

Experiencias y aprendizajes del trayecto proyectual en una Especialización Docente en Didáctica de las Ciencias de la Computación

Experiences and Learning of the Project Path in a Teacher Training in Didactics of Computer Science

Ana Casali^{1,2}, Patricia San Martín³, Natalia Monjelat³, Pamela Viale¹

¹ Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura, Universidad Nacional de Rosario (UNR), Argentina.

² Centro Internacional Franco-Argentino de Ciencias de la Información y de Sistemas (CIFASIS: CONICET-UNR), Argentina.

³ Instituto Rosario de Investigaciones en Ciencias de la Educación (IRICE: CONICET-UNR), Argentina.

acasali@fceia.unr.edu.ar, sanmartin@irice-conicet.gov.ar, monjelat@irice-conicet.gov.ar, pamela@fceia.unr.edu.ar

Recibido: 12/08/2020 | Aceptado: 23/11/2020

Cita sugerida: A. Casali, P. San Martín, N. Monjelat and P. Viale, "Experiencias y aprendizajes del trayecto proyectual en una Especialización Docente en Didáctica de las Ciencias de la Computación," *Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología*, no. 27, pp. 9-19, 2020. doi:10.24215/18509959.27.e1

Esta obra se distribuye bajo **Licencia Creative Commons CC-BY-NC 4.0**

Resumen

La formación docente en didáctica de las Ciencias de la Computación resulta una necesidad imperiosa en nuestro país, fundamental para el cumplimiento de las directrices establecidas por los "Núcleos de Aprendizajes Prioritarios de Educación Digital, Programación y Robótica", que implican una introducción de estos contenidos en todos los niveles educativos. En este sentido, la Especialización Docente de Nivel Superior en Didáctica de las Ciencias de la Computación: Aprendizaje y Enseñanza del Pensamiento Computacional y la Programación, dictada recientemente en Rosario (Argentina) se presenta como una experiencia innovadora de formación docente en estas temáticas. En este artículo se presenta el desarrollo del trayecto proyectual de esta especialización, destacando su valor como eje integrador y se analizan las experiencias recogidas en el transcurso de la primera cohorte de esta formación. Los resultados señalan que el marco teórico que sustenta la propuesta de trabajo en el eje proyectual habilitó la creación de proyectos factibles de ser implementados en la escuela primaria, integrando los contenidos de Ciencias de la Computación abordados en la especialización de manera diversa y atendiendo a las particularidades del contexto.

Palabras clave: Formación docente; Educación primaria; Ciencias de la computación; Pensamiento

computacional; Programación; Trayecto proyectual.

Abstract

Teacher training in Computer Science didactics is an urgent need in our country to be able to carry out the introduction of these contents at all educational levels, following the guidelines established by the "Priority Learning Cores for Digital Education, Programming and Robotics". A pilot and innovative experience in teacher training at the primary level has been the Higher-Level Teaching Specialization in Didactics of Computer Science: Learning and Teaching of Computational Thinking and Programming, recently developed in Rosario (Argentina). This article characterizes and analyzes experiences and lessons learned from what we call "project path", highlighting its value as an integrating axis during the first cohort of this particular specialization. Results show that the theoretical framework behind the project path enabled the design of feasible projects that could be implemented at elementary level, integrating Computer Science concepts introduced in the training from diverse ways, attending to context characteristics.

Keywords: Teacher training; Primary education; Computer science; Computational thinking; Programming; Project path.

1. Introducción

En la última década, una significativa cantidad de países han introducido en el sistema educativo obligatorio contenidos relativos a las Ciencias de la Computación (CC) destacando la relevancia de su enseñanza y aprendizaje [1]. En este sentido, el Consejo Federal de Educación de Argentina aprobó en el año 2015 la Resolución CFE N° 263/15, señalando la importancia estratégica del aprendizaje de la programación. Posteriormente, dicho Consejo aprobó en el año 2018 los "Núcleos de Aprendizajes Prioritarios de Educación Digital, Programación y Robótica" (NAP EDPR) para los diferentes niveles de la educación obligatoria (Resolución CFE N° 343/18). Entre los lineamientos de la citada resolución, se mencionan el desarrollo de un plan de formación docente continuo y la integración de estos contenidos a la formación docente inicial.

A partir de estas iniciativas, se advierte que para hacer factible en las escuelas argentinas el desarrollo de los NAP EDPR, es necesario articular e implementar estratégicamente tanto a nivel nacional como provincial políticas públicas educativas que contemplen las necesidades socio-técnicas-culturales de las distintas realidades regionales que presenta el país. Esto requiere pensar propuestas flexibles de formación docente que aborden estos nuevos contenidos curriculares poniendo en foco la necesaria adecuación a la significativa diversidad que presenta el sistema educativo.

Con referencia a iniciativas de formación docente de nivel superior en didáctica de las CC para el nivel obligatorio, se comenzaron a implementar desde mediados del año 2017, ocho carreras de especialización bajo un Convenio de Cooperación Académica que vinculaba a la Fundación Sadosky (Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación de Argentina), Universidades Nacionales y Ministerios de Educación provinciales. Este trabajo se focaliza en el diseño e implementación de la Especialización Docente de Nivel Superior en Didáctica de las Ciencias de la Computación: Aprendizaje y Enseñanza del Pensamiento Computacional y la Programación en el Nivel Primario, cuyo convenio fue suscripto entre la Fundación Sadosky, la Universidad Nacional de Rosario y el Ministerio de Educación de la provincia de Santa Fe, que fuera aprobada por Resolución N° 1565/17 del mencionado ministerio. La primera cohorte de esta carrera se dictó en el Instituto Superior de Formación Docente N° 36 "Mariano Moreno" de la ciudad de Rosario y se desarrolló en el período comprendido entre agosto de 2017 y setiembre de 2019. Los cursantes pertenecían a la región y ejercían en el nivel primario de escolaridad.

La Especialización tuvo por objetivo general que los destinatarios fueran capaces de experimentar y reflexionar críticamente acerca de los procesos de desarrollo del pensamiento computacional y la programación, a los fines de construir las competencias adecuadas al nivel primario que posibiliten una práctica educativa innovadora con énfasis en la resolución de problemas mediante la

producción colaborativa e interdisciplinaria de Tecnologías para la Inclusión Social. Entre los objetivos específicos del diseño curricular cabe mencionar a) 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 y b) 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 [2].

