

Project-Based Learning with Arduino for Addressing Sustainable Development Goals in Higher Education

Abstract. This paper presents an educational experience that integrates robotics and project-based learning to address real-world problems aligned with the Sustainable Development Goals (SDGs) in higher education. The proposal was implemented with third-year students of a Software Development program at a regional university center, aiming to promote computational thinking, problem-solving skills, and collaborative work.

The methodology is based on project-based learning (PBL), where students identify a problem related to one or more SDGs and design a technological solution using Arduino. Through iterative development, students engage in the construction of prototypes that respond to real contextual needs, combining programming, electronics, and critical thinking.

Preliminary results indicate a high level of student engagement, improved integration between theoretical and practical knowledge, and the development of key transversal competencies. Additionally, the experience fosters awareness of social and environmental challenges, positioning technology as a tool for meaningful impact.

The findings suggest that the integration of robotics and SDGs within a PBL framework constitutes a valuable and replicable strategy for enhancing learning processes in technology-oriented higher education contexts.

Keywords: computational thinking, robotics education, Arduino, project-based learning, sustainable development goals

Aprendizaje basado en proyectos con Arduino para abordar los Objetivos de Desarrollo Sostenible en educación superior

Resumen. Este trabajo presenta una experiencia educativa que integra robótica y aprendizaje basado en proyectos para abordar problemáticas reales vinculadas con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) en educación superior. La propuesta fue implementada con estudiantes de tercer año de una Tecnicatura en Desarrollo de Software en un centro universitario regional, con el objetivo de promover el pensamiento computacional, la resolución de problemas y el trabajo colaborativo.

La metodología se basa en el aprendizaje basado en proyectos (ABP), donde los estudiantes identifican una problemática relacionada con uno

o más ODS y diseñan una solución tecnológica utilizando Arduino. A través de un proceso iterativo, los estudiantes desarrollan prototipos que responden a necesidades del contexto, integrando programación, electrónica y pensamiento crítico.

Los resultados preliminares evidencian un alto nivel de motivación, una mejor articulación entre teoría y práctica, y el desarrollo de competencias transversales clave. Asimismo, la experiencia favorece la concientización sobre problemáticas sociales y ambientales, posicionando la tecnología como una herramienta de impacto significativo.

Los hallazgos sugieren que la integración de robótica y ODS en el marco del ABP constituye una estrategia valiosa y replicable para enriquecer los procesos de enseñanza y aprendizaje en contextos de educación superior orientados a la tecnología.

Palabras clave: pensamiento computacional, robótica educativa, Arduino, aprendizaje basado en proyectos, objetivos de desarrollo sostenible

1. Introducción

En los últimos años, la educación en áreas tecnológicas ha experimentado una transformación impulsada por la necesidad de desarrollar competencias que trasciendan el dominio técnico, incorporando habilidades como el pensamiento crítico, la resolución de problemas y el trabajo colaborativo. En este contexto, el pensamiento computacional se posiciona como una competencia clave en la formación de estudiantes capaces de desenvolverse en entornos complejos (Wing, 2006).

Sin embargo, uno de los principales desafíos en la enseñanza de la programación y la electrónica radica en la dificultad de vincular los contenidos teóricos con problemáticas reales, lo que puede afectar la motivación y la comprensión profunda.

El Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) permite situar el aprendizaje en contextos auténticos, promoviendo la construcción activa del conocimiento a partir de la resolución de problemas significativos (Thomas, 2000). Asimismo, el uso de tecnologías abiertas como Arduino favorece la integración entre programación, electrónica y diseño de soluciones tecnológicas.

En este sentido, los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) constituyen un marco relevante para contextualizar propuestas educativas en problemáticas sociales, ambientales y económicas, promoviendo que los estudiantes comprendan el impacto de la tecnología en su entorno (ONU, 2015).

El presente trabajo describe y analiza una experiencia desarrollada con estudiantes de tercer año de una Tecnicatura en Desarrollo de Software, en la que el ABP, Arduino y los ODS se integraron como ejes de una propuesta orientada al diseño de soluciones tecnológicas para problemáticas reales. A partir de esta experiencia se analizan los proyectos desarrollados, las dificultades encontradas durante la implementación y los principales aprendizajes observados.

