

# Procesos de aprendizaje creativos en programación y robótica

Esther Angeriz, Ana Casnati, Mariella Cuadro y Juan Viera

## Resumen

En este artículo se presentan resultados de investigación relativos a procesos de aprendizaje mediados por la programación y la robótica que pueden favorecer la motivación y la creatividad en los estudiantes.

La investigación fue desarrollada por docentes universitarios, integrantes del proyecto Flor de Ceibo, durante el año 2015 en instituciones educativas de los departamentos de Montevideo, Rivera y Tacuarembó de Uruguay.

La investigación se enmarca dentro de la metodología cualitativa que rescata el aspecto humano de la vida social, en la cual todos los escenarios y personas son singulares e interactúan en espacios multirreferenciales de aprendizaje. Para la investigación se utilizaron los kits de robótica distribuidos por el Plan Ceibal en los distintos centros donde los grupos de FDC trabajan, así como también la plataforma Butiá desarrollada por docentes de la Universidad de la República, Uruguay.

En las conclusiones se plantea que prácticas docentes que utilicen robótica educativa pueden motivar a los estudiantes y promover la creatividad en tanto promuevan la tolerancia entre los participantes, la libertad y la flexibilidad en los ambientes de aprendizaje, la búsqueda de lo novedoso sin temor a la crítica, la capacidad lúdica y el trabajo colaborativo.

**Palabras clave:** robótica, creatividad, motivación

## Abstract

This article presents results of research concerning learning processes mediated by the programming and robotics that can promote motivation and creativity in students.

The research was developed by university professors, members of project Flor de Ceibo, during the year 2015 in educational institutions of Montevideo, Rivera and Tacuarembó (Uruguay).

The research is framed within the qualitative methodology that rescues the human aspect of social life, in which all the scenarios and people are unique and interact in multireferential learning spaces. Robotic kits distributed by Plan Ceibal were used for the research, as well as the Butia platform developed by professors of the Facultad de Ingeniería. Universidad de la República. Uruguay.

In the conclusions, it suggests that teaching practices using robotics can motivate students and promote creativity while they promote tolerance among participants, freedom and flexibility in learning environments, the search for new without fear of criticism, the ability to play and collaboratively.

**Keywords:** robotic, creativity, motivation



## 1 Introducción

La generalización de la experiencia tecnológicamente mediada constituye un rasgo característico de las sociedades contemporáneas; las transformaciones en las formas de vida se producen aceleradamente, los problemas se presentan de manera compleja y el uso de las tecnologías se intensifica. Ante estas circunstancias, cada vez más resulta necesario estimular la motivación y la creatividad en los procesos de aprendizaje de niños y jóvenes, de manera que incorporen nuevos conocimientos, transformen ideas pre-existentes y construyan competencias que les permita analizar y resolver distintas situaciones de manera autónoma.

Se asigna relevancia al aspecto creativo del proceso de aprendizaje en tanto se entiende que permite a los estudiantes ampliar las posibilidades de comprensión de los fenómenos que los rodean desde una deconstrucción de ideas y representaciones orientadas hacia una apertura a nuevas soluciones relevantes. Actividades como la robótica educativa pueden constituir herramientas disparadoras de procesos de aprendizaje creativos si se emplean con objetivos pedagógicos que trasciendan la apropiación tecnológica e instrumental y se orienten a la resolución de problemas, al trabajo colaborativo y al desarrollo de la creatividad. En la presente investigación se exploran los factores que contribuyen a que las actividades mediadas por la programación y la robótica educativa se conviertan en espacios motivantes orientados a la creación y la producción innovadora.

En este sentido, la conceptualización sobre ambientes multirreferenciales de aprendizaje (AMA) desarrollada por Casnati y Galeffi (2014) resulta

un marco adecuado para establecer las características que deben tener este tipo de espacios donde es posible la apropiación de la tecnología y el desarrollo de habilidades tendientes a la creación de conocimiento nuevo. La característica central de los ambientes multirreferenciales de aprendizaje es que los docentes y estudiantes desarrollan la capacidad de utilizar la información y el saber de manera horizontal y distribuida (en red), contribuyendo también a la promoción de capacidades relativas a la innovación, a la construcción de habilidades interdisciplinarias, multirreferenciales (Ardoino, 1998) y cognitivas orientadas a la resolución de problemas, en las que se requieren capacidades de reflexión y pensamiento crítico en función de los contextos.

