



## Desarrollo de recursos educativos Personalizados con IA

Mgtr. Erika Ascencio Jordán. PhD(C)  
Mgtr. Ingrid Gabriela León Baquerizo  
Mgtr. Sofía Aracelly Ricaurte Peñafiel

## **Desarrollo de recursos educativos Personalizados con IA**

■

Mgtr. Erika Ascencio Jordán. PhD(C)  
Mgtr. Ingrid Gabriela León Baquerizo  
Mgtr. Sofía Aracelly Ricaurte Peñafiel

Este libro ha sido debidamente examinado y valorado en la modalidad doble par ciego con fin de garantizar la calidad científica del mismo.

© Publicaciones Editorial Grupo Compás  
Guayaquil - Ecuador  
compasacademico@icloud.com  
<https://repositorio.grupocompas.com>

Diseño de la portada es de: Ariadna Tirado Pereira



Ascencio, E., León, I., Ricaurte, S. (2024) Desarrollo de recursos educativos Personalizados con IA. Editorial Grupo Compás

#### **Compilador**

Mgtr. Erika Ascencio Jordán. PhD(C)

#### **Autores**

© Mgtr. Erika Ascencio Jordán. PhD(C)

Mgtr. Ingrid Gabriela León Baquerizo

Mgtr. Sofía Aracelly Ricaurte Peñafiel

**ISBN: 978-9942-33-832-7**



El copyright estimula la creatividad, defiende la diversidad en el ámbito de las ideas y el conocimiento, promueve la libre expresión y favorece una cultura viva. Quedan rigurosamente prohibidas, bajo las sanciones en las leyes, la producción o almacenamiento total o parcial de la presente publicación, incluyendo el diseño de la portada, así como la transmisión de la misma por cualquiera de sus medios, tanto si es electrónico, como químico, mecánico, óptico, de grabación o bien de fotocopia, sin la autorización de los titulares del copyright.

*Dedicatoria*

A **DIOS** por todas sus bendiciones

***UNIVERSIDAD QUE NO INVESTIGA NO  
ES UNIVERSIDAD,  
Y SI NO PUBLICA NO EXISTE***

En relación con la Agenda Educación 2030, los lineamientos para el presente decenio plantean el rol central de las tecnologías digitales para operar sobre la gestión institucional, el currículo, las estrategias pedagógicas y de formación, el fortalecimiento de los aprendizajes y la evaluación entendida de manera integral y sistemática. Este alineamiento es observable a partir de la existencia de políticas de inclusión digital para el área de educación en la gran mayoría de los países de la región, en tanto se asume que se trata de una condición indispensable para garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad, que habilite el acceso a la información, la producción de nuevo conocimiento, la participación ciudadana y el aporte significativo a la construcción social.

## *Tabla de contenido*

|   |    |
|---|----|
| Capítulo 1 .....  | 11 |
| Estrategias pedagógicas para la enseñanza de la programación<br>utilizando IA .....                           | 11 |
| Capítulo 2 .....  | 40 |
| Evaluación del impacto de la IA en el rendimiento académico en<br>cursos de programación.....                 | 40 |
| Capítulo 3 .....  | 57 |
| Desafíos y oportunidades en la enseñanza de la programación<br>orientada a IA en entornos universitarios..... | 57 |
| Capítulo 4 .....  | 81 |
| Desarrollo de competencias en programación y IA: un análisis<br>comparativo entre universidades .....         | 81 |
| Bibliografía .....  | 99 |



# **Capítulo 1**

## **Estrategias pedagógicas para la enseñanza de la programación utilizando IA**

### **Introducción a la programación y la inteligencia artificial**

Las problemáticas de la sociedad actual hacen necesaria una nueva manera de pensar sobre diferentes fenómenos que evidencian diversos comportamientos y requieren ser categorizados y analizados previamente. De cara a dicha situación, la inteligencia artificial (IA) se puede configurar como una excelente herramienta que ofrece un conjunto de técnicas, metodologías y posibilidades que permiten modelar el conocimiento humano, así como diferentes comportamientos y procesos facilitadores de la toma de decisiones, el cual se sitúa en el corazón de la IA y se apoya en diversos métodos y teorías concernientes a su formalización, siendo éstos el núcleo sobre el que se sustenta su desarrollo.