En cuanto al perfil del egresado se consideró deseable entre otros aspectos, que el/la especialista impulse procesos transformadores que convoquen a sus colegas hacia una reflexión activa sobre las posibilidades de introducir en la práctica educativa nociones relacionadas a las CC. También que el profesional se pueda constituir como referente para la realización de proyectos institucionales y pueda formar parte de equipos de trabajo interdisciplinarios para el abordaje de problemáticas de cambio curricular en el nivel primario de escolaridad.

Sobre el plan de estudios en lo general, la articulación de contenidos se diseñó de manera espiralada durante los dos años de duración de la carrera bajo la modalidad activa de Taller. En cada año se diseñaron dos cuatrimestres de cursado (4 en total), presentando cada uno dos módulos específicos y uno integrador con un cronograma de dictado donde predominó el paralelismo de los módulos - integradores con los disciplinares. En atención a las disposiciones nacionales pre-establecidas en el Convenio marco de esta Especialización, la modalidad de cursado debía ser fuertemente presencial, por lo cual se determinó sobre 400hs. un 80% de horas presenciales complementado con un 20% de actividades en línea. La Figura 1 muestra los módulos por cuatrimestre con su carga horaria total de 100hs. Los módulos específicos son: Pensamiento Computacional (PC I y II), Taller de Programación (TP I y II), Taller de robótica (TR), Introducción a la Organización de Computadoras (IOC), Ciencias de Datos, Privacidad y Seguridad de la Información (CD-S) y Desarrollo de Aplicaciones Móviles (DAM). Estos módulos se articulan curricularmente con un eje integrador que está configurado por los módulos: Introducción a las CC (ICC), Proyecto integrador I (PI I), Proyecto Integrador II (PI II) y Proyecto Final (PF). A este eje se lo ha denominado "Trayecto proyectual".

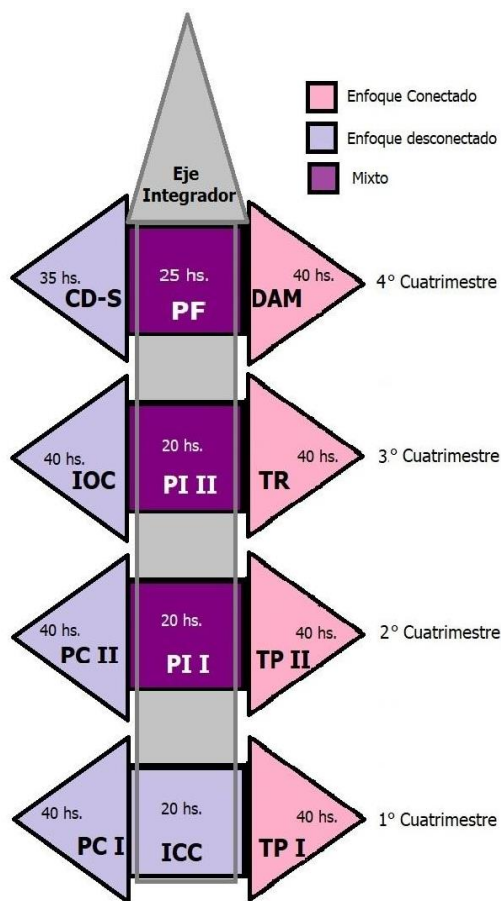


Figura 1. Secuencia de los módulos en el diseño curricular

La perspectiva pedagógica adoptada con respecto al desarrollo del pensamiento computacional (PC) y la programación se tuvo muy en cuenta tanto el enfoque conectado (*Plugged*) como el desconectado (*Unplugged*). En los módulos de proyectos integradores y final se integraron ambos enfoques, lo cual se identifica en la Figura 1 como "Mixto". Esto significó en la experiencia de implementación un equilibrio de estrategias muy bien ponderado por los cursantes dadas las problemáticas que la gran mayoría de escuelas aún tienen con su ciberinfraestructura. Es importante destacar que en la propuesta curricular se tuvo muy en cuenta los positivos alcances de las estrategias desconectadas en el desarrollo del pensamiento computacional [3, 4, 5].

A continuación, el presente artículo abordará los fundamentos teóricos-metodológicos que guiaron el diseño curricular de los módulos correspondientes al eje integrador o trayecto proyectual. Luego, se analizarán los resultados más significativos de la implementación de este trayecto, haciendo foco en los proyectos finales de la carrera. Finalmente, se arribará a las conclusiones.

2. Marco Teórico

En la actual sociedad del S. XXI, existe consenso sobre lo beneficioso y necesario que puede resultar el desarrollo del pensamiento computacional [6] en cuanto posibilita un

abordaje complejo de las problemáticas contemporáneas integrando herramientas teóricas, metodologías y desarrollos provenientes del campo de las CC [7]. Así, numerosos países han incorporado contenidos relacionados con las CC en el currículo escolar partiendo de distintos modelos pedagógicos [8, 9], lo cual habilita un amplio abanico de prácticas escolares que podrían colaborar (o no) en el logro de las metas de inclusión social planteadas en los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030 "Transformar nuestro mundo" [10]. Esta Agenda deja explícito que las trayectorias socio-técnicas vinculadas a las actuales Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) no han resultado suficientemente satisfactorias a la fecha en vistas a la equidad y garantías de desarrollo sostenible en un significativo número de comunidades y países [11].

Desde una visión sistémica de la complejidad [12] se plantea que un problema complejo (social, ambiental, político, entre otros), solicita ser tratado a partir de dinámicas de trabajo colaborativo e interdisciplinar, lo cual implica también alianzas intersectoriales donde se pondera la participación comunitaria. Estas cuestiones se plasman en el ODS 17 y también se consideran clave para una mejor calidad educativa inclusiva, aspecto sostenido en el ODS 4. Por su parte, desde la Sociología de la Tecnología, Thomas, Juárez, y Picabea [13] definen a las Tecnologías para la Inclusión Social (TIS) como una forma de diseñar, desarrollar, implementar y gestionar tecnología orientada a resolver problemas sociales y ambientales, generando dinámicas de inclusión social y de desarrollo sostenible que respondan a problemáticas situadas.