En consecuencia, a partir de la propia experiencia del proyecto Flor de Ceibo en donde se han fomentado los ambientes multirreferenciales de aprendizaje (Casnati, Galeffi, 2014), se proyectan intervenciones que buscan articular las TIC en la educación y, en especial, la robótica educativa, promoviendo estrategias para aprender a aprender, para desaprender también, compartiendo experiencias y perspectivas innovadoras tanto entre los docentes, como entre docentes y estudiantes o entre los propios estudiantes.

Desde esta perspectiva se desarrollaron actividades de robótica educativa y programación por parte de grupos de Flor de Ceibo durante los años 2013 y 2014 en Montevideo, Rivera y Salto, que a su vez constituyen antecedentes de trabajo en este campo. Entre otras interrogantes, estas intervenciones precedentes evidenciaron dificultades en la motivación de los estudiantes al realizar actividades mediadas por TIC, lo que



conduce a la formulación de las siguientes preguntas de investigación: ¿Cuáles son los aspectos que inciden en la motivación de los estudiantes para el uso y la aplicación de la robótica y la programación? ¿Una metodología de enseñanza basada en la robótica educativa y la programación permite estimular la creatividad y la producción de conocimiento? ¿Bajo qué condiciones?

## 2 Referencial teórico

En Uruguay, a partir de la implementación del Plan Ceibal se comenzó a desarrollar un proceso de introducción de las tecnologías en la educación en el 2007 con la introducción de computadoras portátiles XO y sus variaciones, llegando en los últimos años a dispositivos tecnológicos más complejos como los robots educativos y las impresoras 3D. El medio tecnológico se convierte en fuente privilegiada de recursos tanto para promover cambios significativos en la enseñanza, como en la construcción de subjetividades.

Las tecnologías como la robótica constituyen dispositivos peculiares por cuanto intervienen en la experiencia de quien aprende en un doble nivel:

- epistémico, en tanto ponen en juego determinadas concepciones y relaciones de constitución entre sujeto y mundo.
- simbólico, en el sentido de que se trata de instancias especializadas en la mediación de la experiencia y actúa en el sentido de mediación, en la constitución de un espacio de la experiencia dotado de reglas que determinan la circulación, transformación y/o transposición de los sentidos.

Si los robots están cada vez más presentes en la vida cotidiana, desafiando la imaginación en el sentido de que plantean propuestas y modelos innovadores para atender las necesidades y problemas cotidianos, es necesario incorporarlos en la educación de manera de que también puedan incentivar en los niños y jóvenes la imaginación y la creatividad. Esta idea de innovación considera el surgimiento de emergentes orientados al cambio como hechos positivos que actualmente están presentes en los ambientes educativos de todos los niveles y se derivan de la introducción de herramientas telemáticas en las aulas.

La robótica educativa puede convertirse en un medio de aprendizaje innovador que motive a los estudiantes en el diseño y construcción de creaciones propias. Estas producciones se pueden alentar en principio desde la imaginación y, posteriormente, desde su construcción material, elaborando prototipos o simuladores que se controlan por un sistema computacional.

La implementación y el uso de estos equipamientos con fines educativos es un proceso complejo que se viene desarrollando en los últimos años (2007 en adelante) y que aún está en fase de expansión. Su incorporación en la educación puede apuntar a una innovación orientada al cambio, a la incorporación de nuevas ideas, a la gestión inteligente y creativa del conocimiento, apoyada a su vez en un aprendizaje contextualizado que se base en la experimentación y la simulación de la realidad.

La investigación en el área de la robótica y la programación se justifican porque las competencias que desarrollan los estudiantes en este tipo de actividades no resultan evidentes en los entornos educativos formales.