2. Marco teórico

El pensamiento computacional constituye una competencia esencial en la formación de profesionales del área tecnológica, ya que implica habilidades como la descomposición de problemas, el reconocimiento de patrones, la abstracción y el diseño de soluciones algorítmicas (Wing, 2006). En los últimos años, diversos estudios han destacado su importancia como una competencia transversal para la resolución de problemas en contextos educativos y profesionales (UNESCO, 2023).

En este contexto, el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) se presenta como una estrategia pedagógica que promueve la construcción activa del conocimiento mediante la resolución de desafíos auténticos y contextualizados. Este enfoque favorece el desarrollo de competencias técnicas y transversales, como el trabajo colaborativo, la comunicación y la autonomía (Thomas, 2000). Investigaciones recientes señalan que el ABP incrementa la motivación de los estudiantes y favorece aprendizajes más profundos cuando los proyectos se vinculan con situaciones reales (Condliffe et al., 2017).

La robótica educativa complementa este enfoque al proporcionar un entorno de aprendizaje práctico en el que los estudiantes diseñan, construyen y programan soluciones tecnológicas. Plataformas abiertas como Arduino facilitan la integración de contenidos de programación, electrónica y prototipado, promoviendo procesos de experimentación, creatividad y resolución de problemas (Bers, 2018). Estudios recientes muestran que este tipo de experiencias favorece el desarrollo del pensamiento computacional y mejora la comprensión de conceptos tecnológicos en educación superior (UNESCO, 2023).

3. Metodología de la experiencia

La experiencia se desarrolló durante ocho semanas en una asignatura correspondiente al tercer año de la Tecnicatura en Desarrollo de Software de un centro universitario regional. Participaron 26 estudiantes organizados en seis equipos de trabajo, quienes asistieron a un encuentro presencial semanal de dos horas.

La propuesta se diseñó bajo el enfoque de Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), con el propósito de integrar contenidos de programación, electrónica y resolución de problemas mediante el desarrollo de soluciones tecnológicas orientadas a problemáticas reales. Para ello, cada equipo seleccionó un problema de interés social o ambiental y lo vinculó con uno o más Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030.

La implementación se organizó en cinco etapas. En la primera, los estudiantes investigaron la problemática seleccionada, identificaron a los posibles beneficiarios y justificaron la elección de los ODS. En la segunda etapa diseñaron la solución tecnológica y realizaron el esquema del circuito utilizando Arduino. Posteriormente desarrollaron la programación, construyeron el prototipo físico e incorporaron las mejoras necesarias a partir de las pruebas realizadas. Finalmente, cada equipo documentó el proceso y presentó públicamente el funcionamiento de su propuesta, fundamentando las decisiones de diseño adoptadas.

Como evidencia para el análisis de la experiencia se consideraron los proyectos elaborados por los equipos, la documentación técnica presentada, las observaciones realizadas durante el desarrollo de las actividades y las exposiciones finales de los prototipos. Estas evidencias

permitieron analizar tanto los productos obtenidos como el proceso de aprendizaje desarrollado por los estudiantes.

Etapa	Actividad
1	Identificación del problema y selección de ODS
2	Diseño del prototipo
3	Programación y construcción
4	Pruebas y mejoras
5	Presentación final

Tabla 1. Etapas de implementación de la experiencia didáctica

4. Resultados y análisis

Los seis equipos lograron diseñar, construir y presentar prototipos funcionales utilizando Arduino como plataforma de desarrollo. Cada proyecto abordó una problemática vinculada con uno o más Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), integrando conocimientos de programación, electrónica y diseño de soluciones tecnológicas.

Entre las propuestas desarrolladas se encontraron un detector de gases para la prevención de intoxicaciones domésticas (Respira), un bastón inteligente para personas con discapacidad visual (SmartCane), un sistema de clasificación automática de residuos (ReciclAR), un monitor de consumo energético (EcoElectric) y un teclado musical educativo de bajo costo (EcoMusic). Estas iniciativas permitieron abordar los ODS 3 (Salud y Bienestar), 4 (Educación de Calidad), 7 (Energía Asequible y No Contaminante), 9 (Industria, Innovación e Infraestructura), 10 (Reducción de las Desigualdades), 12 (Producción y Consumo Responsables) y 13 (Acción por el Clima).

