

## Intervención de la Facultad de Informática en la enseñanza de Ciencias de la Computación en la Escuela Media basada en Robótica Educativa

Jorge Rodríguez ,Guillermo Grosso , Rafael Zurita, Laura Cecchi

{j.rodri, guillermo.grosso, rafa, lcecchi}@fi.uncoma.edu.ar

Grupo de Investigación en Lenguajes e Inteligencia Artificial

Facultad de Informática

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL COMAHUE

### Resumen

En los últimos años se ha planteado como prioritario la inclusión de contenidos curriculares de Ciencias de la Computación en las propuestas de enseñanza y aprendizaje para la educación media.

En este trabajo, se presenta una propuesta metodológica a partir de la cual, la Facultad de Informática logra ubicarse como instrumento tendiente a favorecer los procesos formativos en el campo disciplinar. La metodología se concreta mediante dos dispositivos: el Proyecto Educativo Colaborativo y las Charlas-Taller y tiene su marco teórico conceptual basado en la robótica educativa, las estrategias metodológicas para enseñar computación y los aspectos curriculares.

Asimismo, se presenta la experiencia realizada con escuelas de nivel medio y su evaluación.

**Palabras Clave:** Enseñanza de Ciencias de la Computación, Escuela Media, Robótica Educativa.

### 1- Introducción

Durante los últimos años y con mayor intensidad a partir de 2010, se observa un crecimiento en la construcción de consenso acerca de reconocer como fundamental la necesidad de introducir conceptos propios a las Ciencias de la Computación en las propuestas de enseñanza y de aprendizaje para la educación secundaria en todas sus orientaciones.

En este sentido, se plantea que es prioritario tanto desarrollar líneas de acción

específicas que trabajen en la promoción y sostenimiento de la inclusión creciente de contenidos curriculares del campo de las Ciencias de la Computación, como avanzar en la elaboración de construcciones teóricas que se ubiquen como referencia para orientar estos procesos.

Varias iniciativas se desarrollan en esta dirección, tales como las lideradas por ACM-CSTA en Estados Unidos [21], The Royal SocietyCAS en el Reino Unido [13] y Fundación Sadosky [7] en Argentina, entre otras. En este contexto se producen reportes que describen la situación de la enseñanza de la computación en diferentes países, en estos estudios exploratorios se coincide en caracterizar como insuficiente el espacio actualmente asignado a las Ciencias de la Computación en los programas de enseñanza.

A partir del estado de situación analizado, diversas organizaciones y gobiernos diseñan estrategias de abordaje tendientes a revertir las condiciones actuales.

Las escuelas secundarias de la región, no técnicas y sin orientación en informática, cuentan en su plan de estudios con entre 400 a 600 horas cátedras destinadas a la enseñanza de la Informática, carga horaria similar a la destinada a las materias clásicas como matemática o historia. En coincidencia con lo que se describe en [21], en las propuestas curriculares de las escuelas de enseñanza media predomina el desarrollo de habilidades básicas en el contexto de la alfabetización digital.

A partir de 2005, la Facultad de Informática de la Universidad Nacional del Comahue desarrolla diversas iniciativas en el

ámbito de la promoción de la enseñanza de contenidos relacionados a las Ciencias de la Computación en todos los niveles del sistema educativo. Estas iniciativas se concretan en el contexto del vínculo establecido con escuelas secundarias y primarias de la región y se expresan en proyectos y actividades de investigación, extensión, formación docente, actualización tecnológica y revisión curricular.

En este marco, en 2012, surge la propuesta para el tratamiento de la problemática de la enseñanza de las Ciencias de la Computación en las escuelas secundarias que se presenta en este trabajo. En el ámbito de esta experiencia, se plantea como necesario que la formación en el campo disciplinar desarrolle un recorrido amplio por los tópicos y áreas que describen el Cuerpo de Conocimiento.

Se concreta principalmente mediante dos dispositivos que en conjunto definen la propuesta metodológica de la experiencia: El Proyecto Educativo Colaborativo, ubicado como estructurante y articulador de la propuesta de enseñanza, propone a los estudiantes la construcción colectiva de un producto de software que permite a un robot resolver un problema específico, por ejemplo “ejecutar un penal” o “atrapar al ladrón”.

