fuertes del mismo. Para ello se preguntó a los docentes “qué se llevaban de la especiali-

zación”. La figura 4 muestra una primera categorización de esas respuestas que pone de relieve diferentes cuestiones.

El aspecto más valorado refiere al conocimiento de programas, herramientas y materiales, señalado por el 58 % de los participantes. En relación con esta categoría se relevaron respuestas asociadas a programas de programación que fueron introducidos en los módulos correspondientes, donde se destacan Scratch y Pilas Bloques. Asimismo, se hace referencia a los manuales de la Fundación Sadosky y a otras herramientas que, aunque no eran parte de los contenidos de la especialización, fueron empleadas para resolver consignas de trabajo, tales como herramientas de trabajo colaborativo de Google Drive.

Otra categoría destacada por el 53 % de los docentes fue la posibilidad de aplicación de los contenidos. Este dato resulta relevante, ya que implica que los maestros y maestras ven posible la introducción de los contenidos vistos durante el cursado dentro de sus prácticas cotidianas en la escuela. Dentro de esta categoría se resalta la propuesta pedagógica de la carrera, donde al introducir los contenidos, se buscaba siempre que se pudieran pensar aplicaciones concretas. De esta manera no solo se valora la posibilidad de



Figura 4: Aspectos valorados por los docentes participantes en cuanto al cursado de la especialización, en porcentajes.

aplicar lo visto, sino también una forma de trabajar durante la especialización, que forma parte del diseño de la propuesta.

Por otro lado, aparecen como categorías relevantes los dos ejes del trayecto formativo: la programación y el pensamiento computacional. En este sentido, un 42 % de los participantes valora haber aprendido programación y las múltiples posibilidades de creación que surgen a partir de estos conocimientos y un 37 % señala como relevante la identificación del pensamiento computacional y su reconocimiento en actividades que ya realizaban, pudiendo resignificar las mismas. Estos puntos aparecen de la mano de otro aspecto, vinculado a lo que un 26 % de los maestros y maestras refieren como una nueva forma de ver contenidos ya conocidos, a partir de nuevas estrategias, herramientas, etc. A esto se suma la idea de contar con una fundamentación teórica para el desarrollo de prácticas tecnológicas, particularmente en relación a la programación y al PC pero también aparecen referencias a otros contenidos, también abordados en la carrera, como cuestiones generales de hardware o uso de ciertos programas.

Finalmente, un 26 % de docentes admite haber adquirido mayor confianza en cuanto al uso en general de la tecnología y el mismo porcentaje señala como relevante la creación de comunidad, haber conocido a otros docentes con los que intercambiar, crear en conjunto y debatir, así como el acompañamiento por parte del equipo docente.

5.4. Cambios en las prácticas a partir del trayecto formativo

Otro aspecto que se consultó a los docentes cursantes fue si habían observado un cambio en sus prácticas a partir de haber transitado por la formación en ciencias de la computación, ofertada a través del postítulo. En ese sentido, el 100 % de los entrevistados respondió afirmativamente manifestando diferentes aspectos en los que se reflejan esos cambios. En líneas generales, es posible identificar dos cuestiones ampliamente relacionadas.

Por un lado, una gran mayoría (58 %) pone el énfasis en la posibilidad de incorporar los contenidos aprendidos a sus prácticas, a lo que ya venían haciendo, conectando con los conte-

nidos propios del nivel y correspondientes a la currícula escolar. En este sentido aparecen también respuestas que señalan una nueva mirada, pudiendo identificar conexiones con, por ejemplo, el pensamiento computacional, reconociendo su presencia en esos saberes previos.

Por otro lado, y en línea con el cómo incorporar esos contenidos, 47 % de los maestros y maestras reflejan la posibilidad de pensar, diseñar, planificar nuevas propuestas y actividades. En este sentido, refieren a la posibilidad de contar con mayor base teórica que les permite profundizar o a incluir nuevos recursos o herramientas.

En menor medida, se observan respuestas que refieren a la motivación del alumnado, a cambios en sus propias vidas a partir de una nueva mirada, a un resurgimiento por el estudio ampliando la formación con otras capacitaciones o incluso a encontrar ejes en común entre aprendizajes previos y los nuevos adquiridos durante la cursada, todos aspectos que a su vez se vinculados con los dos ejes destacados previamente.

6. Conclusiones y prospectiva

Los resultados mostraron que, en el caso de la especialización santafecina, los participantes que lograron cumplimentar todas las instancias de la formación, son maestros y maestras que en su mayoría, cuentan con amplia experiencia docente y una vasta formación continua.

En líneas generales los datos revelaron que la formación se escogió por la novedad de la temática, y atrajo a docentes que ya de por sí tienen interés por lo tecnológico, ya sea por contar con conocimientos previos sobre el tema o por verlo como un desafío a conquistar.