A partir de lo expuesto, se plantea el caso de la especialización santafecina como un proceso de formación docente centrado en la experimentación y reflexión crítica en torno a los contenidos de CC, a los fines de construir las competencias adecuadas al nivel primario que posibiliten una práctica educativa innovadora con énfasis en la resolución de problemas mediante la producción colaborativa e interdisciplinaria de TIS. A su vez, este proyecto de carrera se hizo efectivo a partir de una alianza intersectorial, donde se abordó una problemática compleja de forma colaborativa que habilitó una co-construcción de un marco teórico-metodológico interdisciplinar: el aprendizaje y enseñanza de nociones en CC y su didáctica contextualizada al nivel primario de escolaridad sostenida en el Derecho a la Educación. Esto implicó, además, considerar los contenidos específicos en CC, reflexionar sobre qué contenidos y enfoques se deberían desarrollar en el marco de esta especialización docente, considerando integradamente los lineamientos ministeriales vigentes y la realidad educativa regional.

En lo general, el contexto de la formación además del formato Taller [14], contempló distintos tipos de apoyo en clase: la interconsulta permanente según los perfiles de los profesores y tutorías individuales en el módulo de proyecto final. Todo lo cual buscó fortalecer la capacidad de comprender y otorgar sentido del por qué aprender los

contenidos propuestos y para qué enseñarlo. En referencia a la duración, se motivó hacia la proyección a largo plazo con compromisos personales más abiertos; esto se constituyó en un desafío ya que las capacitaciones en general eran de menor duración y no habituales en el requerimiento de diseñar proyectos de mediano plazo. De allí que el eje troncal integrador se propuso en vistas al diseño de proyectos grupales e individuales como una actividad reflexiva y analítica privilegiada que requiere un desarrollo metodológico de cierta duración en el trayecto de cursado. En cuanto a la participación, el enfoque propuesto fue más allá del desarrollo de una secuencia didáctica áulica: se motivó sostenidamente la toma de conciencia sobre lo indispensable de ejercer un rol activo en la generación de un proyecto institucional que fortalezca el vínculo con la comunidad educativa en su conjunto.

En cuanto al contenido y los procesos, se trabajaron aspectos referidos a los distintos enfoques conectados y desconectados de enseñanza y aprendizaje del PC, considerando que en la programación, tal como indican estudios previos [15] suelen observarse dificultades por parte de docentes que no tienen formación específica previa en el tema [16]. Asimismo, se abordaron experiencias vinculadas al escolanovismo especialmente centradas en el patrimonio educativo santafecino [17], los aportes del aprendizaje basado en problemas [18], la noción de sistemas complejos e interdisciplina [12], aspectos metodológicos del diseño de proyectos TIS [19] y del Dispositivo Hipermedial Dinámico como red socio-técnica colaborativa donde se desarrollan prácticas y recursos educativos situados no excluyentes [20, 21].

3. Desarrollo del Eje Integrador

A continuación, se sintetizan brevemente algunos de los aspectos más significativos de este eje al que, como se mencionó previamente, se ha dado en llamar "Trayecto proyectual", que culmina con la realización del proyecto final individual y que se analizará luego con mayor detalle. Es importante mencionar que el plantel de profesores de los módulos del eje integrador siempre estuvo compuesto por un grupo de docentes especialistas en ciencias de la educación y en CC, que trabajaron como equipo desde una perspectiva interdisciplinar.

El módulo de Introducción a las CC del primer año, desarrolló una introducción general a los fundamentos y objetivos de la carrera de especialización, profundizó en la importancia de incorporar las CC en la educación primaria y habilitó un diálogo centrado en las expectativas de todos los actores implicados. Asimismo, se puso en obra un proceso diagnóstico en cuanto a las habilidades digitales de los cursantes, recorridos efectuados vinculados a la especialización, prácticas áulicas y conocimientos previos de programación. Este primer cuatrimestre fue también un momento de ajuste propio de la implementación del proyecto curricular y sus articulaciones internas [2].

El módulo Proyecto Integrador I abordó la metodología de diseño proyectual desde el marco socio-técnico complejo de las TIS. Cabe señalar que los cursantes no tenían experiencia en la elaboración de proyectos de mediano plazo. Si bien a nivel ministerial existían capacitaciones orientadas hacia el proyecto institucional, el abordaje de temáticas transversales y el trabajo colaborativo colegiado, aún no se había implementado en la mayoría de las instituciones donde ejercían su magisterio. En los intercambios realizados en el trayecto del módulo, se constató que todos los docentes podían relatar actividades concretas para el aula o informes más generales de una actividad curricular. Sin embargo, la articulación de una temática transversal con sus fundamentos teóricos, formulación de objetivos, integración de contenidos de las CC, secuencia de actividades didácticas, metodologías y diversas formas de evaluación, resultaba un proceso novedoso con una alta complejidad que solicitaba un andamiaje sostenido de parte del equipo docente.

Considerando estas características, se propuso que en un primer momento los participantes trabajaran en grupos de 8-10 integrantes, realizando la selección de un problema significativo para el contexto de sus prácticas y de la comunidad educativa a la que pertenecían. Los grupos debían tratar dicho problema desde una mirada compleja y elaborar un bosquejo inicial de temáticas posibles de CC que se pudieran abordar a nivel de subproyectos (y en subgrupos). En esta etapa del proceso se les solicitó también el enunciado del objetivo general del proyecto. Al finalizar el módulo, algunos grupos pudieron concretar la consigna y otros se desgranaron en agrupamientos menores para poder avanzar en el trabajo.

En Proyecto Integrador II, a partir de las dificultades observadas en la etapa anterior, se proporcionó una guía detallada con lineamientos para la elaboración de un proyecto situado que retomara los planteos ya realizados por los grupos, pudiendo trabajar tanto en forma individual o de a pares. De este trayecto cabe destacar el momento de co-evaluación de las propuestas donde el aporte entre pares fue significativo para enriquecer las mismas. Desde la narrativa de cada propuesta proyectual, se observaron de forma colaborativa algunas debilidades a los fines de ajustar en cada una los contenidos y co-construir posibles estrategias didácticas. Si bien la puesta del proyecto en campo escolar no era obligatoria en dicho momento, algunos de los cursantes fueron implementando sus propuestas con muy buena recepción de parte de sus instituciones y alumnado. Estas experiencias fueron compartidas en el cierre del tercer cuatrimestre.¹

Como última instancia del trayecto proyectual, el módulo de Proyecto Final buscó generar un espacio que posibilite a los cursantes una síntesis holística de la Especialización realizada, teniendo en cuenta los conceptos de CC abordados y las estrategias didácticas aprendidas. En este módulo sí apareció como actividad la puesta en obra de al menos una parte del proyecto diseñado, dentro del

contexto en el que cada maestro desarrollaba su práctica cotidiana.

Para ello, la propuesta didáctica dentro de este módulo continuó de forma espiralada, siguiendo las fases que se presentan en la Figura 2.