Como segundo dispositivo se plantea el Ciclo de Charlas Taller como tipo de actividad formativa que busca transponer y hacer accesible a los estudiantes secundarios el conocimiento científico desarrollado en el ámbito las diferentes áreas de conocimiento de la disciplina.

Esta propuesta intenta incidir positivamente sobre tres aspectos: construir aportes a la producción de un cuerpo teórico que se ubique como referencia para la enseñanza de Ciencias de la Computación en la escuela secundaria; contribuir al mejoramiento de la Propuesta de Enseñanza de la Computación en un grupo de escuelas secundarias de la región; y ubicarse como dispositivo tendiente a favorecer los procesos formativos en el campo disciplinar y el

desarrollo de vocaciones sobre un grupo específico de estudiantes secundarios.

Desde la perspectiva metodológica la propuesta se estructura a partir de los conceptos de Aprendizaje Colaborativo como marco teórico conceptual para el diseño de la interacción social, el Aprendizaje Basado en Proyectos como estrategia metodológica para la estructuración de la experiencia que mejora la cohesión de los contenidos y organiza la actividad del estudiante y la Construcción Colectiva como actividad que enriquece la calidad de la producciones grupales posibilitando la integración de múltiples puntos de vista a la construcción de productos de software de mayor complejidad favoreciendo los procesos de apropiación.

La estrategia discursiva para la presentación de este trabajo es la siguiente. En la sección 2 se presenta a Frankestito, el robot educativo desarrollado en la Facultad de Informática, principal soporte tecnológico de la propuesta. En la sección 3 se detallan consideraciones teórico conceptuales que se ubican como referencia para la propuesta. En la sección 4 se presenta la propuesta para el tratamiento de la problemática de la enseñanza de las Ciencias de la Computación objeto de este trabajo. En la sección 5, se describen las experiencias en las que esta propuesta de enseñanza fue instanciada y en la sección 6, su evaluación. Finalmente se exponen las conclusiones teóricas construidas y se aproximan las líneas de trabajo futuro.

## **2- Frankestito: un Robot Myro-Compatible**

Desde principios del siglo, diferentes plataformas de robots educativos aparecen, con el fin de ser utilizados en cursos introductorios en Ciencias de la Computación. Generalmente, estos robots [3, 6, 2] están equipados con luces y sonido y con sensores IR y/o de sonido, y su locomoción está basada en ruedas. En cuanto a la forma de comunicación, la mayoría es cableada,

algunos inalámbrica y muy pocos proveen Wi-Fi.

En la Facultad de Informática, se desarrolló, Frankestito, un robot compatible con Myro[2] con capacidad de visión y comunicación wireless, cuya licencia es libre tanto para el software, como para el hardware[5, 14].

La visión del robot se implementa a través de una cámara controlada por un sistema operativo Linux embebido en el robot. Actualmente, Frankestito distingue objetos con colores uniformes, lo que permite realizar programación con visión, de búsqueda y seguimiento de objetos.

Además, Frankestito puede interactuar y realizar notificaciones a través de leds y parlantes que trae incorporado. De esta manera, se puede programar avisos visuales y de audición en su interacción con el usuario.

Para interactuar con dispositivos móviles, el robot utiliza comunicación wireless, lo que posibilita programar el robot de manera remota. El estudiante o profesor simplemente escribe programas en su dispositivo laptop y puede ejecutar el mismo sobre un robot remoto, dado que las órdenes son enviadas a través de una red WiFi. Asimismo, en el momento en que el programa se está ejecutando, el robot puede entregar un flujo de video en tiempo real, para que los programas remotos puedan tomar decisiones o verificar el correcto funcionamiento de un algoritmo en base a su visión.

En cuanto al hardware, los esquemáticos, diseños de circuitos impresos, listado de componentes y la descripción de armado de los robots se documenta y libera bajo licencias de hardware libre (open hardware)[5].

El licenciamiento del software que se utiliza con estos robots se realiza en base al Software Libre. El firmware de los robots, programas en el Linux embebido, aplicaciones de usuario, ejemplos de programación y herramientas para diferentes lenguajes de programación de los robots son publicados bajo licencia GPLv2[5].

Habitualmente, los robots construidos con fines educativos integran herramientas de programación que incluye un simulador donde verificar programas sin contar con el robot físico. Frankestito provee un simulador, desarrollado a partir de una versión previa al simulador de Calico[10], Python Myro. Este simulador fue adaptado y extendido para ejecutar todas las instrucciones de visión implementadas en la Biblioteca de Frankestito.