Las competencias digitales que poseen los estudiantes y que se ponen en juego en actividades mediadas por la robótica educativa son difíciles de percibir para los docentes que precisan evaluar según las exigencias de los currículos institucionalizados.

En ese sentido, Cobo y Moravec (2011) se preguntan si las TIC realmente generan impactos en la educación, pero en ciertos aspectos estos no resultan visibles bajo los instrumentos de evaluación tradicional. Para estos autores lo que ellos denominan “aprendizaje invisible” gira alrededor de tres ejes:

- Compartir experiencias y perspectivas innovadoras, orientadas a repensar estrategias para aprender y desaprender continuamente;
- Promover el pensamiento crítico frente al papel de la educación formal, informal y no formal en todos los niveles
- Contribuir a la creación de un proceso de aprendizaje sostenible (y permanente), innovando (Cobo, Moravec, 2011, p.17).

La programación y la robótica puede ser una de estas actividades que contribuyen a crear competencias digitales, siendo aún necesario continuar investigando sus alcances y las características de los ambientes en los que se desarrollan estas actividades para que efectivamente puedan estimular la creatividad y la capacidad de innovación.

En lo que refiere a los procesos de los estudiantes, Sternberg y Lubart (1999) señalan que para la construcción creativa se tienen que generar ideas innovadoras y útiles tanto en el

comportamiento, como en el proceso y en el producto, lo que será resultante de la regulación de sentimientos, habilidades, la capacidad de superar dificultades, de generar interés y compromiso para la solución de problemas. También Finke, Ward y Smith (1992) demuestran que los procesos de cognición creativa exigen la generación de estructuras pre-inventivas y caminos de exploración que colaboren a refinar, modificar y combinar esas estructuras en relación al contexto.

En relación a los diferentes niveles de creatividad que se pueden desarrollar en los contextos escolares, los autores Kaufman y Beghetto (2009) señalan que las instituciones educativas promueven escasamente la creatividad y en general no logran identificarlas como herramientas poderosas para el desarrollo futuro de los alumnos. De aquí se deriva la necesidad de estudiar las características de los ambientes en los que se desarrollan actividades mediadas por la robótica educativa a fin de que propicien la motivación y el desarrollo de la creatividad.

### 3 Estrategia metodológica

La investigación se enmarca dentro de la metodología cualitativa que rescata el aspecto humano de la vida social, en la cual todos los escenarios y personas son singulares y resultan inseparables de sus contextos. En esta metodología los investigadores constituyen parte integral del sistema, interactuando con él en espacios multirreferenciales de aprendizaje (Casnati, Galeffi, 2014), donde se quiebra la habitual distinción entre investigadores, docentes y estudiantes. La investigación implicó un proceso relacional y reflexivo en el cual el aprendizaje fue mu-



tuo entre investigados-investigadores y los resultados resultaron co-construidos.

El diseño de la investigación implicó la necesidad de construir un referencial teórico común para los docentes y estudiantes universitarios de Flor de Ceibo que participarían de la investigación, pertenecientes a un grupo de Montevideo, dos de Rivera y uno de Tacuarembó. A estos efectos, se creó un curso virtual en el que se apuntó al conocimiento y manejo de los programas de robótica educativa que se iban a utilizar (*Scratch*, *Flowol* y *Tortubots*), así como a conceptos relativos a la creación y motivación. Se construyeron asimismo pautas de observación que buscaron identificar indicadores facilitadores e inhibidores de la creatividad y la motivación en los espacios en que se realizaron las actividades de robótica educativa.

Dentro de las técnicas de recolección de datos se privilegió la observación participante, pero también se establecieron pautas que orientaron la observación durante las distintas actividades. El hecho de que la observación fuera participante implicó el involucramiento de los investigadores en la construcción de un vínculo y la importancia de la empatía para la interacción. El propósito fue doble: en tanto se participó de las actividades, se realizó una observación desde dentro y fuera del escenario de acuerdo a pautas preacordadas incluidas en el propio diseño de la investigación.