Figura 2. Actividades correspondientes a las diferentes fases del módulo Proyecto Final

Cabe señalar que, a lo largo de estas fases, los participantes trabajaron individualmente un proyecto que fue evolucionando a partir de entregas sucesivas y consultas realizadas en los encuentros presenciales, con devoluciones personalizadas. En este sentido, aquí también se sostuvo el acompañamiento docente como en los módulos anteriores, pero el mismo presentó otras características.

En atención al proceso de desarrollo de los proyectos del módulo anterior y las dificultades observadas, se amplió el detalle de ítems de la guía con aclaraciones para que puedan organizar el proyecto general, en vistas a que en esta instancia se agregaba la observación de la práctica en campo escolar.

A tales fines, se trabajó por medio de tutorías presenciales y virtuales, donde cada uno de los profesores se hizo cargo del seguimiento de 8 cursantes. Asimismo, el espacio de tutoría se desarrolló de manera personalizada, espiralada y secuenciada, para atender a las demandas particulares que surgían en los diferentes encuentros presenciales, a partir de las entregas parciales que fueron realizando a lo largo del cuatrimestre. Se buscó ir desde lo más sencillo, partiendo en muchos casos de lo ya realizado en los módulos de proyecto previos, a lo más complejo de modo de adecuar el proyecto al contexto final de implementación y delinear con mayor detalle una posible secuencia didáctica.

Desde este enfoque, en la Fase 1 las actividades tendieron a acompañar la elaboración de una primera versión del proyecto, tomando como base lo realizado y conceptualizado en los módulos anteriores. Para esta instancia, se solicitó a los participantes que desarrollen un proyecto que incluyera los siguientes ítems:

- Título
- Breve explicitación del problema. Fundamentación
- Descripción del contexto de aplicación y destinatarios
- Objetivos generales
- Ejes de la propuesta didáctica (formas de trabajo propuestas, tipos de consignas, etc.)
- Momentos del proyecto/secuencia de actividades: título, objetivos específicos (en relación a los generales), contenidos mínimos (de Ciencias de la Computación y otros contenidos curriculares), cronograma (cantidad de encuentros, horas clase, semanas, meses, etc., tiempos estimados), consignas, desarrollo, recursos a emplear, forma de evaluación.

Previo a esta instancia de práctica en campo escolar, los cursantes presentaron sus propuestas siguiendo los ítems señalados y se efectuó una evaluación intermedia donde se trabajaron especialmente los distintos momentos del proyecto y en profundidad, las actividades a ser desarrolladas el día de la observación. Concluido dicho proceso se acordó todo lo necesario para dar comienzo a la Fase 2 en las distintas instituciones escolares. Esto requirió las instancias institucionales de permisos según las normativas ministeriales vigentes.

Las observaciones en campo escolar fueron realizadas por dos tutores en cada una de las instituciones donde los cursantes desarrollaban su labor docente. Como los proyectos realizados eran de mediano plazo, las fechas de visita se acordaron en atención al despliegue didáctico de los mismos, teniendo en cuenta el momento desarrollado en la fase anterior. Esto, si bien fue un esfuerzo organizacional importante de parte de los tutores, se consideró válido ya que posibilitó prácticas en CC que se sostenían en la escuela más allá del requerimiento del día de la observación.

Por su parte, la Fase 3 implicó agregar al proyecto ya elaborado y puesto en obra, los siguientes tres ítems con los cuales se completaba el proyecto:

- Relato de la experiencia áulica (cómo fue el desarrollo, puntos fuertes, dificultades, debilidades, etc.)
- Reflexiones finales (análisis del proyecto, impacto institucional, posibles mejoras, etc.)
- Referencias bibliográficas.

La fase culminó con el envío y evaluación por parte de los profesores del módulo de dicho escrito que es considerado como el Informe Final, acordándose luego una instancia de encuentro para la reflexión final correspondiente a la siguiente fase.

Finalmente, en la Fase 4 los profesores del módulo realizaron devoluciones a los futuros especialistas respecto

a sus informes finales y prácticas observadas. Particularmente en esta fase se dialogó sobre los tres últimos apartados, buscando recuperar y ampliar las impresiones relacionadas con la implementación del proyecto en los diferentes contextos y atendiendo a las particularidades de cada uno de los mismos. También se recogió la apreciación de los cursantes sobre toda la formación recibida en la especialización y su prospectiva de práctica docente y acciones institucionales a partir de los conocimientos aprendidos.

Cabe señalar que, aunque las actividades desarrolladas en las 4 fases respetaron la propuesta didáctica inicial, en muchos casos se extendieron los plazos de entregas a pedido de los cursantes, debido a circunstancias externas profesionales/personales y al tiempo que cada uno necesitaba para ir construyendo los conocimientos que requería la formulación del proyecto. Algunos cursantes iniciaron su trabajo de a pares y luego singularizaron parte de sus proyectos según la práctica docente de cada uno. Como se adelantó, en algunos casos recuperaron lo ya realizado en el PI II y en otros, efectuaron adecuaciones a su nuevo contexto de trabajo, dada la movilidad que tienen los docentes del nivel primario. También hubo tres casos que abordaron la capacitación docente en educación superior. De un grupo inicial de 31 inscriptos a la actividad, pudieron finalizar el Proyecto Final 22 de ellos.

4. Enfoque metodológico: análisis de los proyectos

Con el objetivo de caracterizar y analizar al eje proyectual de la especialización, se diseñó un estudio exploratorio y descriptivo, tomando como datos 19 informes finales del módulo "Proyecto Final", ya que se consideró sólo uno de los proyectos que se habían elaborado inicialmente de a pares.

A partir de definir las variables de estudio que muestra la Tabla 1, se procedió a efectuar un análisis mixto (cualitativo-cuantitativo) de los informes presentados, considerando los procesos formativos espiralados y dialógicos mencionados previamente.

Tabla 1. Variables e indicadores a analizar

Variables	Indicadores
Contexto del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> - Nivel educativo - Educación pública o privada
Integración y transversalidad	<ul style="list-style-type: none"> - Áreas curriculares mencionadas - Temáticas y contenidos abordados

Contenidos de CC	<ul style="list-style-type: none"> - Principales ejes de Pensamiento Computacional (enfoque desconectado) - Principales elementos de Programación (enfoque conectado)
Herramientas utilizadas	<ul style="list-style-type: none"> - Qué herramientas fueron las más utilizadas para trabajar en forma desconectada y en programación
Impacto institucional	<ul style="list-style-type: none"> - Actual, a futuro, no contempla

A continuación, se presentan los principales resultados de este análisis que posibilitan dar cuenta de las características más relevantes de los mencionados informes de proyectos.