### 3- Consideraciones teórico conceptuales

La propuesta integra principalmente tres campos conceptuales que articulados se ubican como referentes teóricos y metodológicos para el planteamiento de la iniciativa:

#### 3.1 Robótica Educativa para enseñar computación

La robótica educativa es una estrategia ampliamente difundida y seleccionada con frecuencia como entorno metodológico para el armado de cursos introductorios al aprendizaje de las Ciencias de la Computación, destinados a jóvenes, sin formación previa en el campo disciplinar.

El uso de lenguajes de programación de alto nivel o programación por bloques para controlar dispositivos físicos resulta un recurso satisfactorio para facilitar la comprensión de conceptos fundamentales de la computación que generalmente presentan dificultad en su enseñanza.

En este sentido, se considera que la tangibilidad es un aspecto distintivo de la robótica educativa, la relación dialéctica entre el pensamiento lógico formal y la manipulación de objetos físicos favorece la constitución de esquemas cognitivos de complejidad creciente[19].

#### 3.2 Estrategias metodológicas para enseñar computación

Desde la perspectiva metodológica la propuesta se estructura a partir de los conceptos de Aprendizaje Colaborativo como marco teórico conceptual para el diseño de la interacción social, el Aprendizaje Basado en Proyectos como estrategia metodológica para la estructuración de la experiencia que mejora la cohesión de los contenidos y organiza la actividad del estudiante y la Construcción Colectiva como actividad que enriquece la calidad de la producciones grupales posibilitando la integración de múltiples puntos de vista a la construcción de productos de software de mayor complejidad que favoreciendo los procesos dialógicos de apropiación.

### **3.2.1 Aprendizaje Colaborativo**

El Aprendizaje Colaborativo aporta el marco de referencia para el diseño de la organización social de experiencias educativas de las que participan grandes grupos de estudiantes.

El aprendizaje colaborativo es entendido como el conjunto de estrategias metodológicas, desarrolladas en marco de los enfoques socio constructivistas del aprendizaje, que ponen especial atención al diseño intencional de la interacción y al sostenimiento del trabajo compartido en función de lograr mejores aprendizajes individuales y colectivos [15, 16].

**Topología de la interacción:** Uno de los aspectos a considerar durante el proceso de diseño de la colaboración para grandes grupos es la forma y tipo de la interacción. En general se busca definir esquemas que aseguren el trabajo compartido y la consideración de múltiples perspectivas en función de lograr producciones y aprendizajes de mayor consistencia. Una alternativa en este sentido es trabajar sobre una topología que proponga la convergencia entre las fortalezas que presentan los grupos pequeños y las observadas en los grandes grupos. Para una primer aproximación efectiva al objeto de conocimiento se recomienda trabajar con grupos formales de aproximadamente cinco

estudiantes [9], proponer sucesivas agregaciones sosteniendo la cardinalidad de cinco hasta integrar el grupo completo. Cada instancia de agregación supone la integración de construcciones previas, recuperando aspectos positivos de cada una, logrando así avanzar en la elaboración progresiva de estructuras cognitivas y producciones más consistentes. El objetivo de la enseñanza en esta instancia, ubicada en el campo de la reflexión metacognitiva, pasa de "hacer lo que se piensa" a "pensar lo que se hace" y "pensar por qué se hace" promoviendo la construcción de una comprensión más profunda[18].

**Esquema de colaboración:** En el contexto de este tipo de experiencias es posible identificar agrupamientos de actores ubicados en espacios diferenciados, sobre los que se asignan roles y tareas específicas en relación a la construcción de productos y conocimiento. En general se intenta definir un esquema de colaboración que organice la interacción entre los diferentes grupos.

En el espacio de construcción se ubica el grupo de estudiantes, sobre ellos se asigna un conjunto de tareas y responsabilidades que suponen la manipulación del objeto de conocimiento. En el contexto de esta actividad se concreta la construcción de conocimiento y la realización de productos.

En el espacio de colaboración cercana se ubica un grupo sujetos con mayor capacidad en el dominio del campo de conocimiento, desde este espacio se desarrolla la actividad colaborativa tendiente a promover las zonas de desarrollo próximo de los sujetos en situación de aprendizaje[8]. En este ámbito se ubican investigadores y docentes, expertos en las temáticas específicas que aseguran la rigurosidad disciplinar en las producciones y aprendizajes.