Proyecto	ODS	Solución
Respira	3 y 9	Detector de gases
SmartCane	3 y 10	Bastón inteligente
ReciclAR	12 y 13	Clasificación de residuos
EcoElectric	7 y 13	Monitor energético
EcoMusic	4 y 10	Teclado educativo

Tabla 2. Proyectos desarrollados

Durante el desarrollo de los proyectos se observaron diversas dificultades técnicas, principalmente relacionadas con la calibración de sensores, la integración entre hardware y software, la depuración de errores de programación y la adaptación de los diseños iniciales a la disponibilidad de componentes electrónicos. Estas situaciones promovieron procesos de experimentación, análisis y mejora continua, favoreciendo el desarrollo de estrategias de resolución de problemas por parte de los estudiantes.

Las evidencias recopiladas durante la implementación —proyectos desarrollados, documentación técnica, observaciones realizadas durante las clases y presentaciones finales— permitieron identificar avances en competencias técnicas y transversales. Se observó una mayor autonomía para planificar soluciones, distribuir tareas dentro de los equipos, documentar el proceso de desarrollo y fundamentar las decisiones de diseño adoptadas.

Asimismo, la incorporación de los ODS como punto de partida favoreció que los estudiantes trascendieran el desarrollo de un prototipo funcional para reflexionar sobre el impacto social y ambiental de las soluciones tecnológicas propuestas. En este sentido, el ABP facilitó la integración entre contenidos disciplinares y problemáticas del contexto, promoviendo un aprendizaje significativo y contextualizado.

5. Conclusiones

La experiencia presentada pone de manifiesto el potencial del Aprendizaje Basado en Proyectos, la robótica educativa y los Objetivos de Desarrollo Sostenible como estrategia para promover aprendizajes significativos en educación superior. La articulación entre estos enfoques permitió que los estudiantes aplicaran conocimientos de programación y electrónica en el diseño de soluciones tecnológicas orientadas a problemáticas reales de su entorno.

La construcción de seis prototipos funcionales por parte de los equipos evidenció la posibilidad de integrar competencias técnicas con habilidades transversales, tales como el trabajo colaborativo, la planificación de proyectos, la resolución de problemas y la comunicación de resultados. Asimismo, la incorporación de los ODS favoreció una comprensión más amplia del impacto social y ambiental de la tecnología, trascendiendo el desarrollo de soluciones exclusivamente técnicas.

Si bien el presente trabajo corresponde a la sistematización de una experiencia educativa y no a un estudio experimental, las evidencias obtenidas durante su implementación muestran que este tipo de propuestas constituye una alternativa viable para fortalecer el pensamiento computacional y el aprendizaje basado en proyectos en carreras vinculadas al desarrollo de software.

Como líneas futuras de trabajo, se propone complementar este tipo de experiencias con instrumentos específicos de evaluación que permitan medir de manera sistemática el desarrollo de competencias técnicas y transversales, así como ampliar la implementación de la propuesta en otros contextos y niveles educativos.

Referencias

Bers, M. U. (2018). Coding as a playground: Programming and computational thinking in the early childhood classroom. Routledge.

Condcliffe, B., Quint, J., Visher, M. G., Bangser, M. R., Drohojowska, S., Saco, L., & Nelson, E. (2017). *Project-Based Learning: A Literature Review*. MDRC.

ONU. (2015). Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. Organización de las Naciones Unidas. <https://sdgs.un.org/es/2030agenda>

Thomas, J. W. (2000). A review of research on project-based learning. The Autodesk Foundation. http://www.bobpearlman.org/BestPractices/PBL_Research.pdf

Wing, J. M. (2006). Computational thinking. Communications of the ACM, 49(3), 33–35.

Yolcu, V., & Demirer, V. (2023). The effects of educational robotics in programming education on students' programming success, computational

thinking, and transfer of learning. *Computer Applications in Engineering Education*, 31(6), 1633–1647.

UNESCO. (2023). *Guidance for generative AI in education and research*. UNESCO.