

## Selección de un Entorno de Desarrollo Integrado de Robótica Educativa para la aplicación de una secuencia didáctica propuesta para el aprendizaje de conceptos de programación

Martín LOBOS<sup>1</sup>, Silvia BAST<sup>1</sup>, Gustavo ASTUDILLO<sup>1</sup>,  
<sup>1</sup> Departamento de Matemática/FCEyN/UNLPam  
lobmar146@gmail.com, silviabast@exactas.unlpam.edu.ar,  
astudillo@exactas.unlpam.edu.ar

### RESUMEN

Como parte del trabajo del proyecto de investigación “Incorporación de Estrategias innovadoras en los Procesos de Enseñanza y de Aprendizajes de Informática” en los años 2019 y 2020, nos hemos propuesto identificar, categorizar y evaluar distintos Entornos de Desarrollo Integrado (EDI) para la enseñanza de la robótica educativa y el aprendizaje de las nociones básicas de programación, con el objetivo final, de seleccionar el que mejor se adapte a las exigencias establecidas por el cuerpo docente que se desempeña en el Taller de Introducción a la Programación (TIP). El mencionado taller se lleva a cabo todos los años en el marco de los cursos de ambientación para ingresantes

Para lograr tal objetivo, se llevó adelante la búsqueda de los EDI en distintos repositorios, para someterlos posteriormente a un proceso de medición y evaluación de calidad, haciendo uso de la estrategia denominada *Goal-Oriented Context-Aware Measurement and Evaluation* (GOCAME) y de estándares internacionales ISO 25010:2011.

**Palabras clave: entorno de desarrollo integrado, medición, evaluación, robótica educativa, programación**

### CONTEXTO

El grupo de investigación GrIDIE<sup>1</sup> (Grupo de Investigación y Desarrollo en Innovación

Educativa) enfoca, desde 2005, su investigación en tecnologías informáticas aplicadas en educación. Desde 2018, el grupo impulsa dos proyectos de investigación: “Aprendizaje de las ciencias con tecnologías educativas” e “Incorporación de estrategias innovadoras en los procesos de enseñanza y de aprendizajes de informática”. Este último cuenta con cuatro líneas de investigación: (i) la medición y evaluación de EDIs para robótica educativa, (ii) la definición de criterios de evaluación que permitan identificar las posibilidades de la programación tangible para el aprendizaje de nociones básicas de programación, (iii) la revisión/evaluación de propuestas didácticas para la enseñanza/aprendizaje de la programación en función de su enfoque pedagógico/didáctico, y (iv) la implementación de una propuesta didáctica para el aprendizaje de la programación en el ámbito Universitario.

Los proyectos se desarrollan y son financiados por la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales - UNLPam y fueron aprobados por resolución 27/18 CD-FCEyN.

### 1. INTRODUCCIÓN

En este trabajo presentamos los avances realizados en 2019 y 2020 en la línea de investigación de medición y evaluación de EDIs para robótica educativa.

**El Taller de Introducción a la Programación (TIP)**

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Exactas y Naturales  
UNLPam

La asignatura Introducción a la Computación (IC), es, en la mayoría de los casos, el primer contacto de los estudiantes con los conceptos de programación. Por tal razón, los integrantes de la cátedra IC en colaboración con el grupo de investigación GrIDIE, vienen impulsando, desde 2010, distintas propuestas para ingresantes y estudiantes que cursarán la asignatura.

Las actividades incluidas en el TIP fueron diseñadas para desarrollarse durante el período de ambientación universitaria que se lleva a cabo, las semanas previas al inicio del primer cuatrimestre, de forma semipresencial.

El TIP se desarrolla sobre el entorno virtual de enseñanza aprendizaje (EVEA) Moodle y presenta una impronta lúdica (Deterding, Khaled, Nacke, & Dixon, 2011), Kapp (2012), Astudillo et al, 2016). Sus actividades se estructuran por niveles, de forma tal que, los desafíos y propuestas del nivel siguiente se ponen visibles una vez que el estudiante ha completado el nivel anterior.