En el espacio de socialización se ubican potenciales receptores de las producciones logradas en el marco de la experiencia. La exposición y diálogos establecidos en este ámbito, como actividad metacogniva, favorecen la reconstrucción de los propios procesos de aprendizaje facilitando el avance

de los estudiantes durante la construcción del aprendizaje autónomo [18].

### 3.2.2 Aprendizaje Basado en Proyectos

El Aprendizaje Basado en Proyectos es un tipo de estrategia didáctica, desarrollada en el ámbito de las teorías constructivistas y el aprendizaje situado, que plantea que el aprendizaje se produce en la situación de aplicar conocimientos y técnicas disciplinares a la de construcción de productos reales. La experiencia educativa se torna en un proceso continuo estructurado por la lógica disciplinar que favorece la construcción de un esquema conceptual articulado y fuertemente vinculado a situaciones problemáticas concretas. Trabajar con una propuesta continua, promueve la participación activa de los estudiantes y el desarrollo de estructuras cognitivas de orden superior como las vinculadas al planeamiento, ejecución y evaluación de proyectos[17, 20].

**Fases de desarrollo:** Son las etapas en las que se estructura un proyecto, se ajusta a la lógica de solución del problema. Cada fase contempla la realización de una colección de tareas asignada a diferentes actores e implican la construcción colectiva de productos que dan solución parcial o final a la problemática planteada. Cada fase supone la constitución de una estructura cognitiva que agrupa un conjunto cohesionado de contenidos y permite intervenir una tipología específica de problemas. El cierre de la fase supone la estabilización de la estructura cognitiva y moviliza la acción a la construcción de una estructura de mayor complejidad en la próxima fase[11].

### 3.3 Aspecto Curricular

A partir de 2010 se intensifica la actividad en el campo de la promoción de la enseñanza de las Ciencias de la Computación, en la escolarización obligatoria. En 2010, la ACM en conjunto con la CSTA elaboran el reporte Running On Empty en el se analiza la

situación de la educación en computación en U.S.A.[21]. El informe revela que la formación en este campo disciplinar es débil en la mayoría de los estados. En 2012, la Royal Society elabora el informe Shut down or restart? para el Reino Unido con resultados similares[13]. Una situación semejante se expone para Argentina en el informe CC-2016 realizado en 2013 por la Fundación Sadosky[7].

En este marco es posible identificar dos líneas argumentativas que convergen en la necesidad de revertir el estado actual introduciendo conceptos propios a las Ciencias de la Computación en la escolarización obligatoria. Por un lado, se plantea como prioritario para el desarrollo de los países la formación de recursos humanos calificados, por lo que se propone alentar vocaciones, mejorar procesos de articulación y fortalecer las condiciones de ingreso a carreras en Informática. Por otro lado, se argumenta que conocer los fundamentos y prácticas de la computación mejora las posibilidades de comprender e intervenir el mundo actual, independientemente de la profesión u oficio futuro[21, 13, 7].

Varios países avanzaron en la construcción de estándares y modelos curriculares que proporcionan un marco de referencia para la educación en computación. Las propuestas [12, 4] muestran un avance significativo planteando un recorrido amplio por las áreas del conocimiento de la disciplina.

En nuestro país, desde 2010, se han comenzado a implementar políticas concernientes a la inclusión del campo disciplinar, como los programas Conectar Igualdad, el portal Educ.ar y Program.AR entre otras. En 2015, el Consejo Federal de Educación, declara de importancia estratégica a la enseñanza y el aprendizaje de la programación en el Sistema Educativo Nacional durante la escolaridad obligatoria[1].

Finalmente, en nuestra región y en concordancia con la situación nacional, se ha comenzado la discusión curricular, en la que

la Facultad de Informática desea participar como referente del campo disciplinar.

#### 4 Propuesta Metodológica

Dos instrumentos principales definen la propuesta para abordar el problema de la enseñanza de las Ciencias de la Computación en las escuelas secundarias: El Proyecto Educativo Colaborativo Programando a Frankestito y el Ciclo de Charlas Taller en el Ámbito del Conocimiento Computacional.

Para implementar la propuesta se realizan encuentros periódicos presenciales de los que participan todos los grupos ubicados en los diferentes espacios de colaboración. Cada encuentro consiste de una charla-taller y del cierre de una de las fases del Proyecto Educativo Colaborativo.