5. Resultados

En líneas generales se observan proyectos que ponen en valor no sólo los contenidos trabajados en la especialización sino también una forma de abordarlos que da cuenta de un esfuerzo sostenido en el tiempo por los cursantes. Asimismo, también se hace mención al apoyo brindado en las tutorías y el enfoque planteado en los módulos de proyectos. Todos los participantes que han cumplimentado esta instancia generaron proyectos que lograron vincular conceptos de CC, con conceptos propios del nivel, en un entramado que permite a su vez responder a las características particulares de sus instituciones escolares.

Sobre el contexto de los proyectos, cuatro corresponden al primer ciclo del nivel primario (de 1° a 4° grado) y once al segundo ciclo (de 5° a 7° grado). Además, hay tres proyectos de formación docente y un proyecto en educación especial.

Por otra parte, el 70% está situado en instituciones de educación pública y el 30% en educación privada. Si bien cada proyecto presenta un abordaje particular de las CC, en este análisis se ha intentado atender a ciertas generalidades que permiten caracterizar lo realizado para poder extraer algunos puntos en común.

5.1. CC en la educación primaria: integración y transversalidad

Como muestra la Figura 3, las CC se articularon con las cuatro grandes áreas curriculares propias del nivel primario, observándose mayor presencia de contenidos de Matemáticas y en menor medida de Ciencias Naturales.

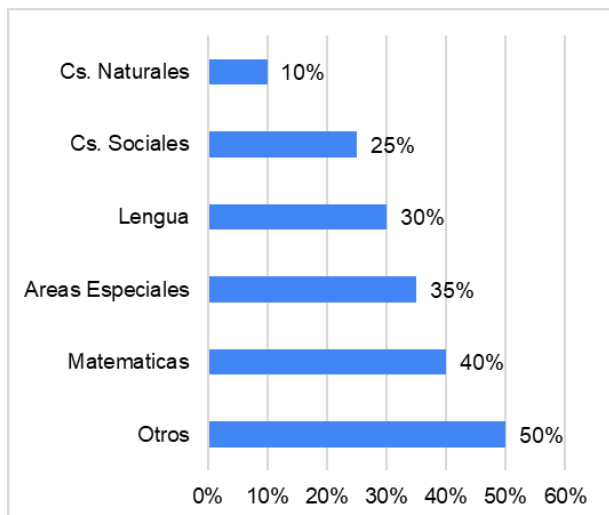


Figura 3. Porcentajes de proyectos que involucran diferentes áreas curriculares y contenidos

En cuanto a Matemáticas, se observa que contenidos del área curricular como numeración o conceptos de geometría se vinculan mayormente con nociones de patrones y recorridos para desarrollar el concepto de algoritmo, así como con la descomposición en subproblemas, pero también habilitan, por ejemplo, a la introducción de números binarios, un concepto clave de CC, o la noción de variable en cuanto a la programación. Una docente, por ejemplo, diseñó una secuencia didáctica que acompaña a sus estudiantes en la creación de un juego programado en Scratch que permite crear por medio del dibujo, diferentes polígonos, empleando para ello múltiples conceptos de programación. Previo a esta actividad introdujo nociones básicas de pensamiento computacional a través de actividades desconectadas.

Asimismo, el análisis reveló una gran articulación con las denominadas áreas especiales, ya que el 50% de los proyectos hace referencia a las mismas y se presentan en la Figura 3 bajo la categoría "otros". En este sentido, un alto porcentaje de proyectos incluye más de un área especial. Al interior de esta categoría, la articulación con el área de Tecnología aparece en menor medida, destacándose una mayor presencia de contenidos de Música, Plástica o Educación Física. A modo de ejemplo, se relevaron proyectos donde se propone una actividad de diseño de robots en conjunto con docentes de Plástica y Tecnología, donde se trabaja la identificación de patrones. Por otro lado, es de destacar la inclusión de otros ejes transversales en los proyectos, tales como el trabajo colaborativo, nociones de ajedrez y Educación Sexual Integral (ESI) que enriquecen significativamente la propuesta didáctica.

En síntesis, el conjunto de los proyectos elaborados da cuenta de la versatilidad que ofrecen los contenidos trabajados en la especialización dentro de la currícula del nivel primario. La transversalidad de dichos contenidos posibilita un abordaje articulado con aquellas temáticas que ya forman parte de las currículas provinciales. En este sentido, se observa que, en la mayoría de los proyectos, tanto las consignas como los objetivos dan cuenta de estas

integraciones. En efecto, los mismos están organizados en diferentes momentos compuestos por una serie de actividades donde se plantea sostener el enfoque transversal e integrado. Asimismo, la idea de un proyecto organizado en diferentes momentos de una duración temporal de mediano o largo plazo, aparece como una estrategia didáctica válida para articular diferentes aspectos, desde una mirada compleja.

Otro aspecto a destacar, es la presencia de varias áreas curriculares dentro de un mismo proyecto, dando cuenta de una perspectiva interdisciplinar de los contenidos de CC que aparecen como una oportunidad para pensar proyectos que contemplen múltiples miradas, contenidos y áreas, bajo el enfoque del trabajo por proyectos. En otros casos, se plantea el abordaje de un contenido curricular específico del nivel empleando recursos, materiales y herramientas que permiten a su vez incluir contenidos de CC. Estas dos maneras de abordar los contenidos trabajados en la especialización permiten observar múltiples opciones para pensar los procesos de enseñanza y aprendizaje en la escuela primaria desde enfoques novedosos integrando contenidos que generalmente no forman parte de la currícula.

5.2. Contenidos de CC: enfoque desconectado y conectado

Respecto a los contenidos de CC de los proyectos, se observa que los cursantes pudieron conceptualizar con mayor facilidad elementos de PC trabajados de forma desconectada que aquellos conceptos referidos a la programación.

En relación con el enfoque desconectado, los conceptos del PC suelen estar agrupados. Por ejemplo, es frecuente encontrar proyectos que involucran abstracción, reconocimiento de patrones y algoritmos. Suele ocurrir también, que luego en el desarrollo de las actividades no es posible identificar explícitamente cuál o cuáles conceptos están siendo trabajados en cada caso.

