

Presente y Futuro en las Herramientas para el Aprendizaje de Programación

Franklin Sánchez
Departamento de Electrónica,
Telecomunicaciones y Redes de
Información
Escuela Politécnica Nacional
Quito- Ecuador
franklin.sanchez@epn.edu.ec

Julio C. Caiza
Departamento de Electrónica,
Telecomunicaciones y Redes de
Información
Escuela Politécnica Nacional
Quito- Ecuador
julio.caiza@epn.edu.ec

Danny S. Guamán
Departamento de Electrónica,
Telecomunicaciones y Redes de
Información
Escuela Politécnica Nacional
Quito- Ecuador
danny.guaman@epn.edu.ec

Resumen—Hoy por hoy el aprendizaje de programación es una habilidad necesaria para poder desenvolvernos y desarrollarnos en una sociedad digital. La cantidad de personas con dicha habilidad es aún escasa en países de la región y en Ecuador. Conscientes de este problema, el Grupo de investigación en Ingeniería de Sistemas de Tecnologías de información (GI-INTEC) de la Escuela Politécnica Nacional ha comenzado a aportar con soluciones desde dos aristas: vinculación e investigación. Por una parte, se está contribuyendo a la capacitación masiva de la población a través de plataformas masivas de aprendizaje (MOOC), habiendo construido uno para el aprendizaje básico de programación en lenguaje C y estando construyendo otro para el aprendizaje de nivel intermedio. Por otra parte, se está iniciando la investigación en el uso de inteligencia artificial para la provisión eficaz de retroalimentación a los estudiantes que están iniciando en el aprendizaje de programación. En este trabajo detallamos nuestra experiencia al crear el MOOC para el aprendizaje básico de C, describimos los resultados, analizamos aquellas herramientas actuales mejor percibidas, y finalizamos con ideas sobre el uso de la IA en el proceso de creación de recursos y para desarrollar herramientas futuras.

Keywords—programación, aprendizaje, inteligencia artificial, retroalimentación, estudiantes novatos.

I. INTRODUCCIÓN

La sociedad digital en la que vivimos requiere un conjunto de habilidades que incluye aquellas en el ámbito de la programación, esto ha sido reconocido tanto a nivel europeo [1] como a nivel latinoamericano [2]. Lo mismo sucede en el contexto ecuatoriano, el estudio Informe de Empleabilidad de Ecuador 2021 [3] reconocen a la programación como una habilidad básica y necesaria. Incluso, en el 2021 el director ejecutivo de la Cámara de Innovación y Tecnología Ecuatoriana (CITEC) [4] estimó que hay un déficit de 9000 programadores por año en el país.

Hay que resaltar que, en este contexto de escasez de personas capacitadas, la programación puede incluso ayudar a desarrollar otras como habilidades como la creatividad, el trabajo en equipo, el trabajo independiente a las zonas geográficas, a través de tener un lenguaje global [5].

Paralelamente, es necesario reconocer el impacto que está empezando a causar la Inteligencia Artificial (IA) en varios dominios, incluyendo el de la programación y su aprendizaje. Por una parte, la IA, el aprendizaje de programación y el pensamiento analítico son habilidades que se pueden desarrollar de manera complementaria y son bien valoradas

por las empresas trabajos [6]. Por otra parte, contrario a las creencias de que la IA podría reemplazar a los desarrolladores y a los profesores, la IA puede ser una poderosa herramienta que libre de tareas repetitivas y permita a los desarrolladores concentrarse en tareas de juicio [7]. En el caso de los profesores, la IA debe ser aún supervisada y puede llegar a formar parte de una estrategia educacional [8].

