

Actas de las IX Jornadas Argentinas de Robótica 15-17 de noviembre, Córdoba, Argentina

# Formación Docente en Robótica

## Una Experiencia en un Curso Semi Presencial

### Teacher Training in Robotics

### An Experience in a Semi-classroom Course

Presentación: 17/11/2017

Aprobación: 02/12/2017

#### **M.Cecilia Martinez**

Instituto de Humanidades, CONICET, UNC Instituto Técnico Superior Córdoba - Argentina  
cecimart@gmail.com

#### **Eduardo S. Rodriguez Pesce**

Instituto de Humanidades, CONICET, UNC Instituto Técnico Superior Córdoba - Argentina  
edusebarod@gmail.com

### **Resumen**

Este trabajo presenta una propuesta didáctica basada en proyectos diseñada para que docentes de primaria y secundaria sin experiencia previa en robótica educativa, puedan aprender sobre componentes básicos de hardware y su relación con el software en un curso de dos meses de duración con 4 clases virtuales y 3 presenciales. El curso es parte de una Especialización en Programación de dos años de duración. Analizamos los principales aspectos de la propuesta y los resultados en términos de las producciones que lograron los docentes y sus valoraciones del curso'.

**Palabras claves:** Formación docente, Robótica educativa, Programación

## Abstract

This work presents a didactic proposal based on projects designed for primary and secondary teachers with no previous experience in educational robotics, to learn about basic hardware components and their relationship with software in a two-month course with 4 virtual classes and 3 face-to-face. The course is part of a two-year Programming Specialization. We analyze the main aspects of the proposal and the results in terms of the productions achieved by the teachers and their evaluations of the course.

**Keywords:** Teacher training, Educational robotics, Programming

## I. INTRODUCCIÓN

Desde hace cinco años, impulsados por el programa Program.ar de la Fundación Sadosky, Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva de la Nación; trabajamos en tomo al objetivo de introducir la enseñanza de la programación a la escuela obligatoria, primaria y secundaria. Este trabajo no es exclusivo de Argentina, sino que la enseñanza de la programación está en la agenda de la política educativa de la mayoría de los países del mundo. Pensar en innovaciones curriculares para todo el sistema educativo, tales como la enseñanza de la programación, requiere también, planificar sobre quiénes van a enseñar los nuevos contenidos propuestos y cómo se deben formar para esa tarea. En el caso de la enseñanza de la programación, los docentes que actualmente trabajan en el sistema educativo, generalmente no tienen formación conceptual en la disciplina ni experiencias de primera mano como alumnos en su paso por la escuela primaria y secundaria (como sí la tienen en otras disciplinas que se han enseñado históricamente en la escuela).

Si bien la mayoría de las investigaciones muestran que los programas de formación docente (FD) iniciales, (como los profesorado), son el formato más apropiado para preparar a los docentes para la enseñanza de una disciplina; muchos países están considerando capacitar a docentes que ya están trabajando, para que puedan enseñar programación en computación (tales como Inglaterra, Nueva Zelanda, EEUU, Alemania) [1]. Estos países tienen el dilema de avanzar en su reforma curricular para incluir la enseñanza de la programación en un contexto donde los profesionales que tienen una sólida formación disciplinar no desean dedicarse a la docencia. En este contexto, en el año 2015, el Gobierno de la Provincia de Córdoba convoca al equipo de la Universidad Nacional de Córdoba para trabajar juntos en el desarrollo de una Especialización en Enseñanza de la Programación. Este postítulo está dirigido a docentes en actividad dentro del sistema educativo que se desempeñan en el último ciclo de primaria y primero del secundario. Tiene como objetivo promover la calidad de los aprendizajes en estos niveles que presentan los datos más críticos de retención y rendimiento.