Entre encuentros, los estudiantes secundarios en colaboración con sus docentes, avanzan en el desarrollo de las construcciones previas para una fase, que serán objeto de la integración durante el cierre de la fase.

Cada encuentro es precedido y proyectado en el ámbito del grupo de colaboración cercano, donde se ubican docentes investigadores universitarios, docentes secundarios y estudiantes universitarios.

##### **Proyecto Educativo Colaborativo: Programando a Frankestito**

El proyecto educativo se organiza en fases de complejidad incremental, a través de las que se introducen los diferentes conceptos básicos referidos a la programación:

**Fase 1:** Ciclo de Vida del Software. Algoritmo. Secuencia en un algoritmo. Definición y uso de variables.

**Fase 2:** Estructura repetitiva. Componentes de la estructura: expresión booleana, control del inicio y finalización. Diferentes estructuras repetitivas: características y diferencias.

**Fase 3:** Estructura de control alternativa. Componentes de la estructura alternativa:

expresión booleana. Estructura alternativas anidadas.

**Fase 4:** Integración de todos los conceptos.

Todas las fases se deben desarrollar siguiendo el ciclo de vida del software: análisis, diseño, implementación y verificación.

La organización social de la actividad se estructura de acuerdo a las consideraciones teórico-conceptuales expresadas en 3.2.1. En relación a la *Topología de la Interacción* se trabaja con 4 grupos que se desagregan en las escuelas teniendo en cuenta la cantidad de estudiantes y las cardinalidad recomendadas.

En relación al *Esquema de Colaboración*, el grupo que se ubica en espacio de colaboración cercano orienta la integración de construcciones previas asegurando la rigurosidad disciplinar.

##### **Ciclo de Charlas Taller en el Ámbito del Co-nocimiento Computacional**

El Ciclo de Charlas busca transponer y hacer accesible el conocimiento científico construido en el campo de la computación a estudiantes secundarios. En concordancia con los reportes [12, 4], se propone un recorrido amplio por los tópicos y áreas de conocimiento a fin de mejorar las posibilidades de comprensión de aspectos tecnológicos del mundo.

Se incluye en el ciclo, charlas de las siguientes áreas de Ciencias de la Computación: Algoritmia, Ingeniería de Software, Arquitectura de Computadoras, Inteligencia Artificial, Seguridad Informática, Modelado de Datos y Filosofía del Hardware y Software Libre.

En todos los casos, se intenta relacionar la temática de la charla con el Proyecto Educativo Colaborativo.

La instancia formativa se completa con un taller en el que se resuelve una situación problemática simple, utilizando los conocimientos desarrollados en la charla. El abordaje al problema se plantea en el campo del pensamiento computacional, principal-

mente a partir de la aplicación del análisis, diseño, implementación y verificación a la solución lograda. Los resultados de la actividad se exponen en una puesta en común.

## 5. Experiencia

La propuesta de abordaje fue instanciada en cuatro proyectos de extensión universitaria de duración anual, a partir de 2013.

En cada instancia se vinculan a la actividad tres grupos que describen el esquema de colaboración de la experiencia: un grupo integrado por alrededor de 150 jóvenes estudiantes del quinto año, en situación de aprendizaje de conceptos computacionales, un grupo de docentes universitarios, docentes secundarios y estudiantes universitarios en situación de colaboradores cercanos y un grupo externo ubicado en el espacio de socialización de las producciones desarrolladas en situación de receptores.

En el contexto de la experiencia se trabaja con docentes y estudiantes de cinco escuelas secundarias CPEM 26, CPEM 25, CPEM 34 y Colegio AMEN de la ciudad de Neuquén y CEM 14 de la ciudad de Fernández Oro, Provincia de Río Negro. Los estudiantes comienzan en el proyecto con conocimientos previos heterogéneos, ya que dos de los colegios tienen orientación en Informática.

Como estrategia para el diseño de la interacción, los estudiantes son divididos en cuatro grupos de trabajos. Cada grupo es conformado por estudiantes de los cinco colegios participantes procurando la integración de los estudiantes de diferentes escuelas. Teniendo en cuenta el objetivo de divulgación de las Ciencias de la Computación cada grupo tiene un nombre alusivo a un tema de interés en la disciplina. Por ejemplo, en el 2013, se eligieron personalidades de la Informática y los grupos se denominaron: Lady Ada Lovelace, Alan Turing, Steven Jobs y Richard Stallman. Alusivo al nombre del grupo se realiza un póster en el que se describe su importancia en

las Ciencias de la Computación. Copias de dichos pósters son entregadas a cada colegio para ser ubicados en los laboratorios de informática.