Es un hecho la necesidad de desarrollar las habilidades de la población ecuatoriana de manera masiva y eficaz, en línea con las tendencias tecnológicas actuales. Para aportar a solventar la necesidad, el Grupo de investigación en Ingeniería de Sistemas de Tecnologías de información (GI-INTEC) de la Escuela Politécnica Nacional (EPN) lleva a cabo proyectos de vinculación e investigación de manera articulada. Inicialmente, hemos creado un Curso en línea masivo y abierto (MOOCs – Masive Open Online Courses) para el aprendizaje del Lenguaje C a nivel básico, el cual ha sido premiado como ganador del concurso nacional *InnovaMOOC 2022* de CEDIA. Asimismo, se está trabajando en una siguiente etapa, generando un MOOC para el nivel intermedio de Lenguaje C. Finalmente, se han iniciado trabajos de investigación explorando el uso de inteligencia artificial como mecanismo para proveer retroalimentación rápida, efectiva y configurable en los entornos de aprendizaje.

En este trabajo presentaremos el MOOC de nivel básico implementado, los resultados obtenidos, y una discusión sobre el futuro este ámbito de estudio.

En las siguientes secciones comentaremos la metodología seguida (Sección II) y los resultados obtenidos (Sección III) en la implementación del MOOC y capacitación en lenguaje a nivel básico. En la Sección IV mostraremos una discusión sobre los aprendizajes obtenidos y sobre el futuro en nuestro ámbito de estudio usando inteligencia artificial. Finalmente, en la Sección V expondremos nuestras conclusiones.

II. METODOLOGÍA

Se implementó el Curso en Línea Masivo y Abierto (MOOC) "De Principiante a Avanzado en C: Primeros Pasos" sobre la plataforma de gestión del aprendizaje Open edX, con el objetivo de enseñar los principios básicos de programación en C a un público novato. Esto se llevó a cabo siguiendo una metodología estructurada y bien definida. En el proceso de diseño, implementación y despliegue participó un equipo de tres académicos con experiencia en temas de programación con el apoyo de estudiantes de ingeniería. A continuación, se detalla la metodología utilizada.

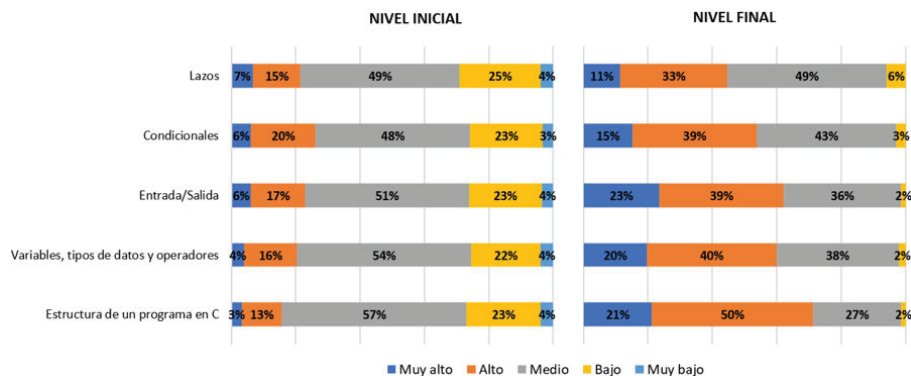


Figura 1. Percepción del nivel de conocimiento de los temas tratados antes de iniciar y al final el MOOC

A. Diseño Instruccional

El curso consistió en 6 módulos sobre el entorno de desarrollo, la estructura de un programa en C, la entrada y salida de datos, instrucciones condicionales, lazos y lazos anidados. Cada uno de estos módulos se desglosó en un grupo de temas relacionados, respaldados por recursos de aprendizaje. Para cada tema, se explicó un único concepto de programación utilizando videos y recursos de texto. Los videos se crearon teniendo en cuenta criterios de contenido, interactividad y duración. Se emplearon ejemplos basados en un caso práctico para ilustrar conceptos, garantizando una comprensión más accesible.

B. Estrategia de Enseñanza

Se usaron varios enfoques de enseñanza como la gamificación, el aprendizaje basado en retos, y la conexión de los conceptos de programación con situaciones de la vida real. Se utilizaron ejercicios de ejemplo para guiar a los estudiantes en la aplicación de los conceptos cubiertos para resolver problemas mediante la programación en C. Además, se desarrolló un programa único de manera incremental a lo largo del curso, manteniendo la cohesión narrativa al emplear el mismo dominio para ilustrar tanto los conceptos como los problemas a resolver.