La primera semana se desarrolla de forma virtual asincrónica, focalizando en la construcción del concepto de algoritmo y secuencia. En la etapa presencial se trabaja haciendo uso de un EDI de robótica, para fortalecer el concepto de secuencia, e incorporar los conceptos de alternativa condicional, repetición y nociones de variables. El objetivo principal del taller es que los estudiantes logren apropiarse de los principales conceptos haciendo uso de la programación en bloques, para luego poder transferir los mismos al contexto de la cursada donde se usa el lenguaje de programación Pascal.

### **La secuencia didáctica que se aplica en el TIP**

La propuesta diseñada desde el grupo de investigación hace uso de la robótica educativa y se sustenta en los principios del construccionismo (Papert, 1990), el buen aprendizaje (Pozo, 2008) y aprendizaje basado en problemas (Barrows, 1986).

Para la especificación de la secuencia fue necesaria la definición de kit (sensores y actuadores), la selección de un EDI, un simulador (para tareas extra-clase) y de un conjunto de ejercicios y problemas que hacen uso de los mismos. La secuencia abarca los conceptos de estructuras de control (secuencia, repetición y selección) y la noción de variable. Asimismo, se desarrollaron un conjunto de *concept cards* que complementan la secuencia en busca de la transferencia de los aprendizajes a partir del planteo de problemas.

### **Robótica Educativa**

La presente investigación comienza a partir de la decisión de incluir robótica educativa en el TIP, la cual, fue tomada teniendo en cuenta que los robots resultan la conexión ideal entre la programación con una impronta lúdica y la representación de las instrucciones en un contexto real. Tal como afirma Vaillant (2013) “La robótica forma parte de un enfoque pedagógico centrado en el alumno, que le permite construir objetos tangibles de su propio diseño y con sentido para él.” (p. 38). Para Monsalves González (2011) y Ruiz-Velasco (2007) se trata de una disciplina que tiene como objetivo generar entornos de aprendizaje heurístico poniendo el foco en la participación activa, donde los aprendizajes se construyen a partir de la experiencia del estudiante durante el proceso de armado y programación de los robots.

El primer EDI de robótica que se aplicó en la etapa presencial del TIP fue Visualino<sup>2</sup>, junto con un simulador on-line denominado TinKerCad<sup>3</sup>. Si bien Visualino permitía el desarrollo de las actividades del taller, presentaba algunas debilidades tales como: condiciona la propuesta didáctica al grupo de sensores y actuadores que propone, falta de inclusión de extensiones, y la forma en la que construye el código fuente.

Para subsanar esas desventajas se realizó una búsqueda que se fue ampliando y definió la pregunta que guía la investigación ¿Qué EDIs, para robótica educativa, cuentan con la

<sup>2</sup> Visualino (<http://www.visualino.net/index.es.html>)

<sup>3</sup> TinKerCad (<https://www.tinkercad.com/>)

mayor flexibilidad para adaptarse a la propuesta didáctica?

De la búsqueda de EDIs de robótica que se ajustaran de la mejor manera a la secuencia didáctica propuesta, surgió una amplia oferta de entornos basados en Google Blockly que se presentaron como posibles candidatos. Frente a esta oferta, se comenzó el análisis para seleccionar el EDI más adecuado a través de metodologías de evaluación de calidad para productos de software.

## **El proceso de búsqueda, medición y evaluación**

### **La búsqueda y los EDI seleccionados.**

La búsqueda de los EDI comenzó en repositorios tales como Github en proyectos derivados, similares o relacionados a los entornos ya conocidos (Visualino y Mixly). Para la selección de EDIs a evaluar se tuvo en cuenta como criterios iniciales la posibilidad de trabajar con placas Arduino UNO ya que es el Hardware utilizado para el taller. También, la utilización de Google Blockly para la programación en bloques por la familiaridad con las actividades ya desarrolladas para el TIP.