La estrategia principal para el diseño de la currícula fue la de Backward mapping (mapeo invertido) [2]. Siguiendo esta estrategia, primero se definieron los objetivos generales y particulares que se querían lograr con la carrera. En otras palabras, ¿Qué queremos que los docentes aprendan y hagan en sus clases luego de cursar este postítulo? Junto con profesores innovadores en la enseñanza de la programación con 20 años de experiencia cada uno promedio, y en base a las demandas y problemas del sistema educativo en sus niveles

1-Este trabajo cuenta con el apoyo de un subsidio de CONICET-CIN (Consejo Interuniversitario) para el desarrollo de proyectos sociales y tecnológicos (PDTs). El desarrollo del currículum y curso fue financiado por ISEP (Instituto Superior de Estudios Pedagógicos), Ministerio de Educación de la Provincia de Córdoba y la Fundación Manuel Sadosky, Mincyt.

primarios y secundarios; se consensuaron 6 objetivos que los docentes cursantes del postítulo debían lograr al finalizar: 1) Desarrollar programas de computación sencillos a partir del dominio de un lenguaje de programación. 2) Comprender, seleccionar y aplicar los conceptos fundamentales de la programación en el desarrollo de proyectos educativos en los diferentes niveles educativos. 3) Diseñar experiencias para la enseñanza de los conceptos fundamentales de la programación. 4) Diseñar experiencias de enseñanza que requieran recuperar los modos de pensamiento propios de la programación. 5) Diseñar experiencias de enseñanza que permitan un abordaje crítico de las tecnologías informáticas y su relación con la sociedad. 6) Promover trabajos colaborativos entre equipos docentes a partir de las posibilidades que ofrecen los proyectos vinculados a la programación.

En función de estos objetivos se seleccionó el formato de currículum basado en proyectos (tomamos como antecedente el programa de Masters en Ciencias de la Computación de la Universidad de Manchester) [3]. Un currículum de este tipo, se organiza en torno a un proyecto donde en las distintas tareas se integran contenidos de los diversos espacios curriculares que por convención son parte de una disciplina. En el caso de computación, las asignaturas mínimas de la disciplina son algoritmos, sistemas operativos, programación, base de datos, arquitectura de software, etc. El currículum basado en proyecto nos permite enseñar programación del mismo modo en que, sostenemos, debe ser la enseñanza en las aulas de primaria y secundaria. Esto es, por proyectos integradores que articulen diferentes saberes y se centren en procesos de indagación y construcción conceptual.

Teniendo en cuenta la investigación en formación docente, el postítulo está diseñado para que los docentes tengan experiencias de primera mano en programación que sean significativas. Esto es, experimentar en el rol de estudiantes, en este caso, de estudiante adulto, para comprender los conceptos de programación desde proyectos integradores y para que luego puedan recuperar esas experiencias en sus propuestas de enseñanza [4]. Asimismo, en cada proyecto de programación se articulan, además de los contenidos específicamente disciplinares, saberes tecnológicos y didácticos (TPACK) [5].

Se construyó un programa curricular para la especialización de 9 proyectos de programación, cada uno de 50 horas de duración distribuidas en dos meses de dictado por módulo. El primer módulo es sobre Juegos Lógicos e incluye, en gran parte, contenidos de lógica. El segundo módulo es programación de videojuegos y tiene como centralidad la introducción a algoritmos de programación. El módulo "Ensamble y Programación de un Robot" que describimos en este artículo, es el tercer proyecto del postítulo y tuvo 4 clases virtuales y 2 presenciales planificadas, más una clase recuperatoria en donde asistieron la mayoría de los docentes aun cuando no tenían que recuperar faltas.

## II. APORTES TEÓRICOS SOBRE FORMACIÓN DOCENTE

Investigaciones previas sobre FD sugieren que a pesar de los esfuerzos en la oferta de una gran cantidad de cursos, la mayoría de éstos presentan los contenidos de manera fragmentada, son intelectualmente superficiales y no tienen en cuenta reconocidas prácticas de FD que han probado ser efectivas. Según diferentes investigaciones, los programas de capacitación docente efectivos en promover el aprendizaje de los docentes tienen las siguientes características:

- Se centran en la disciplina y la didáctica especial del área [6].
- Incluyen en la capacitación el análisis de los aprendizajes de los alumnos [7].
- Generan oportunidades de colaboración y aprendizaje en comunidad entre los

docentes [8].

- Requieren entre los docentes el aprendizaje activo a través de talleres o grupos de estudio con un programa coherente, en tanto se articulen objetivos de aprendizaje docente, contenidos y actividades [8].

Respecto a la FD en tecnología, las experiencias de primera mano (donde el docente aprende sobre tecnología manipulando o haciendo), combinada con observaciones y análisis de pares usando tecnología y un entorno socio cultural positivo, son estrategias efectivas para modificar las creencias y prácticas de los docentes sobre tecnología [9]. Sobre esta base diseñamos un módulo de dos meses de duración para enseñar robótica educativa a docentes sin experiencia previa.