A partir de una mirada atenta se trató de descubrir la singularidad de las situaciones condicionada por las características particulares de los escenarios educativos en los que se desarrollaron las actividades de programación y robótica por parte de los distintos grupos de Flor de Ceibo. En

ese sentido, docentes y estudiantes universitarios planificaron las actividades, las implementaron en diferentes instituciones escolares y luego completaron diarios de campo que constituyeron un instrumento óptimo no sólo para la recolección de información a los efectos de la investigación, sino para la reflexión conjunta. En estos se registraron los emergentes, las variaciones, las distintas posturas de los actores y los diferentes ambientes de aprendizaje.

#### **4 Población**

Las poblaciones elegidas para participar en la presente investigación resultaron del trabajo de años anteriores de Flor de Ceibo con las instituciones educativas, coordinando las actividades con docentes y directores, contando con la autorización de las autoridades correspondientes para llevarla adelante. Los registros se orientaron a los trabajos colectivos, tomando los recaudos necesarios para preservar la identidad de los participantes. El grupo de Flor de Ceibo que trabajó en Montevideo desarrolló la investigación en grupos de 6º. Grado de una escuela de contexto urbano común del barrio La Blanqueada. En el departamento de Tacuarembó la investigación se desarrolló en la Escuela Rural N° 21 de Quiebra Yugos, con adolescentes de 7º, 8º y 9º grado, así como también con alumnos de 6º grado de la Escuela 124 del Barrio Echeverri en Tacuarembó. En lo que refiere a Rivera, se trabajó con estudiantes de 1er. Año del Liceo N°8, así como también con alumnos de 6º grado de la Escuela de práctica N° 96.

#### **5 Recursos tecnológicos**

Para la investigación se utilizaron los kits de robótica distribuidos por el Plan Ceibal en los distintos centros donde los grupos de FDC trabajaron, así como también la plataforma Butiá



desarrollada por docentes de la Facultad de Ingeniería, que es un robot educativo, de desarrollo nacional que busca trabajar con las computadoras XO, desarrollando una plataforma y un software denominado *tortubot* que permite la interacción entre distintos kits robóticos.

## 6 Resultados y discusión

De acuerdo a los registros y experiencias relevadas, el grupo de investigación considera tres niveles de análisis:

6.1.- un nivel que corresponde al trabajo relativo al diseño metodológico implementado en las aulas de programación y robótica

6.2.- otro nivel desarrollado a partir de la interacción entre los estudiantes universitarios y los escolares en los Ambientes Multirreferenciales de Aprendizaje

6.3.- un tercer nivel que recoge los aspectos que facilitan o dificultan los procesos a investigar

### 6.1 Diseño metodológico implementado en las aulas de programación y robótica

El curso en línea común para todos los estudiantes de los grupos de FDC involucrados implicó el desarrollo de ejercicios de programación, intercalando módulos teóricos que iban abordando conceptualizaciones sobre interdisciplina, Ambientes Multirreferenciales de Aprendizaje, robótica educativa, motivación, creatividad, instrumentos de recogida de datos en investigación cualitativa.

Los aspectos relativos a la programación apuntaron a brindar herramientas y conceptos básicos que permitieran desarrollar programas

sencillos con los distintos robots que se estaban utilizando. Es así que mediante ejercicios sencillos de *Scratch* se trató de transmitir la lógica de construcción de programas a partir de bloques, introduciendo luego conceptos más complejos como el de variables y listas.

En tanto, en los distintos grupos se tenían a disposición diferentes equipos robóticos que funcionaban con distintos programas se exploraron otros programas como el *Flowol* y el *Tortubot*.

Uno de los aspectos teóricos trabajados y que están implicados en la robótica educativa refiere a la metodología de “aprender haciendo”. Esta metodología propone el diseño de las actividades en base a tres etapas: expositiva, demostrativa y creativa.

**A. Expositiva:** es una etapa relacionada con la experiencia y la vivencia, dentro de la cual se comienza el trabajo planteado, haciendo énfasis en las vivencias asociadas al proceso de aprendizaje; equivocarse, corregir, hacer de nuevo, mejorar, repetir el ciclo hasta lograr los objetivos del trabajo forman parte del proceso para llegar a la meta. Para ello es necesario lograr una exposición clara que lleve a la articulación de saberes y aprendizajes previos con los nuevos.