En total se encontraron diecisiete (17) EDIs, pero teniendo en cuenta los criterios mencionados anteriormente se seleccionaron nueve (9) entornos candidatos para su evaluación:

1. Mixly
2. Visualino
3. Ardublockly
4. BlocklyDuino
5. Blockly@rduino
6. Blockly4Arduino
7. ArduinoBlocks
8. Facilino (Offline)
9. Facilino (Online)

### **Evaluación de Calidad de los EDIs**

Dado que los EDIs son desarrollos de software, debe usarse una metodología de evaluación de calidad para tales productos, aplicando criterios establecidos por estándares

internacionales, tal como la ISO 25010:2011 (International & Organization for Standardization, 2011).

Según David Garvin (Garvin, 1984) la calidad es un concepto complejo y multifacético. Tal como afirman (Pfleeger & Kitchenham, 1996) para poder medir la calidad habitualmente se construyen modelos que relacionan las características de la calidad, descomponiendo cada una de ellas en diversos factores o relacionándolas de forma jerárquica.

En este caso, el modelo de calidad está representado por una estructura jerárquica que define un conjunto de características y las relaciones entre ellas y proporciona las bases para especificar los requerimientos y evaluarlos.

Se aplica el proceso de medición que propone la estrategia denominada Goal-Oriented Context-Aware Measurement and Evaluation (GOCAME) (Olsina et al., 2008) que usa el marco conceptual denominado Contextual-Information Need, Concept model, Attribute, Metric and Indicator (C-INCAMI), que sigue el proceso que se especifica a continuación.

Para comenzar, se establece la necesidad de información, y a partir de la misma se definen los requerimientos, generando el modelo de calidad que tomará sus bases del estándar ISO 25010:2011 (International & Organization for Standardization, 2011), al que se agregan un conjunto de subconceptos y atributos que surgen de los requerimientos, establecidos por el grupo de investigación. Seguidamente, para cada uno de los atributos del modelo se definen las métricas, que se aplican en el proceso de medición.

Luego se lleva a cabo el proceso de medición aplicando las métricas definidas para cada atributo.

Posteriormente, se definen los indicadores, y se aplican en el proceso de evaluación. Los mismos ofrecen información contextualizada para la toma de decisiones.

Finalmente, se analizan los resultados y se realizan las recomendaciones de acuerdo a la necesidad de información establecida al inicio del proceso.

## 2. LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO E INNOVACIÓN

Este proyecto se desarrolla bajo la hipótesis de que es posible definir estrategias innovadoras para la enseñanza y el aprendizaje de temas de Ciencias de la Computación, utilizando TIC, que impacten positivamente en la motivación de los estudiantes y en los diseños didácticos de los docentes.

Esto implica, por una parte, indagar y evaluar distintas tecnologías que permitan innovar y que faciliten el diseño de actividades y recursos educativos; y por otro, identificar las bases pedagógico-didácticas que sustenten y den sentido a la innovación.

Se trabaja actualmente en la definición de criterios de evaluación que permitan identificar las posibilidades de la programación tangible para el aprendizaje de nociones básicas de programación, la revisión desde propuestas didácticas para enseñanza de la programación con el fin de identificar las bases pedagógicas que las sustentan, la implementación y evaluación de una propuesta de enseñanza de la programación basada en la didáctica por indagación y la resolución de problemas y tal como se detalla en el presente artículo en un proceso de medición y evaluación de la calidad de EDIs que permitan la implementación de actividades con robótica educativa.

## 3. RESULTADOS OBTENIDOS/ESPERADOS

Durante los años 2019-2020 se realizaron los siguientes avances:

El relevamiento de 17 EDIs candidatos que aplican para el aprendizaje de la programación y robótica educativa.

El análisis de los EDIs candidatos y la selección de 9 para su evaluación.

Se definió un modelo de calidad y se desarrollaron las métricas que se aplicarán en el proceso de medición.