### III. PROPUESTA DIDÁCTICA RESULTANTE

El sentido de esta propuesta, en el marco de la Especialización, era afianzar las construcciones básicas de programación desarrolladas en el módulo anterior (Introducción a algoritmos de programación a través de animaciones y videojuegos); puesto que el currículum de la especialización se plantea en forma espiralada, en donde los conceptos abordados en un módulo se retoman y complejizan en el que sigue. Usar conceptos de programación aprendidos para desarrollar videojuegos y trasladarlos a otras plataformas, también permite comprender, desde la práctica, que las construcciones conceptuales para programar, las abstracciones, son independientes de la plataforma y el lenguaje utilizado. En segundo lugar, teníamos como objetivo hacer posible una experiencia de primera mano con los componentes físicos de una computadora (hardware), para que los docentes pudieran comprender los mecanismos de funcionamiento a partir de la ejecución de instrucciones simples y de bajo nivel, que describen de esta manera la relación entre hardware y software. El tercer propósito, era abordar la automatización de tareas, a través de la programación de computadoras de uso genérico, con hardware específico para un propósito puntual. Finalmente, buscábamos que los docentes pudieran familiarizarse con la programación de robots y la robótica educativa como recurso potente para promover aprendizajes multidisciplinares en la escuela, con el cual es posible abordar diferentes operaciones cognitivas del currículum obligatorio. Para ello abordamos dos temáticas del área pedagógica; la didáctica específica de la robótica educativa y la enseñanza por proyectos integrados. Varias fueron las tensiones y desafíos que tuvimos que resolver para elaborar este módulo. La documentación del proceso de elaboración didáctica es importante para contribuir a algunas orientaciones sobre formación docente en computación. A continuación nombramos algunos de ellos.

#### A. La selección de los contenidos

Consideramos relevante cuatro grandes ejes temáticos para abordar en este módulo.

1. Las computadoras y su función en la automatización de las tareas. La comprensión de algunas nociones, técnicas y procedimientos de la tecnología digital y las ciencias de la computación permite desarrollar y ejercitar habilidades y capacidades fundamentales que contribuyen a un modo de comprender el mundo e interactuar con él. A partir de la idea de pensamiento computacional, podemos decir que la informática cambia la forma de representar el mundo. Formalizar y sistematizar procesos para repetirlos infinitamente, automatizar tareas por medio de equipos mecánicos-electrónicos (hardware) gobernados por software embebido son ejemplos de las posibilidades que nos brinda el desarrollo del pensamiento

computacional. La robótica educativa es un área que se encuentra en constante transformación y crecimiento en la actualidad. La necesidad docente de generar nuevas herramientas, que permitan enseñar y aprender de mejor modo el pensamiento lógico computacional, sitúa a la robótica educativa como una estrategia para mejorar o innovar el aprendizaje de la programación e introducir algunas nociones de electrónica. En oposición al mero uso de las tecnologías, los objetos programables, como los robots, ofrecen la posibilidad de que sean los niños quienes controlen su comportamiento y así desarrollen su creatividad. La programación de los robots es estimulante y enriquece la construcción de conceptos de ciencias de la computación, lógica, matemática, y el desarrollo de habilidades vinculadas con nociones espaciales y resolución de problemas. Además, permite conectar el mundo digital con el mundo real físico, y poner en juego habilidades y capacidades que quizás no sean demandadas a los jóvenes y niños en sus contextos socioculturales, regidos por mandatos de género. Introducir la robótica educativa en la escuela contribuiría a desnaturalizar ciertos usos de juguetes y objetos asociados con prácticas lúdicas de los niños y las niñas.

2. Definición de robot. Se diseñó un recorrido didáctico donde se abordan ejemplos de los principales componentes de un robot, cualquiera sea su propósito: sensores, motores, interfaces electrónicas de control, computadora programable (Arduino) y sus componentes como microcontrolador, memoria, puertos, entre otros. A través del uso de plataformas educativas, se realizaron experiencias de montaje, conexión y programación de los componentes antes mencionados. Para la programación, se utilizó la plataforma de desarrollo UNC+ +Docti y el entorno integrado de desarrollo (IDE) Arduino. Cabe destacar que UNC++Docti es una plataforma de multilenguaje y que permite programar con bloques para luego obtener código Arduino, el cual es compilado y enviado a la placa con la IDE Arduino. En los distintos desafíos propuestos a los estudiantes, se requirió la realización de actividades que recuperaron conceptos de programación introducidos en el proyecto de animaciones y videojuegos: formas de abstracción, funciones, secuencialidad, alternativa, repetición, variables y asignación. Además, en esas mismas actividades se abordaron conceptos típicos de la programación de robots como: entrada y salida, sensores, control de motores, señales digitales, señales analógicas, manejo de tensiones y corrientes, entre otros.