En esta etapa, en los grupos donde se realizaron las intervenciones, se presentaron los entornos de programación *Scratch* o *Tortubot*, intentando articular la robótica con aspectos de la vida cotidiana. Así por ejemplo, se realizaron actividades de sensibilización con la robótica a través de juegos de robótica sin robots, trabajos de equilibrio, fuerza, movimiento, etc. De esta manera, se trató de desmitificar la necesidad de kits



complejos o conocimientos amplios sobre el tema para realizar las actividades.

**B. Demostrativa:** En esta etapa se expusieron formas preestablecidas de operar, se brindaron ejemplos evidentes y comprensibles que orientaran y facilitaran la construcción de las propuestas. En este orden fue necesario trabajar de forma muy clara, explicitando los pasos y, de cierta manera, guiando las actividades hacia lo que se proponía como objetivo final.

Si bien es una etapa de descubrimientos, tiene también metas precisas y se prioriza la experimentación y el cumplimiento de objetivos. En las intervenciones realizadas, se buscó generar un ambiente que brindara seguridad y confianza en el trabajo colaborativo. En este proceso regulado, se trataron de armar modelos preestablecidos por el kit que se estaba utilizando, fueran Fisher, Lego Wedo o Lego NXT. La intención fue que todos los participantes (estudiantes y/o docentes) se sintieran cómodos dentro del proceso y logran dominar el uso de la tecnología.

**C. Creativa:** En esta última fase se trató de crear un ambiente amigable, de fácil apropiación, abriendo un espacio amplio para el desarrollo de la creatividad, dejando que las relaciones interpersonales, los saberes anteriores, los objetivos propios y las predisposiciones de cada uno, fluyeran de manera natural. En esta etapa los docentes y estudiantes de FDC intentaron generar un ambiente desestructurado que permitiera los ensayos y errores característicos de los procesos creativos.

En esta etapa se buscó abrir espacio a la imaginación para que los participantes se sintieran libres para

crear, siendo los estudiantes o docentes de FDC quienes guiaron el proceso.

## **6.2 Interacción entre los estudiantes universitarios y los escolares en los Ambientes Multirreferenciales de Aprendizaje**

A partir de la información recogida, es posible afirmar que algunos grupos en los que sus integrantes tenían experiencia de trabajo en robótica educativa y poseían dominio de las herramientas informáticas lograron producciones con mayor grado de complejidad. En estos casos, la metodología empleada fue el aprendizaje por problemas, por la cual a partir del planteo de un problema, se plantea el desafío de resolverlo. En este caso, luego de la presentación del problema, se brindaron algunas orientaciones en el uso del programa, se liberaron a los alumnos para que exploraran libremente y desarrollar la actividad en grupos. Finalmente, cuando los alumnos lograban el objetivo, se elaboraban colectivamente las conclusiones registrando tanto la actividad realizada como las soluciones fundamentales encontradas. De esta manera, los conocimientos abstractos se fueron procesando en el transcurso del trabajo práctico.

En todos los casos, se destaca que tanto las soluciones prácticas encontradas por los alumnos como los aspectos relacionales y conductuales contribuyeron a lograr el éxito de las actividades planteadas por las maestras o los estudiantes de FDC.

El aprendizaje colaborativo fue posible a partir de que los integrantes estaban motivados y buscaban ayudarse mutuamente. Para esto fue necesario que los integrantes del grupo pudieran compartir los recursos, se apoyaran y estimularan entre



sí, valorando el esfuerzo de cada uno por aprender y lograr el cumplimiento de la propuesta.

Paralelamente, estos ambientes de aprendizaje contribuyen al desarrollo de competencias interpersonales donde la afectividad y el respeto mutuo adquieren un protagonismo relevante. Finalmente, al presentar las conclusiones, los escolares aprendieron a evaluar la productividad del grupo, manifestando las acciones que contribuyeron a lograr el éxito y las dificultades que debieron superar. De esta manera, los aprendices lograron cumplir con la tarea encomendada estableciendo conexiones con otros conocimientos previos, organizando el aprendizaje mediante la construcción colectiva de conceptos significativos.