En cuanto a los trabajos futuros:

Se espera completar las mediciones, definir los indicadores, realizar el proceso de evaluación y finalmente seleccionar el EDI más acorde a la secuencia didáctica.

## 4. FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS

En este proyecto participan un investigador formado y tres investigadores en formación. Dos de ellos avanzando sobre sus tesis de doctorado y un tercero en su tesis para alcanzar el grado de magíster.

El proyecto cuenta con tres graduados que se inician en la investigación. Uno de ellos definiendo su proyecto de trabajo final de especialización, para ser presentado para su aprobación en el primer trimestre de 2021. Otro de los graduados se encuentra desarrollando su trabajo en el marco de una beca Estímulo a las Vocaciones Científicas-Convocatoria 2019, cuyo desarrollo retroalimenta el presente artículo.

## 5. BIBLIOGRAFÍA

Astudillo, G. J., Bast, S. G., & Willging, P. A. (2016). *Enfoque basado en gamificación para el aprendizaje de un lenguaje de programación. Virtualidad, Educación y Ciencia*, 7(12), 125–142.

Barrows, H. S. (1986). *A taxonomy of problem-based learning methods*. *Medical education*, 20(6), 481-486.

Deterding, S., Khaled, R., Nacke, L. E., & Dixon, D. (2011). *Gamification: Toward a definition*. En *CHI 2011 Gamification Workshop Proceedings*. Vancouver, BC, Canada.

Garvin, D.A. (1984), *What Does 'Product Quality' Really Mean?* *Sloan Management Review*, 26 (1), pp. 25-43

International Standar Organization. (2011). *ISO/IEC 25010 Systems and software engineering. Systems and software Quality*

Requirements and Evaluation (SQuaRE) System and software quality models.

Kapp, K. M. (2012). *The gamification of learning and instruction: game-based methods and strategies for training and education*. John Wiley & Sons.

Kitchenham, B., & Pfleeger, S. (1996). *Software Quality: The Elusive Target*. *IEEE Softw.*, 13, 12-21.

Monsalves González, S. (2011). *Estudio sobre la utilidad de la robótica educativa desde la perspectiva del docente*. *Revista de Pedagogía*, 32(90), 81-117.

Papert, S. (1990). *A critique of technocentrism in thinking about the school of the future*. *Epistemology and Learning Group*, MIT Media Laboratory. Recuperado de <http://cursa.ihmc.us/rid=1N5PWKQGN-H47QOR-37ZW/Papert%20critique%20of%20technocentrism.pdf>

Pozo, J. I. (2008). Capítulo 4. *Los rasgos de un buen aprendizaje*. En *Aprendices y maestros: la psicología cognitiva del aprendizaje* (pp. 159-175). Madrid, España: Alianza.

Pozo, J. I., & Pérez Echeverría, M. del P. (1994). *Aprender a resolver problemas y resolver problemas para aprender*. En *La solución de problemas*. Santillana Madrid.

Prensky, M. (2001). Digital Natives, Digital Immigrants. *On the Horizon*, 9(5).

Ruiz-Velasco, E. (2007). *Educatrónica: Innovación en el aprendizaje de las ciencias y la tecnología*. Madrid: Díaz de Santos.

Vaillant, D. (2013). *Integración de TIC en los sistemas de formación docente inicial y continua para la Educación Básica en América Latina*. Argentina: UNICEF Argentina. Recuperado de [https://www.unicef.org/argentina/spanish/educacion\\_Integracion\\_TIC\\_sistemas\\_formacion\\_docente.pdf](https://www.unicef.org/argentina/spanish/educacion_Integracion_TIC_sistemas_formacion_docente.pdf)

Olsina, L., Papa, F., Molina, H. (2011). *Modelling and Implementing Web Applications*, Rossi G., Pastor O., Schwabe D. & Olsina L.—Cap. 13 - *How to Measure and Evaluate Web Applications in a Consistent Way*. Springer -Verlag HCIS, London, 2008, 385 -420