3. Proceso de construcción de un prototipo. Se les propuso a los estudiantes que construyeran un prototipo de robot, siguiendo las instrucciones dadas en un video tutorial elaborado especialmente para este módulo. El mismo, recupera los conceptos y habilidades puestas en juego en los desafíos anteriormente resueltos y predispone a los estudiantes a diseñar y realizar su propio prototipo, dado que en este momento realizan una experiencia de primera mano en la construcción y montaje del hardware del robot y luego en la elaboración del software que comanda las acciones de un robot concreto y completamente funcional. En el proceso de construcción propuesto, se estimulan habilidades transversales a estas actividades como la elaboración de estrategias de resolución de problemas, el ensayo y el error como método de aprendizaje, el trabajo en equipo, el monitoreo de los propios pensamientos (metacognición), entre otros. Una vez construido el prototipo, los estudiantes debieron resolver distintos problemas de algoritmia a partir de la programación del robot, para ello fue necesario la elaboración de soluciones a desafíos que requieren el uso cabal e intensivo de cada uno de los componentes del robot, de esta manera se recuperan nuevamente los conceptos de programación abordados anteriormente en este y en los anteriores módulos.

4. El eje didáctico-pedagógico. En cada módulo de la especialización introducimos saberes de la didáctica de manera anclada a los contenidos que se abordan en ese módulo. En este caso, introducimos los principales segmentos de una clase de robótica como aproximación a una didáctica de la robótica educativa. Asimismo, analizamos los conceptos y operaciones que se despliegan en una propuesta de robótica educativa y las relacionamos con los contenidos y habilidades que proponen las bases curriculares de la Provincia de Córdoba. Analizamos también, brevemente, la propuesta de la robótica educativa con algunos intereses de los jóvenes. Presentamos el formato de aula taller que extensamente se ha desarrollado en las escuelas técnicas de Argentina. Consideramos interesante poder presentar una experiencia didáctica que ha sido construida por los maestros de escuelas técnicas hace más de 40 años y que ha mostrado réditos académicos interesantes, tales como el alto rendimiento en matemáticas que obtienen estudiantes de escuelas técnicas frente a sus pares de otras escuelas públicas o privadas [10]. La intención fue mostrar que la propuesta de taller es viable en el contexto de Argentina y ha sido eficaz en abordar la enseñanza de diversas disciplinas. Analizamos también cómo los espacios de taller permiten la apropiación de los conceptos a partir de la exploración, construcción y testeo.

## B. Organización de los contenidos

Los contenidos se organizaron en cuatro clases virtuales y dos presenciales. Esto fue así para adaptarnos al formato de postítulo del Gobierno de Córdoba. La carga virtual implicó una profunda reflexión sobre la educación virtual en la formación docente y búsqueda de alternativas para enseñar a ensamblar y programar un robot de manera virtual.

Una primera dificultad fue que los profesores que organizaron el módulo no tenían experiencia previa en enseñanza de programación y ensamblaje de robots de manera virtual y sí tenían vasta experiencia de trabajo en robótica en las aulas de manera presencial. No contábamos nosotros con un saber didáctico que nos permitiera imaginarnos una propuesta virtual para el armado y programación de un robot. Nos preguntamos, ¿Es posible enseñar programación de manera virtual? Seguramente sí. Coursera, Audacity, Code.org, Pylas, Mumuki, Kahn Academy, son todos sitios o plataformas que abordan la programación de manera virtual en cursos autoasistidos. Generalmente la gente que aprende de este modo, son personas auto seleccionadas con un interés y aptitud previas. Estos cursos ya están disponibles y de manera gratuita. Es importante entender que la deserción en este tipo de cursos masivos on line ronda el 95% cuando son autoasistidos.