La siguiente escena ejemplifica esto:

La maestra de 6º grado de la escuela del Barrio Echeverri en Tacuarembó trabajó los conceptos de energía, trabajo y fuerza con el programa *Flowol* y el Kit de robótica *Fisher*. Al inicio de la actividad la maestra plantea a sus estudiantes:

- “Les pido que lo intenten; capaz que algo funciona mal pero igual vamos probando”.

Al terminar la actividad, pregunta:

“-¿Qué les pareció la actividad de hoy?”.

Los alumnos levantan la mano y se manifiestan:

“-A mí me pareció increíble”...(Niño, 11 años)

“-A mí me pareció más o menos porque hicimos mal y tuvimos que hacerlo todo de nuevo”. (Niña, 12 años)

- “A veces fallan los cablecitos que son muy delicados y las conexiones tienen que estar bien para que el programa funcione” (refiriéndose al programa *Flowol*). (Niño, 12 años)

Estos testimonios demuestran que los aprendizajes van más allá del aprendizaje formal o curricular y que aprenden también a manejar las frustraciones, así como las dificultades que les plantea la propia herramienta tecnológica.

En relación a la articulación con los problemas cotidianos quizás la muestra más significativa la constituye la actividad de los adolescentes que concurren a 7º, 8º y 9º años de la escuela rural de Quiebra Yugos en Tacuarembó. Luego de varias actividades orientadas con el programa *Flowol* y el kit de robótica *Fisher*, se les propuso que crearan un mecanismo que consideraran relevante para el medio rural donde viven. Como resultado, lograron diseñar una programación que controlaba un mecanismo de portera que se abría y cerraba, agregándole luces intermitentes de diferente color de acuerdo al estado abierto o cerrado de la portera.

En la misma línea de conexión con los problemas cotidianos, los alumnos de la escuela 124 del mismo departamento diseñaron una pista con control de tránsito y semáforos construidos con el kit de robótica *Fisher* y el programa *Flowol*. Para la ejecución de los objetivos propuestos, los alumnos desplegaron estrategias diversas de razonamiento y pensamiento que les permitió cumplir con la tarea.

### **6.3 Aspectos que facilitan o dificultan los procesos creativos en robótica educativa**





Los indicadores contruidos a los efectos de observar los factores facilitadores e inhibidores de la motivación y la creatividad en las actividades de robótica educativa, buscaron tener en cuenta los afectos que se movilizan en los aprendizajes académicos. En este sentido, se entendió a la motivación como el movimiento que impulsa a una persona a realizar determinadas acciones y perseverar hasta lograr el objetivo planteado<sup>1</sup>. Las corrientes constructivistas y socio-constructivistas incluyen a la motivación dentro de las condicionantes que porta el aprendiz y que constituyen una plataforma de enganche que le permite al estudiante afrontar nuevas situaciones de aprendizaje, entre las cuales integran además las propias experiencias, los conocimientos previos, las habilidades, expectativas e intereses (Coll, 2010).

Surge de las distintas posturas que no alcanza con poder o tener destrezas para lograr los aprendizajes, sino que es necesario tener en cuenta la interrelación entre querer y poder, entre lo cognitivo y lo motivacional. Por lo tanto, en el concepto de motivación se va a integrar el conjunto de procesos que están implicados no sólo en la activación de una conducta o una tarea y en la dirección, sino especialmente en la persistencia, la posibilidad de permanecer y perseverar en una actividad. De esta manera, a los efectos de comprender cuáles fueron los procesos que se involucran en estos niveles de activación, elección y perseverancia de las actividades desarrolladas, se incluyen tres componentes o dimensiones básicas de la motivación académica (Pintrich y De Groot, 1990):

**a) Componente de valor:** tiene que ver con los motivos, propósitos o ra-

zones para implicarse en la realización de una actividad. Refiere a la mayor o menor importancia y relevancia que una persona le asigna a la realización de una actividad. En las actividades desarrolladas por los grupos de FDC, el valor que le asignaron los estudiantes se identificó con la posibilidad de que la programación funcionara y los robots ejecutaran los códigos establecidos. Se generaba un efecto multiplicador cuando las programaciones exitosas eran compartidas con otros y se lograba incentivar la motivación en otros estudiantes.