A partir de un análisis detallado de los temas explícitamente consignados en los objetivos de los proyectos, se identifican 10 conceptos principales agrupados con distintos porcentajes como lo muestra la Figura 4. Se observa que el concepto de Algoritmos (incluyendo instrucciones, secuencias, programas y comandos) es el más citado en 16 proyectos, luego sigue Reconocimiento de Patrones (considerando repeticiones) con nueve apariciones, Abstracción con seis y Descomposición con cinco. Tres menciones tienen Componentes del Computador (hardware-software) y Automatas (máquinas que procesan información), además de otros conceptos incluidos en 1 o 2 proyectos que pueden verse en la Figura 4.

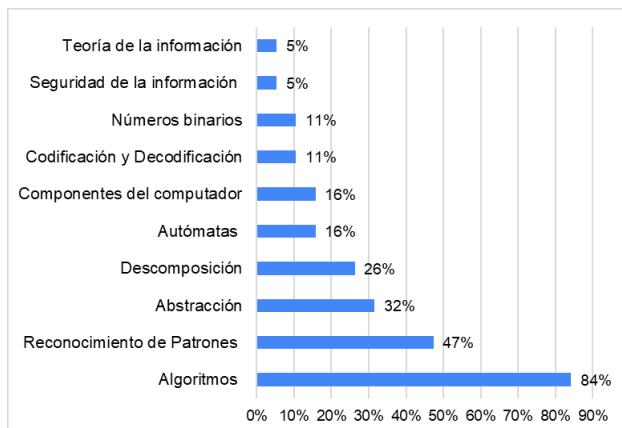


Figura 4. Porcentajes de proyectos que involucran los conceptos de PC desconectados más citados

Asimismo, los conceptos más citados tales como Algoritmos, Reconocimiento de patrones, Abstracción y Descomposición, se los encuentra en varios proyectos agrupados por pares o de a tres, pero en varios casos no se individualiza cuál/es de ellos se está trabajando en las actividades planteadas, ya que son tratados como un bloque. De todos modos, la mayoría de los proyectos, aborda adecuadamente los conceptos trabajados de forma desconectada, algunos incluso avanzan con instancias reflexivas sobre cada actividad o concepto involucrado.

Como resultado del análisis efectuado es posible inferir que el trabajo en pensamiento computacional desconectado involucra conceptos y actividades que a los cursantes les resultan más cercanos a sus aprendizajes previos, por lo cual los tienen más internalizados y los manejan con mayor solvencia. Esto también les ha permitido ser más creativos en sus propuestas, generando actividades y secuencias de propia autoría, no replicando propuestas desarrolladas en los módulos de la Especialización. Como ya se anticipó, se han generado actividades y contenidos que se integran transversalmente a otras temáticas del nivel primario o a proyectos que tratan alguna problemática relevante a su contexto. Cabe destacar también que los recursos utilizados en las actividades desconectadas (materiales de librería, pizarrón, equipo de música, tablero de Ajedrez, etc.) son elementos que están disponibles y que son de uso corriente en las distintas escuelas, lo que destaca la relevancia de este enfoque por poder aplicarse en toda escuela y contexto educativo, sin necesidad de equipos informáticos.

En relación con los contenidos de programación (enfoque conectado), como ya se anticipó, son pocos los proyectos que explicitan conceptos específicos trabajados desde la programación. En esta dirección, en el proceso tutorial fue posible identificar diversas dificultades que los maestros presentaban para planificar este tipo de actividades y crear recursos de su propia autoría. En consecuencia, al realizar un análisis de los informes: sólo seis reportes informan el uso de repeticiones, tres reportan el uso de instrucciones o comandos, tres usan secuencias, tres procedimientos, dos, manejo de eventos y sólo uno explicita el uso de condicionales (Figura 5). Si bien en los módulos de Taller

de Programación se hizo hincapié en las ventajas de la abstracción, el reconocimiento de patrones, la modularidad y la reutilización de código en la programación, en los proyectos presentados estos conceptos no han sido casi abordados explícitamente en el enfoque conectado. Aun cuando Scratch 2.0 y mBlock permiten definir de manera muy simple instrucciones o bloques propios con y sin parámetros, no se verifica el uso de estos recursos.

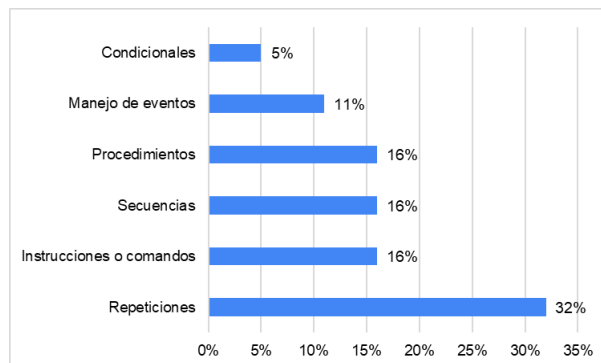


Figura 5. Porcentajes de proyectos que involucran los principales elementos de programación

5.3. Herramientas utilizadas

En cuanto a las herramientas utilizadas en los proyectos para introducir los conceptos básicos de programación, se observó que utilizaron, en su gran mayoría, recursos ya existentes y que han sido presentados durante los Talleres de Programación de la Especialización². En este sentido, los participantes hicieron referencia al uso de Lightbot y Pilas Bloques, en un 47% y 26% del total de los proyectos, respectivamente y un 53% de los informes reportan el uso de Scratch 2.0. En algunas propuestas se utilizan las cartas de Scratch y en otras se observa la producción de desafíos propios y/o la programación junto al alumnado. Sólo dos proyectos incluyen el uso de otras herramientas: uno aborda la robótica como tema central y hace uso de la herramienta mBlock para la programación de los robots mbots, y otro, reporta el uso del kit LEGO WeDo 2.0.

5.4. Acerca del Impacto Institucional

Sobre las observaciones y prácticas de los cursantes en campo escolar, en atención a los límites del presente artículo sólo se señala que todos los proyectos fueron posibles de implementar en las distintas instituciones destinatarias. Esto dio clara cuenta de la factibilidad de la inclusión de elementos de CC, en el nivel primario tanto de la escuela común como de la escuela especial. Todos los cursantes, desde su formación profesional, pudieron llevar adelante sus prácticas resolviendo distintos desafíos organizacionales y otras situaciones emergentes.