El equipo técnico del Ministerio de Educación proveyó los saberes y recursos necesarios que permitieron virtualizar las clases. Desde nuestro enfoque de formación docente donde recuperamos la importancia de generar experiencias significativas de aprendizaje de primera mano, consideramos

que las clases virtuales no podían limitarse a presentaciones teóricas, sino que debían también promover experiencias de aprendizaje de formato taller con hardware en donde los docentes pudieran trabajar colaborativamente. ¿Cómo lograr esto desde la virtualidad? Aprender a programar requiere aprender no solo conceptos, pero sobre todo y lo que es importante, "habilidades" en las que son necesarias muchas horas de práctica con ejercicios de programación, que demandan el uso de la abstracción y del pensamiento computacional como principales herramientas. Por tanto, las clases virtuales debían promover esas experiencias. Necesitábamos ofrecer en este postítulo la posibilidad de desarrollar esas habilidades de programación acompañados por sus profesores y tutores para que los docentes

tengan la confianza de ofrecer experiencias de programación en sus aulas a sus alumnos. Por tanto, para este postítulo necesitábamos que las clases virtuales incluyan especialmente posibilidades de experimentar (con hardware y software) y de comprobar premisas (actividades de laboratorio). Es decir, proponemos una educación a distancia en donde los docentes, junto con sus pares, puedan reunirse a aprender y practicar juntos en sus escuelas o localidades como parte central de la clase virtual, utilizando los elementos de hardware necesarios como herramientas y material de estudio. Esto requiere en algunos módulos, recortar el desarrollo conceptual y ofrecer experiencias de construcción de conceptos y habilidades a través del desarrollo del oficio de programador, habida cuenta que la experiencia no es transferible, sino que se logra de primera mano. Para este equipo, el desarrollo de habilidades de manipulación de hardware es también contenido específico de programación y no puede reemplazarse completamente por simulaciones virtuales.

Asimismo, tuvimos en cuenta a nuestros estudiantes. Los docentes que cursan nuestro postítulo son adultos que trabajan y a cargo una familia en la mayoría de los casos. Por tanto, las reuniones semanales no son siempre posibles.

A diferencia de la lengua o la matemática, la didáctica de la programación está todavía en construcción. No hay acuerdo entre los informáticos sobre cuáles son los contenidos básicos y habilidades, y menos en las estrategias de enseñanza. Esta construcción requiere de una mirada atenta a los procesos de aprendizaje de los docentes. Nuestro desafío es enseñarles a docentes del sistema educativo las bases de la programación para que ellos puedan introducir a sus alumnos en esta alfabetización. Nuestra experiencia como docentes trabajando en los diferentes niveles del sistema educativo nos ha permitido anticiparnos a algunas dificultades cuando se aprende a programar. Estas dificultades las vemos a diario en nuestras clases y las hemos visto a lo largo de los años. Por ejemplo, cuando el código genera problemas difíciles de comprender, ya sea por errores de compilación, por errores en el algoritmo diseñado o por problemas de sincronización con la placa programable, genera frustración en los programadores principiantes. En ese momento, el rol y acompañamiento del docente de programación es fundamental para destrabar la frustración. Uno de los docentes del postítulo comentó:

*"Yo sé que si no los acompaño en el momento en que no les sale, en que se traban, los pierdo"*

Teniendo en cuenta estas reflexiones, se propusieron además de los encuentros presenciales, tutorías optativas. Los docentes que necesitaron el acompañamiento asistieron a dos tutorías optativas en donde se trabajaron los desafíos de ensamble y programación propuestos para las clases virtuales.

Asimismo, durante las clases virtuales los docentes debían realizar actividades de experimentación en grupos. Un aspecto central que permite sostener las innovaciones educativas, y sobre todo en el área de tecnología, es que haya un colega, un par, un compañero en la escuela que también esté poniendo en práctica la innovación. Promover proyectos institucionales, sostener en el sistema a estudiantes cuyas trayectorias y rendimiento académico no son los estandarizados, es un trabajo que requiere de la coordinación y articulación de esfuerzos de un grupo de profesores y maestros. Parte del trabajo de formación docente que tenemos que realizar es enseñarles a los docentes a trabajar en grupo, a relacionarse entre ellos de una manera diferente a las que el sistema educativo tradicional ha promovido donde prima el aislamiento y el trabajo individual que causa mucho malestar y frustración [11].