Los proyectos se desarrollan en 6 encuentros anuales con los docentes y estudiantes de la escuela media. En cada encuentro se realiza una charla-taller del ciclo de divulgación con temática en algunas de las áreas de Ciencias de la Computación. En todos los casos, para la explicación del tema de interés se utiliza como eje motivador al robot Frankestito.

Las charlas-taller son:

*Construyendo un Programa:* La actividad es desarrollar un programa simple para el robot, siguiendo el ciclo de vida.

*Inspeccionando la Arquitectura de una Computadora* que se da en conjunto con *The Hardware Show*, charla en formato de entrevista a uno de diseñadores de Frankestito. La actividad es la construcción de dos robots de la familia de Frankestito: dos grupos realizan la parte mecánica de los robots y dos grupos la parte eléctrica. Al finalizar se ensamblan las partes y se prueba que ambos robots funcionen correctamente.

*Software Libre-Hardware Libre:* se relaciona la arquitectura de Frankestito con la filosofía libre.

*Robótica y Juegos con Inteligencia Artificial.* La actividad de esta charla se considera transversal al proyecto, dado que se desarrolla un agente jugador de fútbol.

*Analizando y Modelando Datos.* La actividad involucra la realización de un modelo Entidad-Relación simple.

Como Proyecto Educativo Colaborativo articulante se propuso en el año 2013, “ladrón y policía”, en donde el ladrón era guiado en forma on line y manual por los estudiantes y el policía, que perseguía al ladrón, era el producto de software desarrollado por los estudiantes. Desde el año 2014, se viene desarrollando como proyecto la COPA de Fútbol FAI. ¡La definición es por penales!. El

producto final que los estudiantes deben desarrollar es un software con el que el robot Frankestito en su rol de jugador de fútbol ejecuta un penal. El arquero es guiado en forma manual por los estudiantes. El objetivo final es hacer competir humano vs. Computadora.

El lenguaje elegido para el desarrollo del software es Python dado que es un lenguaje de programación simple con el que se puede implementar aplicaciones complejas. El lenguaje permite introducir el paradigma de programación imperativa y en etapas más avanzadas la programación orientada a objetos[15]. Por otra parte, Python no ha sido utilizado como lenguaje de programación en las clases prácticas de ninguno de los establecimientos destinatarios del proyecto, lo que en este punto pone en igualdad de condiciones a todos los estudiantes participantes.

Las fases a través de las que se llega al software final en el que el robot Frankestito patea un penal son cinco. En la primera que se denomina “*Entrando en calor*”, se le solicita a los estudiantes que el robot realice movimientos y vuelva al lugar de partida. La segunda fase es “*Yendo hasta el área de penal*”, en la que se debe resolver el problema de que el robot que está orientado hacia el arco (no necesariamente enfrente), se desplaza hacia el área de penal y luego, realiza la rutina de entrada en calor de la fase 1 varias veces. La fase 3 es “*¿Y la pelota, dónde está?*” cuya descripción es: El entrenador ingresará por teclado, cuando se lo solicite el programa, cuánto deberá girar a derecha el jugador para ver a la pelota. El jugador se mueve a derecha los grados indicados por el entrenador y luego indica por pantalla si la pelota está a su “izquierda”, a su “derecha”, al “frente” o “no la ve”. La fase 4 es “*Busco la pelota, voy y . . . festejo*” cuya descripción es: Deseamos que el jugador busque la pelota. El jugador una vez que encontró la pelota irá hacia adelante hasta llegar a ella sin chocarla. Finalmente, si la pelota quedó a la derecha, el jugador se corre un paso a la derecha y festeja con la tribuna de ese lado. Si la pelota no

quedó a la derecha, el jugador se corre un paso a la izquierda para festejar con la otra tribuna. Finalmente, la fase 5 es la ejecución del penal y se considera un ajuste en precisión a la fase 4.