En dicha instancia, como ya se mencionó, trabajaron los contenidos más afianzados, predominando los enfoques de pensamiento computacional y de taller programación. El único proyecto que abordó la robótica como temática central fue llevado adelante por un docente que provenía de la disciplina Tecnología y recuperaba una iniciativa de

promoción de la robótica que en décadas anteriores había posicionado a la institución como pionera en el nivel y que luego no se había podido sostener adecuadamente. Este antecedente motivó una propuesta de largo plazo que fue muy bien acogida y apoyada tanto a nivel institucional como en la comunidad educativa.

En lo general, es posible afirmar que la implementación en el campo escolar de los distintos proyectos despertó un interés institucional positivo, ya que en muchas situaciones transformó ciertos prejuicios del colectivo docente institucional sobre la integración en dicho contexto de los contenidos de CC. Esto generó también una actitud muy positiva de parte de los cursantes que se sintieron reconocidos en su nueva capacitación. Cabe destacar que, en varios casos, la dirección de la escuela habilitó a los mismos a intervenir en reuniones plenarias informando y/o realizando alguna actividad práctica motivadora sobre lo aprendido en la Especialización.

Conclusiones

En este trabajo se han presentado las principales características y resultados del trayecto curricular proyectual de la especialización docente en didáctica de las Ciencias de la Computación "Aprendizaje y Enseñanza del Pensamiento Computacional y la Programación en el Nivel Primario" que se llevó adelante en Rosario, provincia de Santa Fe.

A partir de lo expuesto, se estiman cumplidos en un alto porcentaje los objetivos curriculares planteados, lo cual ha otorgado a los cursantes un perfil novedoso dentro de las instituciones escolares evidenciando el proceso de profesionalización docente experimentado en CC. Se observó una gran aprehensión de los conceptos relacionados al PC, así como una gran creatividad y expresión personal de los docentes, logrando adaptar recursos utilizados en la Especialización y creando otros propios, adecuándolos a sus asignaturas y contextos educativos. En estas adaptaciones, se observó una mayor capacidad para conceptualizar elementos del PC de forma desconectada que aquellos conceptos involucrados en la programación. Sin embargo, pudieron incluir elementos de programación de forma adecuada en sus proyectos, apoyándose en un buen andamiaje.

Los resultados parciales y finales del trayecto proyectual han dado cuenta de un logro paulatino y de complejidad creciente en el diseño, desarrollo y puesta en obra de los proyectos integradores situados en la realidad de sus prácticas docentes. En efecto, el enfoque propuesto les ha permitido vincular los contenidos aprendidos en CC con otras temáticas y problemáticas percibidas en el nivel primario en el marco del aprendizaje por proyectos. En este sentido, se destaca la diversidad de proyectos en cuanto al contexto (nivel de primaria, formación docente, educación especial), diversidad temática y a la transversalidad, lo cual da cuenta de la flexibilidad de las estrategias didácticas puestas en obra en el marco de la

especialización y del proceso de tutoría llevado adelante de forma personalizada en el módulo final de proyecto.

Sobre los aspectos actitudinales, cabe destacar que en la experiencia en campo escolar los cursantes pudieron comprobar la motivación de sus alumnos por las actividades planteadas. En las entrevistas finales la totalidad de los cursantes destacó además, el entusiasmo de sus estudiantes por trabajar especialmente en programación. Esto generó en el intercambio dialógico de dichas entrevistas valiosas reflexiones. Entre estas cabe mencionar la toma de conciencia del valor y el alcance del esfuerzo realizado durante los dos años de cursada, su empoderamiento respecto a nociones de CC y la sensibilización positiva lograda en sus instituciones: varios proyectos tuvieron proyección institucional y otros consideran una alta factibilidad a futuro.

También los cursantes valoraron la presencia docente y acompañamiento permanente en el trayecto de formación, lo beneficioso de la modalidad y dinámica de trabajo adoptada, ya que se estimó casi imposible el abordaje de los contenidos y las actividades realizadas en una modalidad 100% a distancia. Asimismo, la experiencia de práctica en campo escolar más allá de la reflexión y ajuste de los proyectos, motivó a los cursantes a seguir profundizando y trabajando cuestiones de programación, especialmente de robótica, ya que en ese aspecto la mayoría es consciente de que aún requiere mayor solvencia y práctica para poder desarrollar estos talleres en sus clases.

Finalmente, a partir del intercambio reflexivo sobre la diversidad de situaciones y contextos que presenta la escuela primaria de la región, el equipo de profesores de la especialización valida el enfoque socio-técnico y cultural situado como un factor clave para la integración de los contenidos de CC. A su vez, en atención a la posibilidad de futuras cohortes en la provincia, se plantea como prospectiva de trabajo continuar la revisión de todo el material documentado, efectuar un intercambio de resultados con las otras carreras implementadas en el país a los fines de ajustar y adecuar la propuesta curricular a las posibles condiciones emergentes post pandemia COVID 19.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido parcialmente financiado por: la Fundación Sadosky mediante un Convenio de colaboración dicha Fundación, el Ministerio de Educación Pcia. Santa Fe y la UNR (2016-2019) para el diseño y dictado de la Especialización Docente de Nivel Superior en Didáctica de las Ciencias de la Computación; el Proyecto PID-UNR 80020180300062UR (2019-2022) y el Proyecto PICT 2016-1530 (2017-2020).

Notas

¹ En el video de finalización del tercer semestre de la carrera se pueden visualizar dos propuestas llevadas adelante en campo escolar por maestras cursantes. <https://www.youtube.com/watch?v=iKT0xiF5PtU>

² Por ejemplo: los Manuales de la Fundación Sadosky (<http://program.ar/descargas/manual-docente-descarga-web-v2017.pdf>), los desafíos de Pilas Bloques (<http://pilasbloques.program.ar/>) o las Cartas de Scratch (<https://scratched.gse.harvard.edu/resources/cartas-de-scratch-en-esp%C3%B1ol-corregidas.html>).