Al consultarles por lo que se llevan de la formación, los participantes señalaron múltiples aspectos que dan cuenta de una valoración positiva de la propuesta formativa y de su diseño, que ha llevado a que, en todos los casos, se observen cambios en las prácticas docentes.

En base a ello, se podría decir que una gran fortaleza de la experiencia y del diseño ha sido

el hecho de proponer actividades y contenidos que sean fácilmente plausibles de ser introducidos en la escuela, ofreciendo múltiples herramientas y recursos que los maestros y maestras pueden usar en el aula a la hora de planificar actividades y propuestas.

Cabe señalar que en base a estos datos se observa que la capacitación ha logrado cumplimentar sus objetivos, especialmente en cuanto a propiciar un cambio en las prácticas, brindar un marco teórico, metodológico y técnico para fundamentarlas y propiciar el estudio del PC y la programación para su adecuación al nivel primario.

De esta forma, los datos relevados en este análisis preliminar animan a diseñar trayectos formativos que refuercen estas cuestiones. Asimismo, el hecho de que la gran mayoría de los participantes tenga un perfil caracterizado por la vasta experiencia, una situación de revista estable y amplia formación previa, hace que sea necesario continuar indagando para conocer si es necesario realizar modificaciones en el diseño que permitan el acceso a otros perfiles con diferentes características, tales como docentes noveles con varios cargos de reemplazantes, menos disponibilidad de tiempo o menor formación previa. Estos aspectos abren nuevos interrogantes y animan a continuar analizando experiencias para poder contrastar datos y sumar evidencia.

Referencias

- [1] A. Acosta, C. Rojo, and M. C. Martinez. Enseñando Python en una propuesta de formación docente en enseñanza de la programación. In *CACIC 2019*, pages 1–10, Río Cuarto, Argentina, 2019. Universidad Nacional de Río Cuarto.
- [2] F. Bavera, M. Daniele, T. Quintero, and F. Buffarini. Habilidades de Pensamiento Computacional en docentes de primaria : evaluación usando Bebras. In *XXV Congreso Argentino de Ciencias de la Computación*, pages 1131–1138, 2019.

- [3] M. Borchardt and I. Roggi. Ciencias de la Computación en los Sistemas Educativos De América Latina. Technical report, Unesco-IIPE-OIE, 2017.
- [4] A. Casali, D. Zanarini, N. Monjelat, and P. San Martin. Teaching and Learning Computer Science for Primary School Teachers : an Argentine Experience. In *Proceedings XIII Latin American Conference on Learning Technologies LACLO 2018*, pages 349–355, São Paulo – Brazil, 2018. IEEE.
- [5] A. Casali, D. Zanarini, N. Monjelat, and P. San Martin. Formación docente en Ciencias de la Computación : experiencias de la primera Especialización para el nivel Primario de la Provincia de Santa Fe . In *CACIC 2019*, 2919.
- [6] G. Dapozo, R. Petris, C. Greiner, M. Espíndola, A. Company, and M. López. Capacitación en programación para incorporar el pensamiento computacional en las escuelas. *TE & ET: Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología*, (18):113–121, 2016.
- [7] F. Heintz, L. Mannila, and T. Farnqvist. A review of models for introducing computational thinking, computer science and computing in K-12 education. In *Proceedings - Frontiers in Education Conference, FIE*, Erie, Pennsylvania, USA, 2016. Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE).
- [8] M. C. Martinez and E. S. R. Pesce. Formación Docente en Robótica Una Experiencia en un Curso Semi Presencial. *Revista Tecnología y Ciencia*, 35:82–93, 2019.
- [9] N. Monjelat. Programming Technologies for Social Inclusion. *Twelfth Latin American Conference on Learning Technologies*, 2017.
- [10] N. Monjelat. Enseñanza de la programación en la formación docente : pautas pedagógicas desde una experiencia con maestros de primaria. In *Anales de las 48 JAIIO Jornadas Argentinas de Informática*, pages 1–13, Salta, 2019. SADIO Sociedad Argentina de Informática.
- [11] N. G. Monjelat, M. Cenacchi, and P. San Martin. ¿Programación para Todos? Herramientas y Accesibilidad: Un Estudio de Caso. *Revista Latinoamericana de Educación Inclusiva*, 12(1):213–227, 2018.
- [12] C. Queiruga, C. B. Tzancoff, P. Venosa, and S. Gómez. Ciencias de la Computación y escuelas ¿una didáctica específica? In P. Pesado and C. Aciti, editors, *Libro de Actas del XXIV Congreso Argentino de Ciencias de la Computación CACIC 2018*, pages 1040–1049, Tandil, Buenos Aires, 2019. Universidad Nacional del Centro de la Prov. de Buenos Aires.
- [13] A. Yadav, C. Stephenson, and H. Hong. Computational thinking for teacher education. *Communications of the ACM*, 60(4):55–62, 2017.