Para el desarrollo de las fases se provee a los estudiantes de una ficha de actividades, que facilita el desarrollo de las etapas del ciclo de vida. Los estudiantes entregan el programa construido acompañado de la documentación del análisis, diseño (pseudocódigo) y verificación.

El encuentro final se constituye en el espacio de socialización de los productos de software y aprendizajes logrados. Cada grupo expone la forma en que desarrolló una fase y se ejecuta la definición por penales.

## 6. Evaluación

La aplicación de la metodología propuesta produjo resultados sobre diferentes ejes:

### **Contribución al Mejoramiento de la Propuesta de Enseñanza de la Computación:**

En este sentido las escuelas participantes han actualizado sus programas de 5to año de las materias correspondientes al área de Informática, incorporando entre otros los siguientes tópicos tratados en el proyecto: el ciclo de vida de construcción de programas; arquitecturas de computadoras; nociones de software y hardware libre; modelado de datos; y lenguaje de programación Python. Asimismo, la reforma se propagó alcanzando al 4to año, en cuyos programas se sustituyeron unidades de ofimática abordando en su reemplazo la noción de algoritmo y diseños simples, a partir del enfoque y la metodología que surgió del proyecto.

Por otra parte, la evaluación de los estudiantes también fue adaptada considerando las modificaciones en los programas y la participación en el proyecto de extensión. Las charlas de divulgación se transformaron en clases formativas al orientar las evaluaciones sobre los temas desarrollados. Los estudiantes también tuvieron que acreditar conocimientos en



programación, teniendo en cuenta los resultados obtenidos en el Proyecto Educativo Colaborativo.

De este modo se logró redefinir y/o actualizar las currículas de las materias de computación de escuelas de la región, de manera formal y precisa y ubicar a la Facultad de Informática como dispositivo y referente tendiente a favorecer los procesos formativos en el campo disciplinar.

**Contribución al desarrollo del pensamiento computacional:** Los estudiantes logran habilidades en la resolución de problemas y en la construcción de programas, que se reflejan en las evaluaciones, en el producto software final obtenido durante el proyecto y en la transferencia del ciclo de vida a otros campos problemáticos.

**Difusión de la iniciativa de software y hardware libre:** Tanto el software como el hardware que se utiliza en estas experiencias son de licencia libre. Por otra parte, una de las charlas de divulgación tiene que ver exclusivamente con esta temática y el conocimiento abierto. Estas acciones han llevado a que los docentes y estudiantes comprendan la importancia de este concepto e introduzcan esta filosofía en sus comunidades educativas.

**Articulación entre Media y Universidad:** Dado que las experiencias se desarrollan en nuestra Casa de Altos Estudios, los estudiantes de las escuelas medias entran en contacto con docentes y estudiantes universitarios y reconocen las partes edilicias y sus servicios (biblioteca, comedor, etc.), apropiándose del ambiente universitario, lo que mejora su preparación para la inserción y permanencia en la universidad. Por otra parte, esto colabora positivamente en la decisión de continuidad de los estudios y en la elección de nuestra universidad como institución formadora.

**Instanciación de la Estructura Metodológica:** La estructura metodológica superó la

experiencia en los proyectos de extensión, instanciándose en otras actividades externas que tomaron el formato de taller de programación. Estas actividades se desarrollaron en el último grado del tercer ciclo de la escuela primaria y en 3er y 4to año de la escuela secundaria.

## 7. Conclusiones y Trabajos Futuros

En este trabajo se ha presentado una metodología para contribuir a la elaboración y modificación de propuestas educativas, con el objeto de favorecer la incorporación en los procesos de enseñanza y de aprendizaje, del campo disciplinar en el ámbito de la Escuela Media.

En el marco de esta experiencia se sugiere que la formación recorra los diferentes tópicos y áreas de las Ciencias de la Computación. Esto se concreta a través de dos ejes que definen la propuesta metodológica: el Proyecto Educativo Colaborativo y las Charlas-Taller.

La metodología está basada en tres aspectos teóricos conceptuales: la robótica educativa, las estrategias metodológicas para enseñar computación y los aspectos curriculares.

La propuesta metodológica fue implementada en cuatro proyectos de extensión de duración anual desde el 2013 al 2016. Resultados de estas experiencias incluyen entre otras la contribución al mejoramiento de la propuesta de enseñanza de las Ciencias de la Computación en la Escuela Media, lo que se refleja en la modificación de contenidos curriculares y en la forma de evaluación de las materias, la contribución al desarrollo del pensamiento computacional y la articulación entre media y universidad.