C. Recursos Interactivos

Los videos de explicación se complementaron con recursos basados en texto e imagen sobre el mismo tema, lo que aseguró la accesibilidad y permitió a los estudiantes repasar rápidamente cuando tenían conocimientos previos del tema. Los ejercicios de desafío, diseñados para resolver retos de programación basados en juegos, involucraron a los estudiantes en una experiencia de aprendizaje más emocionante y práctica.

D. Evaluación Formativa y Sumativa

Se implementaron cuestionarios de evaluación formativa y sumativa en cada unidad, así como ejercicios de programación prácticos con retroalimentación automática que complementaron la evaluación sumativa. Los ejercicios se resolvieron en un entorno de desarrollo en línea integrado en la plataforma; lo que permitió a los estudiantes editar, ejecutar y depurar su código sin salir del entorno de aprendizaje. La

retroalimentación se proporcionó a través de información detallada con consejos para corregir errores.

E. Sesiones de Tutoría y Foros de Discusión

Se llevaron a cabo sesiones de tutoría en línea de manera sincrónica para resolver dudas. Además, se utilizó un foro de discusión como espacio adicional para responder preguntas y brindar apoyo a los estudiantes.

F. Evaluación de Percepciones

Al finalizar el MOOC, se llevó a cabo una encuesta para obtener la percepción de los estudiantes sobre la efectividad de los recursos y estrategias en su proceso de aprendizaje, así como el impacto en sus conocimientos y habilidades en programación.

III. RESULTADOS

Esta sección presenta los resultados obtenidos en la implementación del MOOC y capacitación en el lenguaje C a nivel básico.

El MOOC implementado está disponible y es accesible de forma gratuita a través de la plataforma Open edX mantenida por CEDIA (Corporación Ecuatoriana para el Desarrollo de la Investigación y la Academia)¹. Este fue premiado como ganador del concurso nacional *InnovaMOOC 2022* organizada la corporación mencionada.

El MOOC, hasta ahora, ha sido utilizado para capacitar alrededor de 400 estudiantes novatos que se han enrolado en el curso. De estos, 293 estudiantes provienen de una institución de educación secundaria, quien ha sido beneficiaria de un proyecto de vinculación de la EPN. Estos estudiantes, que provienen del décimo año de educación básica y primero, segundo y tercer año de bachillerato, son programadores novatos. De hecho, el 89% manifestó no tener ningún tipo de conocimiento del Lenguaje C.

De los 293 estudiantes de secundaria que iniciaron el curso, 232 (79%) lo aprobaron. Este grupo obtuvo una media de 8.01 sobre 10. Aunque la alta tasa de aprobación y el promedio mencionado ponen de manifiesto la eficacia del curso, profundizamos en la percepción de los estudiantes acerca de la mejora de sus habilidades y la contribución de los

¹ MOOC "De Principiante a Avanzado en C: Primeros Pasos"
https://educacionvirtual.cedia.edu.ec/courses/course-v1:CEDIA+EPN-INNOVA22-001+2023_T1/course/. Last access: June 11, 2023.

recursos empleados en el proceso de aprendizaje del Lenguaje C en el nivel básico.

Como se ilustra en la Fig.1, el nivel de percepción al finalizar el MOOC revela mejoras significativas en todos los temas tratados. Comparando con el nivel de percepción antes de iniciar el MOOC, los alumnos experimentaron un progreso notable. No hubo alumnos con un nivel de conocimiento "muy bajo" en ningún tema, y el nivel "bajo" disminuyó de alrededor del 20% a menos del 7%. Así, el MOOC demostró ser eficaz para elevar el nivel de conocimiento de los alumnos.