Referencias

- [1] S. Peyton Jones, *Computing at School: International comparisons*, Microsoft Research, 2011.
- [2] A. Casali, D. Zanarini, N. Monjelat and P. San Martín, "Teaching and Learning Computer Science for Primary School Teachers: an Argentine Experience", in *Proceedings LACLO 2018*, San Pablo, Brasil, IEEE Xplore, 2018, pp. 349-355, doi: 10.1109/LACLO.2018.00067.
- [3] T. Bell, I. H. Witten and M. Fellows. *CS Unplugged: An enrichment and extension programme for primary-aged students*. 2015.
- [4] C. Brackmann, M. Román-González, J. Moreno-León, G. Robles, A. Casali and D. Barone, "Computational Thinking Unplugged: Teaching and Student Evaluation in Primary Schools," in *Proceedings WIPSCCE*, Nijmegen, the Netherlands, ACM. pp. 65-72, November, 2017.
- [5] A. Casali, N. Monjelat, P. San Martín and D. Zanarini, "Primary Level Teachers Training in Computer Science: Experience in the Argentine Context," in *Computer Science - CACIC 2019*, P. Pesado and M. Arroyo, Eds. Ago. 2019, pp. 389-404, Springer Nature Switzerland, doi: 10.1007/978-3-030-48325-8_25.
- [6] J. M. Wing. "Computational Thinking Benefits Society". *Social Issues in Computing*, 2014. [Online]. Available: <http://socialissues.cs.toronto.edu/index.html%3Fp=279.html>
- [7] K-12 Computer Science Framework Steering Committee, "K-12 Computer Science Framework. Technical Report," ACM, New York, NY, USA, 2016.
- [8] A. Yadav, H. Hong, and C. Stephenson, "Computational Thinking for All: Pedagogical Approaches to Embedding 21st Century Problem Solving in K-12 Classrooms," *TechTrends*, no. May, pp. 10-13, 2016, doi: 10.1007/s11528-016-0087-7.
- [9] M. Borchardt and I. Roggi, "Ciencias de la Computación en los Sistemas Educativos de América Latina," 2017. [Online]. Available: <http://www.siteal.iipe-oei.org>
- [10] Organización de las Naciones Unidas (2015). *Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible*. Resolución aprobada por la Asamblea General ONU, 25 de septiembre de 2015. [Online]. Available: <https://undocs.org/es/A/RES/70/1>
- [11] O. Del Río Sánchez, P. Martínez Osés, R. Martínez-Gómez and S. Pérez, *TIC para el Desarrollo Sostenible. Recomendaciones de políticas públicas que garantizan derechos*. Montevideo: UNESCO, 2019.
- [12] R. García, *Sistemas Complejos, Conceptos, método y fundamentación epistemológica de la investigación interdisciplinaria*. Buenos Aires, Gedisa, 2007.
- [13] H. Thomas, P. Juarez and F. Picabea, *¿Qué son las tecnologías para la inclusión social?*. Bernal: Universidad de Quilmes, 2015.
- [14] J. Nieto and M. B. Alfageme-González, "Enfoques, Metodologías y Actividades de formación docente," *Profesorado. Revista de Currículum y Formación de Profesorado*, vol. 21, no. 3, 2017.
- [15] M. C. Martinez, M. J. Gomez, M. Moresi, and L. Benotti. "Lessons learned on computer science teachers professional development", in *Proceedings of ITiCSE'16*, ACM, New York, 2016, pp. 77-82.
- [16] N. Monjelat and A. Lantz-Andersson, "Teachers' narrative of learning to program in a professional development effort and the relation to the rhetoric of computational thinking," *Educ. Inf. Technol.*, vol. 25, pp. 2175-2200, 2020, doi: <https://doi.org/10.1007/s10639-019-10048-8>.
- [17] M. S. Serra and E. Welti, "La Escuela Nueva en Rosario: Olga Cossettini y la Escuela Serena", in *Educadores con perspectiva transformadora*, C. Balagué (comp.) Santa Fe: Ministerio de Educación de la Provincia de Santa Fe, 2018, pp. 39-66.
- [18] L. Torp and S. Sage, *El aprendizaje basado en problemas. Desde el jardín de infantes hasta el final de la escuela primaria*. Buenos Aires: Amorrortu, 2007.
- [19] N. Monjelat, "Programming Technologies for Social Inclusion with Scratch: Computational Practices in a Teacher's Professional Development Course," *Educare*, vol. 23, no. 3, pp. 1-25, 2019.
- [20] N. Monjelat, M. Cenacchi, and P. San Martín, "¿Programación para Todos? Herramientas y Accesibilidad: Un Estudio de Caso," *Rev. Latinoam. Educ. Inclusiva*, vol. 12, no. 1, pp. 213-227, 2018.

[21] P. San Martín, "Hacia un modelo analítico multidimensional para la co-construcción y sostenibilidad de proyectos escolares TIS - Ciencias de la Computación", *Espacios en Blanco*, en prensa N°32.

Información de Contacto de los Autores:

Ana Casali

Av. Pellegrini 250
(2000) Rosario
Argentina

acasali@fceia.unr.edu.ar

<https://www.cifasis-conicet.gov.ar/>

ORDID iD: <https://orcid.org/0000-0003-0737-5246>

Patricia S. San Martín

Av. 27 de febrero 210 bis
(2000) Rosario
Argentina

sanmartin@irice-conicet.gov.ar

<http://www.irice-conicet.gov.ar>

ORDID iD: <https://orcid.org/0000-0001-7543-045X>

Natalia Monjelat

Av. 27 de febrero 210 bis
(2000) Rosario
Argentina

monjelat@irice-conicet.gov.ar

<http://www.irice-conicet.gov.ar>

ORDID iD: <https://orcid.org/0000-0002-5043-8989>

Pamela Viale

Av. Pellegrini 250
(2000) Rosario
Argentina

pamela@fceia.unr.edu.ar

Ana Casali

Doctora en Tecnologías de la Información (Universidad de Girona UdG, España), Licenciada en Matemática (Universidad Nacional de Rosario). Directora de la Escuela de Ciencias Exactas y Naturales (FCEIA - UNR). Investigadora del CIFASIS (CONICET-UNR).

Patricia S. San Martín

Doctora en Humanidades y Artes (Universidad Nacional de Rosario -UNR-, Argentina). Investigadora Principal CONICET. Prof. Titular de la Facultad de Humanidades y Artes, cat. I UNR. Vicedirectora IRICE (CONICET-UNR).

Natalia Monjelat

Doctora en Educación, Comunicación y Sociedad por la (Universidad de Alcalá, España). Máster en Educación y Comunicación en la Sociedad Digital, (Universidad de Alcalá). Lic. en Psicopedagogía, (Universidad de San Martín, Argentina). Investigadora del IRICE (CONICET-UNR).

Pamela Viale

Doctora en Informática (Université d'Aix-Marseille, Francia), Lic. en Ciencias de la Computación (UNR, Argentina). Jefe de Trabajos Prácticos de la Fac. de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura (FCEIA - UNR). Profesora Adjunta de la Fac. de Química e Ingeniería del Rosario (UCA).