Teniendo en cuenta estas hipótesis de trabajo es que el desarrollo del módulo se organizó en torno a la elaboración colectiva de un proyecto integrador que consistió en el diseño y construcción de una propuesta de automatización programable. La primera clase, que fue virtual, introdujo definiciones de automatización de tareas, máquinas programables, sistemas embebidos y robótica educativa. Finalmente en esta clase se presenta la programación de placas Arduino y se muestran ejemplos de robots construidos con esta tecnología.

En un primer momento, solicitamos a los cursantes que piensen en una situación o problema que se pueda resolver a partir de la automatización de una tarea, utilizando como base lo que aprendieron en la clase 1, sobre máquinas programables con tecnología Arduino. Este primer borrador, se fue puliendo a lo largo del cursado del módulo y enriqueciendo a medida que comprendían los límites constructivos y de programación con los componentes disponibles. La segunda clase aborda conceptualmente los componentes básicos de un robot y de una computadora. Se les ofrece un simulador virtual de Arduino online (Autodesk Circuits.io), con el cual pudieron comenzar con ejercicios sencillos de armado de circuitos, previo a la clase presencial. De este modo, en la clase virtual 2, los docentes tienen la oportunidad de tener un primer contacto con los componentes de manera virtual. Gran parte de la clase consiste en realizar pruebas y ejercicios en esta plataforma virtual, tales como lograr que se prenda y se apague intermitentemente LED. La sección conceptual de la clase aborda la noción de que todas las computadoras, independientemente de la forma que tomen, tienen componentes básicos que son los que usarán ellos.

El primer encuentro presencial consiste en realizar algunas de las experiencias que se ofrecieron de manera virtual pero con una caja tecnológica que contiene los mismos componentes. Se agrupó a los estudiantes por su pertenencia institucional o cercanía geográfica de manera que puedan trabajar juntos por fuera de las clases, y a cada grupo se le entregó una caja tecnológica. En promedio se entregó una caja cada 4 docentes, la cual incluye los siguientes componentes: Placa Arduino UNO, cable de datos USB, mini protoboard de 400 puntos, 10 LEDs, 2 pulsadores, 2 motores cc con caja reductora, driver doble puente H L298, sensor de ultrasonido HC-51104, conjunto de cables macho-macho, portapilas para 4 baterías AA con interruptor y Jack de Alimentación para Arduino. El formato de la clase presencial es de taller. Durante la primera clase presencial los estudiantes realizaron un diseño y construcción de circuitos a partir de los modelos simulados. Se realizó un pasaje del circuito simulado al circuito físico.

La tercera clase virtual consiste en la construcción de un prototipo de robot, para lo cual se ofrecen tutoriales y un video con instrucciones precisas y detalladas. Mientras tanto, a lo largo del todo el módulo, los docentes van puliendo su proyecto inicial de automatización de una tarea usando Arduino en función de lo que aprenden de los componentes y sus posibilidades. Estaba prevista una clase recuperatorio, donde asistieran aquellos docentes que habían faltado a las clases presenciales, sin embargo la mayoría de los docentes asistió para finalizar sus prototipos. De esta manera la carga presencial real fue de tres clases y dos tutorías.

El módulo concluye con la presentación de un robot prototipo construido por los docentes, el software necesario para que funcione, y la elaboración de un plan de clases que describa:

- de qué manera integrarían a sus espacios curriculares los conceptos trabajados y
- cómo enseñarían a sus estudiantes estas nociones

### C. Evaluación

Este módulo se evaluó con dos trabajos. Por un lado se evaluó el desarrollo del prototipo de cada grupo. Específicamente se tuvo en cuenta para ofrecer la nota final:

- El manejo de conceptos/nociones teóricas y técnicas en el trabajo de construcción del prototipo.
- La pertinencia en el uso de conceptos de robótica para resolver la tarea de ensamblar y programar el prototipo solicitado.
- La capacidad para revisar los propios procesos de aprendizaje.
- La participación activa en el foro de producción grupal.

Por otro lado se analizó la secuencia didáctica en donde los docentes planteaban una propuesta de enseñanza de robótica similar a la presentada en este curso, pero adaptada al nivel en donde enseñan e integrando conceptos de otras disciplinas.

Los resultados fueron los siguientes: de 70 inscriptos originalmente, aprobaron el módulo 61 docentes es decir 87%. 6 docentes abandonaron debido a que el pos-título les insumía mucho tiempo y 3 reprobaron.