**b) Componente de expectativa:** engloba las percepciones y creencias individuales sobre la capacidad para realizar una tarea. En este caso, las percepciones y creencias de los estudiantes sobre las propias capacidades y competencias se convierten en pilares fundamentales de la motivación académica. En las intervenciones realizadas, algunos estudiantes sentían en un principio que no podían hacerlo, pero cuando comprobaban que sí podían, se podía observar un aumento en la motivación.

**c) Dimensión afectiva y emocional:** refiere a los sentimientos, emociones y, en general, a las reacciones afectivas que produce la realización de una actividad. Estos componentes afectivos inciden en la atribución de sentido y significado de las acciones, procurando la consecución de metas emocionalmente deseables y adaptativas. Los sentimientos predominantes en los participantes de las actividades de robótica desarrolladas por FDC tuvieron que ver con la alegría, la satisfacción, el disfrute con la tarea, planteándose asimismo ganas de permanecer en la actividad, no querer terminarla, pedir a los estudiantes de



FDC que volvieran, entre otras manifestaciones en este sentido.

Por otra parte, las actividades de robótica educativa implicaron ir probando y experimentando nuevas soluciones y ello involucró actividades relacionadas con el explorar. En las actividades propuestas se trataron de generar ambientes lo suficientemente flexibles en su formato de manera de permitir la emergencia de la novedad, en términos de nuevas articulaciones de sentido, relaciones y significaciones.

En términos generales, no se observaron aspectos que obstaculizaran los procesos creativos en los Ambientes Multirreferenciales de Aprendizaje, como una estricta disciplina o rigidez en torno a los procedimientos. Si bien en las actividades iniciales siempre era preciso seguir etapas preestablecidas, posteriormente, algunos estudiantes lograban despegarse del modelo, probando otras cosas e ideando programaciones novedosas como hacerle decir su nombre al robot butiá, entre otras posibilidades. Por otro lado, si bien algún estudiante planteaba temor a equivocarse al inicio, el grupo no funcionó como censor o crítico; por el contrario la conducta fue en general de colaboración.

En cuanto a factores promotores de la creatividad, se registró tolerancia y libertad en los ambientes de aprendizaje, observables en los climas grupales favorables para el intercambio y en la aceptación de las propuestas de los integrantes, la experimentación colectiva y el trabajo colaborativo.

## 7 Conclusiones

Siguiendo a los autores Kaufman y Beghetto (2009), se acuerda que investigar sobre la creatividad en am-

bientes educativos es un campo promisorio que puede redundar en futuros hallazgos, ya que es muy poco lo que se sabe y se ha sistematizado hasta el presente. En ese sentido, la interdisciplinariedad es fundamental para contribuir a la creatividad y por esta razón se hace énfasis en los Ambientes Multirreferenciales de Aprendizaje como espacios promotores y facilitadores de iniciativas creativas entre los alumnos.

Cada nueva experiencia de interacción enriquece el repertorio individual de conocimientos y habilidades de cada uno de los aprendices, por lo que las experiencias creativas con programación y robótica constituyen resultados de procesos socioculturales tecnológicamente mediados.

A su vez, los resultados obtenidos permiten afirmar que las actividades desarrolladas con programación y robótica son complejas y requieren de la motivación de los participantes para que puedan desarrollarse y sostenerse hasta el logro de sus objetivos. En las intervenciones realizadas, orientadas por la maestra y/o por el grupo de estudiantes, fue posible observar que algunos participantes partían en principio de sentir que no tenían la capacidad para desarrollar la tarea, pero en la medida que iban viendo resultados, ello modificaba esa percepción inicial y generaba una motivación que le permitía continuar con la tarea. Asimismo, en la medida en que los sentimientos y emociones tenían que ver con la alegría y el disfrute, esto también colaboraba en la creación de un espacio de aprendizaje motivante.