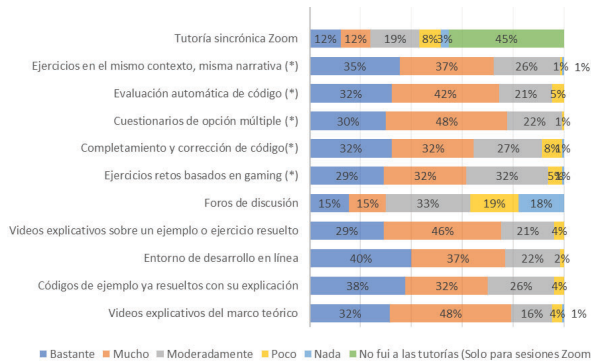


Figura 2. Percepción de la contribución de los recursos y estrategias empleadas en el MOOC

Por otro lado, como puede verse en la Fig. 2, aparte de los foros de debate y las sesiones de tutoría sincrónica de Zoom, el 75% de los estudiantes, en promedio, expresaron que los recursos y estrategias utilizados contribuyeron "mucho" y "bastante" a su proceso de aprendizaje.

IV. DISCUSIÓN

A. Presente en las herramientas para el aprendizaje de programación

Los estudiantes ya se benefician de recursos como videos explicativos que desglosan conceptos y ofrecen ejemplos prácticos. No obstante, la generación de videos actualmente es sumamente laboriosa y mayoritariamente manual, por lo que requiere de una cantidad de recursos considerable.

Por otro lado, la evaluación automática de código se ha convertido en una herramienta valiosa para proporcionar retroalimentación inmediata. Aunque estas herramientas están marcando una diferencia positiva en la educación de programación, su evolución se encuentra en constante desarrollo, pues actualmente se enfoca en identificar errores y brindar soporte al profesor (dejando en un segundo plano al estudiante).

Finalmente, si bien la gamificación puede mejorar la participación y motivación de los estudiantes, es crucial encontrar un equilibrio entre los elementos de juego y el contenido educativo. Poner demasiado énfasis en los aspectos lúdicos podría distraer a los estudiantes de los objetivos de aprendizaje fundamentales

B. Futuro en las herramientas para el aprendizaje de programación

El futuro de las herramientas para mejorar el aprendizaje de programación podría quedar demarcado por aquellas herramientas mejor percibidas por los estudiantes (videos explicativos sobre conceptos y ejemplos, entorno de desarrollo en línea, y evaluación automática de código) y por el surgimiento de manera masiva y comercial de las aplicaciones de IA.

Inicialmente, el proceso de creación de recursos de video puede hacer uso de la IA para para generar guiones a usarse en el desarrollo de los videos, generar sugerencias de ejemplos y retos, para obtener soluciones iniciales a los ejemplos y retos, entre más posibilidades. Asimismo, la evaluación automática de código se puede beneficiar de la IA para brindar diferentes tipos de retroalimentación, y para aprender de los patrones del estudiante y brindar retroalimentación más personalizada. Justamente este tipo de avances deberán trabajar conjuntamente o ser integradas directamente en los entornos de desarrollo en línea, que ya de por sí son bien recibidos, aparentemente por su versatilidad y facilidad.

Es necesario resaltar que aún el papel de los profesores es fundamental para garantizar el éxito del uso de las herramientas de IA dentro de los procesos de aprendizaje. Por ejemplo, en los párrafos previos se puede notar que la definición de contenidos a tratar no le hemos asignado a la IA, sino que consideramos que aún la debe realizar un profesor; asimismo, será necesaria su supervisión para garantizar que los guiones, ejemplos y ejercicios vayan alineados a los objetivos de aprendizaje que se quieren conseguir en los estudiantes. Lo mismo sucede en el caso de la retroalimentación automática; por ejemplo, aún se necesita del profesor para que pueda determinar y habilitar los tipos de retroalimentación más adecuados dependiendo del nivel de conocimientos de los estudiantes. El libre albedrío en el uso de la IA por estudiantes que inician su camino de aprendizaje de programación podría llevar a entendimientos erróneos, caminos de aprendizaje más complejos, o a tener situaciones de mayor frustración.