### IV. TEMAS EMERGENTES EN LA PRÁCTICA DOCENTE

Durante reflexiones con los docentes surgen los distintos ejes:

a) Valoración muy positiva del diálogo con los docentes en la "feria". Como instancia de cierre y evaluación formativa se realizó una muestra de los proyectos. La mayoría de los grupos llevó diferentes robots esquivadores de objetos. Algunas con forma de auto con cuatro ruedas. Otros realizaron un robot que reconoce basura en el piso, robot que avisa cuando algo se está quemando y un robot que abre las cortinas de un teatro (pensado para una escuela con orientación en artes). Algunos docentes asistieron a la feria con sus alumnos, puesto que habían compartido con ellos su proceso de aprendizaje. En esta muestra se invitó a reconocidos especialistas en Robótica Educativa de Córdoba para que ofrecieran charlas sobre sus experiencias. Los docentes manifestaron que tienen pocas oportunidades durante los cursos de formación docente de compartir de manera abierta con otros colegas sus producciones. Y que no se habilita un tiempo para la reflexión, la pregunta, el diálogo entre los colegas en donde se puedan explicitar los aprendizajes de los docentes, los criterios puestos en juego para elaborar su producción (tanto didácticos, pedagógicos más amplios y disciplinares), y las dudas o desafíos. Mucha de la literatura en formación docente menciona que los docentes aprenden de sus pares porque resignifican la palabra de los colegas como legítima, en tanto consideran que los saberes de los docentes son significativos y construidos en base a los contextos específicos. Asimismo, la bibliografía en FD apunta a que los docentes se apropian de la innovación cuando analizan los resultados de la experiencia con sus alumnos. Debemos seguir promoviendo estos diálogos entre ellos en futuras ediciones de FD bajo la misma consigna: darse el tiempo de dialogar con el otro, de conocer su trabajo.

b) Construcción del saber didáctico: Los docentes valoraron la construcción didáctica que realizaron los colegas (especialmente los de primer ciclo de primaria) para que los estudiantes construyeran los conceptos y procesos lógicos de manera gradual y alcanzable para su nivel de desarrollo cognitivo. En muchas ocasiones construyendo dispositivos de manipulación concreta.

c) Reconocimiento del trabajo en grupos reducidos de manera presencial: Los y las docentes fueron contundentes en la importancia que le atribuyeron a las horas de tutorías. Identificaron la necesidad de reunirse con algunos colegas y tutores para abordar conceptos y procedimientos que no pudieron seguir en el encuentro presencial, o que surgieron luego en su momento de aprendizaje individual. Prefirieron las tutorías y solicitaron eliminar los foros del aula virtual. Al decir de los docentes, en la tutoría se crea un vínculo de confianza con el tutor, donde el cursante no tiene miedo a preguntar desde su lugar de desconocimiento, no se siente juzgado. Mencionaron que los foros distorsionan la comunicación en tanto se pierden el lenguaje gestual. Al respecto, sostuvieron que en ocasiones la comunicación en los foros provocaba enojo o desazón entre los colegas o bien con el tutor, pero que luego esta situación se revertía en unos minutos y sin conflicto durante la tutoría presencial. Asimismo, con el tiempo los docentes también han aprendido a consultar en los foros virtuales.

d) El trabajo en equipo entre los docentes: Los docentes rescataron poder trabajar y aprender con sus colegas docentes de la misma escuela, proyectar trabajos en conjunto, y aprender de ellos. Varios docentes mencionaron que no podrían haber terminado el proyecto sin el apoyo y experticia de los compañeros. Algunos docentes recurrieron a otros profesionales que no cursan el postítulo pero que tienen saberes relacionados con la ingeniería y la programación.

e) Prácticas de la enseñanza: un efecto no anticipado en esta etapa es que muchos docentes ya están poniendo en práctica aquello que aprenden desde el primer día. Comentan que comparten con sus estudiantes, de primaria o secundaria, los proyectos que realizan en el marco de esta formación y que con entusiasmo los estudiantes piden participar de los mismos. Los docentes cuentan con mucha alegría que los alumnos les piden realizar tareas de programación de robots y que comparten con ellos también las vicisitudes de aprender a programar generando un vínculo positivo y de aprendizaje entre los estudiantes y los docentes.