La metodología fue instanciada en otras actividades externas a los proyectos, en forma de taller, en las que los grupos destinatarios fueron estudiantes del último ciclo del nivel primario y del 3er y 4to año del nivel medio.

Como trabajo futuro, se plantea adaptar la metodología para poder implementarla en forma on-line y alcanzar una mayor población educativa.

## Referencias

- [1] Consejo Federal de Educación Resolución 263/15. Último acceso Abril 2016, website <http://www.me.gov.ar/consejo/resoluciones/res15/263-15.pdf>
- [2] Institute for Personal Robots in Education Homepage. Último acceso Abril 2016, website <http://www.roboteducation.org/>
- [3] Lego. Último acceso Abril 2016, website <http://www.lego.com/en-us/mindstorms/?domainredirect=mindstorms.lego.com>.
- [4] National curriculum in England: computing programmes of study publications Gov.UK. Último acceso Abril 2016, website <https://www.gov.uk/government/publications/nationalcurriculum-inenglandcomputing-programmes-of-study>.
- [5] Proyecto Frankestito Robots Educativos Homepage. Último acceso Abril 2016, website <http://se.fi.uncoma.edu.ar/robots/>
- [6] RobotGroup Homepage. Último acceso Abril 2016, website <http://www.robotgroup.com.ar/index.php/es/destacados/n6-max>.
- [7] CC-2016 *Una propuesta para refundar la enseñanza de la computación en las escuelas Argentinas*. Fundación Sadosky, Argentina, 2013.
- [8] R. Baquero. *Del individuo auxiliado al sujeto en situación. Algunos problemas en los usos de los enfoques socioculturales. Espacios en Blanco*. Revista de Educación, vol. 16, pages 132–151, junio 2006.
- [9] E. F. Barkley, K. Cross y C. Howell Major. *Collaborative learning techniques: a handbook for college faculty*. Jossey-Bass, Estados Unidos, 2005.
- [10] D. Blank, J. S. Kay, J. B. Marshall, K. O'Hara y M. Russo. *Calico: A Multi-Programming-Language, MultiContext Framework Designed for Computer Science Education*. 43rd ACM Technical Symposium on Computer Science Education, 2012.
- [11] J. A. Castorina, E. Ferreiro, D. Lerner, M. Kohl De Oliveira y G. Rosemberg. *Piaget-Vigotsky: contribuciones para replantear el debate*. Paidós, 1996.
- [12] D. S. Chair, S. Carey, B. Fuschetto, I. Lee, D. Moix, D. O'Grady-Cunniff, B. Owens, C. Stephenson y A. Verno. *K-12 Computer Science Standards*. The Computer Science Teachers Association, New York, 2011.
- [13] S. Furber. *Shut down or restart? The way forward for computing in UK schools*. The Royal Society Education Section, 2012.
- [14] E. Grosclaude, R. Zurita, J. Riquelme, R. del Castillo y M. Lechner. *Designing A Myro-Compatible Robot For Education As Copyleft Hardware*. In CACIC 2014, pages 372 – 382. UNLAM, 2014.
- [15] P. Guo. *Python is Now the Most Popular Introductory Teaching Language at Top U.S. Universities*. Communication of ACM, pages 197–215, julio 2014.
- [16] D.W. Johnson y R. T. Johnson. *Learning Together And Alone: An Overview*. Asia Pacific Journal of Education, 2002.
- [17] J. S. Krajcik and P. C. Blumenfeld. *Project-based learning*. En *The Cambridge Handbook of the Learning Sciences*. Cambridge University Press, 2006.
- [18] M. Mateos. *Metacognición y Educación*. Aique, Buenos Aires, 2010.

- [19] S. Papert and I. Harel. *Constructionism*. Ablex Publishing Corporation, Norwood, NY, 1991.
- [20] J. Savery. *Overview of problem-based learning: Definitions and distinctions*. Essential Readings in Problem-Based Learning: Exploring and Extending the Legacy of Howard S. Barrows, pages 5–15, 2015.
- [21] C. Wilson, L. A. Sudol, C. Stephenson y M. Stehlik. *Running on Empty: The Failure to Teach K–12 Computer Science in the Digital Age*. ACM and The Computer Science Teachers Association, 2010.