V. CONCLUSIONES

La creciente demanda de habilidades en programación en la sociedad digital actual ha sido reconocida a nivel global, y Ecuador no es la excepción. La necesidad de programadores capacitados se hace evidente, con un déficit de 9000 programadores al año en el país. Además, la programación no solo es esencial para la formación técnica, sino que también fomenta habilidades como la creatividad, el trabajo en equipo y la comunicación global.

La implementación del MOOC "De Principiante a Avanzado en C: Primeros Pasos" surge como una respuesta a esta necesidad. El enfoque metodológico adoptado en el diseño, implementación y despliegue del curso ha demostrado ser eficaz para enseñar los principios básicos de programación en C a un público novato. La utilización de estrategias como la gamificación, el aprendizaje basado en retos y la conexión con situaciones de la vida real ha facilitado el proceso de aprendizaje y ha permitido a los estudiantes adquirir conocimientos y habilidades de manera efectiva.

Los resultados obtenidos indican que el MOOC ha tenido un impacto positivo en los estudiantes, elevando sus niveles de conocimiento en programación. Los recursos y estrategias empleados, como videos explicativos y ejercicios de desafío, han sido altamente valorados por los estudiantes y han contribuido significativamente a su proceso de aprendizaje.

La introducción de la inteligencia artificial (IA) en la educación y el aprendizaje de programación es un paso importante hacia el futuro. La IA puede mejorar la generación de contenidos, ofrecer retroalimentación personalizada y liberar a los educadores y programadores de tareas repetitivas. Sin embargo, se destaca la importancia de la supervisión y guía de los profesores para asegurar que la IA se utilice de manera efectiva y coherente con los objetivos educativos.

El MOOC implementado y los resultados obtenidos resaltan la importancia de abordar la educación en programación de manera innovadora y adaptada a las necesidades actuales. La combinación de recursos tecnológicos, estrategias pedagógicas y la integración de la inteligencia artificial augura un futuro prometedor para el aprendizaje de programación.

REFERENCIAS

- [1] R. Vuorikari, S. Kluzer, y Y. Punie, «DigComp 2.2: The Digital Competence Framework for Citizens - With new examples of knowledge, skills and attitudes», Publications Office of the European Union, 2022. doi: 10.2760/115376 (online), 10.2760/490274 (print).
- [2] N. U. CEPAL, «Un camino digital para el desarrollo sostenible de América Latina y el Caribe», CEPAL, nov. 2022. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/48460>
- [3] M. Padulla, «Informe de Empleabilidad en Ecuador 2021», Red por el Futuro del Trabajo, 2021.
- [4] N. Dávalos, «Estos son los profesionales tecnológicos más demandados por las empresas», Primicias, 2021, [En línea]. Disponible en: <https://www.primicias.ec/noticias/tecnologia/profesionales-sector-tecnologico-empesas/>
- [5] D. Casacuberta, «Programar: una nueva competencia digital básica – Praxis y políticas de capacitación digital», [En línea]. Disponible en: <http://alfabetizacio-digital.recursos.uoc.edu/praxis-politiques/es/1-4-3-programar-una-nueva-competencia-digital-basica/>
- [6] World Economic Forum, «Future of jobs 2023», 2023. [En línea]. Disponible en: <https://www.weforum.org/reports/the-future-of-jobs-report-2023/in-full>
- [7] A. Mok y J. Zinkula, «ChatGPT may be coming for our jobs. Here are the 10 Jobs most likely to replace», Bus. Insid., jun. 2023, [En línea]. Disponible en: <https://www.businessinsider.com/chatgpt-jobs-at-risk-replacement-artificial-intelligence-ai-labor-trends-2023-02>
- [8] U. S. D. of E. O. of E. Technology, «Artificial Intelligence and the Future of Teaching and Learning», may 2023. [En línea]. Disponible en: <https://tech.ed.gov/ai-future-of-teaching-and-learning/>