## V. CONCLUSIONES

### Propuesta semipresencial

El diseño de las actividades y los cambios en las clases propuestas como: uso de un simulador online, suministrar los elementos de hardware (caja tecnológica) a los estudiantes, la realización de un video tutorial detallado y la disposición de tutorías para consulta y trabajo presencial asistido, permitieron obtener una propuesta de enseñanza con abordaje de conceptos de hardware y software, que derivó una experiencia de formación significativa para los estudiantes de la carrera.

### Apropiación de los conceptos y desarrollo de habilidades transversales

La implementación de los proyectos en las escuelas con significativo grado de dificultad, y la integración de los alumnos de los estudiantes del postítulo a sus proyectos de automatización y la continuidad en el trabajo por parte de muchos grupos que solicitaron mantener a préstamo la caja tecnológica por varios meses más a pesar de haber aprobado el módulo,

muestran un alto grado de apropiación de los conceptos abordados y un notable desarrollo de las habilidades que se pretenden en los egresados de la carrera.

Del mismo modo, los proyectos integradores de los docentes incluían los conceptos centrales de robótica trabajados en el módulo. Los docentes no solo mencionaban los conceptos, sino que además explicaban sus aplicaciones y articulaban con otros conceptos de otras materias.

Todos los grupos aprobaron el curso y mostraron un robot ensamblado funcionando en la feria final.

Los docentes enseñan como aprenden

Los docentes que cursaron el módulo, mostraron que llevaron la propuesta a sus alumnos, siguiendo las estrategias y metodologías pedagógicas propuestas en el módulo. En la feria de cierre del módulo, defendieron esta forma de aprender con la presencia concreta de alumnos propios que participaron y aprendieron los conceptos abordados en las secuencias didácticas. Los docentes recuperaron sus saberes previos y experiencias e hicieron ellos mismos las adaptaciones para los niveles educativos en los que se desempeñan.

El trabajo con pares ayuda a la retención de alumnos

Los docentes manifestaron que el trabajo con pares facilitó la resolución de los desafíos a resolver de manera virtual o a distancia. Los docentes manifestaron que fue un aprendizaje difícil, pero que, con la ayuda de pares, se sintieron empoderados al verse capaces de superar los desafíos planteados.

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al equipo de producción de materiales del ISEP (Instituto Superior de Estudios Pedagógicos) por las contribuciones con el desarrollo de este módulo.

## REFERENCIAS

- Thompson, D., & Bell, T. (2013, November). Adoption of new computer science high school standards by New Zealand teachers. In Proceedings of the 8th Workshop in Primary and Secondary Computing Education (pp. 87-90). ACM
- Elmore, R. F. (1979). Backward mapping: Implementation research and policy decisions. *Political science quarterly*, 94(4), 601-616
- Linge, N., & Parsons, D. (2006). Problem-based learning as an effective tool for teaching computer network design. *IEEE Transactions on Education*, 49(1), 5-10.
- Garet, M. S., Porter, A. C., Desimone, L., Birman, B. F., & Yoon, K. S. (2001). What makes professional development effective? Results from a national sample of teachers. *American educational research journal*, 38(4), 915-945
- Koehler, M., & Mishra, P. (2009). What is technological pedagogical content knowledge (TPACK)?. *Contemporary issues in technology and teacher education*, 9(1), 60-70
- Borko, H. (2004). Professional development and teacher learning: Mapping the terrain. *Educational Researcher*, 33(3), 3-15. DOI: 10.3102/0013189X033008003
- Guskey, T. R. (2003). What makes professional development effective?. *Phi delta kappan*, 84(10), 748-750
- Vescio, V., Ross, D., & Adams, A. (2008). A review of research on the impact of professional learning communities on teaching practice and student learning. *Teaching and teacher education*, 24(1), 80-91
- Windschitl, M., & Sahl, K. (2002). Tracing teachers' use of technology in a laptop computer school: The interplay of teacher beliefs, social dynamics, and institutional culture. *American educational research journal*, 39(1), 165-205.
- Cervini, R. (2006). Los efectos de la escuela y del aula sobre el logro en matemáticas y en lengua de la educación secundaria: Un modelo multinivel. *Perfiles educativos*, 28(112), 68-97.
- Ezpeleta Moyano, J. (2004). Innovaciones educativas. Reflexiones sobre los contextos en su implementación. *Revista mexicana de investigación educativa*, 9(21).