Por otra parte, en todos los grupos que participaron de la investigación se encontraron aspectos favorecedores de la creatividad como la tolerancia entre los participantes,



la libertad en la búsqueda de soluciones, la flexibilidad, el aprendizaje a través del acierto y el error, el autoaprendizaje, la búsqueda de lo novedoso, la capacidad lúdica y el trabajo colaborativo. No se observaron aspectos que obstaculizaran los procesos creativos como una estricta disciplina o rigidez en torno a los procedimientos. Asimismo, se observó que la cultura o el contexto innovador de las instituciones educativas son determinantes para promover un ambiente creativo.

En síntesis, el proceso investigativo confirma que las actividades de robótica educativa pueden contribuir al desarrollo de la creatividad entre sus participantes, generando nuevos conceptos o ideas, revalorizando conocimientos ya construidos que logran ser visualizados desde enfoques diferentes. Por tanto, se entiende que las prácticas docentes que utilicen estas herramientas tecnológicas pueden motivar a los estudiantes y promover la creatividad en tanto promuevan la tolerancia entre los participantes, la libertad y la flexibilidad en los ambientes de aprendizaje, la búsqueda de lo novedoso sin temor a la crítica, la capacidad lúdica y el trabajo colaborativo.

*\*Esther Angeriz. Mag. En Psicología y Educación. Prof. Adj. Fac. de Psicología. Docente de Flor de Ceibo. UdelaR.*

*Ana Casnati. Dra. PHD. Analista Cognitiva (UFBA). Docente Flor de Ceibo, CUT. UdelaR.*

*Mariella Cuadro. Docente Flor de Ceibo, CUR. UdelaR.*

*Juan Viera. Prof. Informática y Matemática, CES-ANEP. Referente Tecnologías*

*Digitales CFE, CeRP del Norte. Docente Flor de Ceibo, CUR. UdelaR.*

## Referencias bibliográficas

Ardoino, J. (1998) Abordagem multirreferencial (plural) das situações educativas formativas. In: Barbosa, J. (Coord.). *Referencialidade nas ciências da educação* – São Paulo, Brasil: UFSCar, 1998. P. 2441.

Casnati, A. Galeffi, D. (2014) *La interactividad en ambientes multirreferenciales de aprendizaje. Revista Intercambios*, (2), n° 1. Comisión Sectorial de Enseñanza. Recuperado de [secse@cse.edu.uy](mailto:secse@cse.edu.uy)

Cobo, C. y Moravec, J. (2011). *Aprendizaje Invisible. Hacia una nueva ecología de la educación*. Col·lecció Transmedia XXI. Laboratori de Mitjans Interactius / Publicacions i Edicions de la Universitat de Barcelona. Recuperado de [www.aprendizajeinvisible.com](http://www.aprendizajeinvisible.com)

Coll, C. (2010). Enseñar y aprender, construir y compartir: procesos de aprendizaje y ayuda educativa. En C. Coll (Coord.), *Desarrollo, aprendizaje y enseñanza en la Educación Secundaria* (pp. 3161). Barcelona, España: Graó.

Finke, R. A., Ward, T. B., & Smith, S. M. (1992). *Creative Cognition: Theory, Research, and Applications*, Cambridge, MA, England: MIT Press.

Kaufman, J. & Beghetto, R. (2009) Beyond Big and Little: The Four C Model of Creativity. *Review of General Psychology*, (13), No. 1, 1–12. Recuperado de <http://www.jamesckaufman.com/wp-content/uploads/2012/08/Kaufman-Beghetto-2009-Beyond-big-and-little-The-four-c-model-of-creativity.pdf>

Pintrich, P. y De Groot, A. (1990). Motivational and self-regulated learning components of classroom academic performance. *Journal of Educational Psychology*, 82, 33-40

Sternberg, R. J. and Lubart, T. I. (1999) The concept of creativity: Prospects and Paradigms. In R.J. Sternberg (ed.) *Handbook of Creativity*, pp. 3-16. London, England: Cambridge University Press.