Esa configuración permite obtener computacionalmente fenómenos naturales y humanos y constituye una propuesta didáctica elaborada a partir de un estudio detallado de diferentes características de las prácticas escolares, como el carácter exploratorio y manipulativo con objetos de aprendizaje interactivo para construir, visualizar y evaluar modelos didácticos que permitan definir y ejecutar problemas y proyectos, a través de una tarea colaborativa entre iguales con acompañamiento personalizado.

La programación, por otro lado, no es una ciencia autónoma e independiente como la Biología, sino una rama de la Informática que precisamente se ocupa de apropiarse de las utilidades y apli-



caciones del automóvil, diseñar el hardware que representa el sistema nervioso artificial compartido entre el hardware y el programa y, finalmente, ensamblar, conexión un entorno favorable a la Gran explosión de las aplicaciones y conocimientos imprescindibles para pilotar con precisión, sin la aleatoria filia SUPINA, todas esas herramientas y aplicaciones que estos subsistemas deberán arrastrar.

### ***Definiciones y conceptos clave***

Enseñar a programar a menudo es presentado como un reto importante, ya que el acto de programar integra diversas habilidades. Tanto la identificación de problemas como la generación de posibles soluciones se materializan a través de un lenguaje formal y el uso de un conjunto de competencias lógico-matemáticas, lo que hace de la programación una de las disciplinas más singulares del currículum de la especialidad de informática.

Desde hace décadas se ha utilizado la IA como un recurso educativo que adapta automáticamente sus estrategias y metodología teniendo en cuenta las necesidades y los perfiles de los estudiantes. Además, la generación de entornos de programación con funcionalidades de IA para la detección y corrección de errores que sacan al docente del rol, potencian nuevas posibilidades para el aprendizaje en esta disciplina. A este ámbito se suele denominar tutoría inteligente (Intelligent Tutoring Systems).

Por otro lado, el cuestionamiento de la utilidad y los beneficios del aprendizaje de la programación en todas las edades ha derivado en las definiciones de conceptos relacionados con la competencia de la programación y su enseñanza/aprendizaje. Así, desde la publicación en 2006 del informe final de la comisión Interdisciplinary European Program "Information Society and Technology", se estableció el concepto de las Competencias Clave (CCBB, por sus siglas en inglés), entendido como la habilidad

para emplear de forma competitiva y razonable las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones.

### **Fundamentos pedagógicos en la enseñanza de la programación**

Para la enseñanza de la programación, se han centrado en el conocimiento centrado en la computadora, declarativo y procedimental del sujeto, sin considerar los aspectos conceptuales o epistemológicos que esta disciplina moviliza. En concordancia con, los profesionales que aprendieron por ellos mismos en el empleo cometen errores por falta de conocimientos de aspectos teóricos, debido a la exigencia laboral de tiempo para aplicar en conceptos obsoletos o a los procedimientos de enseñanza superior.

en su estudio ubicaron indicios de falta de apoyo en la construcción del conocimiento, contradicción y errores entre lo que el docente involucra y el contenido del concepto de programación sin la comprensión de la selección y el subconjunto de problemas, lo que implicaría una enseñanza sin sentido ni propósito. En este aspecto, comparó la programación con el conocimiento a nivel de procedimientos o estratégicos para complacencia o método para controlar.

A la hora de evaluar la resolución de problemas, la programación asume el control del medio. Los referentes epistemológicos de la enseñanza comenzaron a considerar al conocimiento como un producto social que se caracteriza por ser mutable y necesario para alcanzar el objetivo docente, adquiriéndose a través de la actividad conjunta de los sujetos. De esta manera, campos afines a la técnica o la ciencia, como la programación, deberían ser enfocados desde este paradigma denominado socioconstructivista.

concuera con lo anterior a través de un estudio, mediante el análisis de conocimientos adquiridos de más de un centenar de

profesionales informáticos, ganados no mediante el desempeño sistemático de su oficio, sino adquiridos crispadamente en situaciones rupturales.

### ***Teorías del aprendizaje aplicadas a la enseñanza de la programación***

Las teorías del aprendizaje brindan la fundamentación teórica acerca de cómo los estudiantes adquieren conocimientos y habilidades. El profesor o tutor debe conocer las varias teorías del aprendizaje para seleccionar la que le presentará un modelo instruccional y las estrategias de aprendizaje más convenientes para su intervención, de acuerdo a los objetivos propuestos y nivel de desarrollo de los estudiantes.

Existen diversas teorías del aprendizaje, pero entre las más conocidas podemos mencionar: conductismo, cognitivismo, constructivismo y constructivismo social. Estas teorías se aplican de una u otra forma en las diversas corrientes didácticas de la enseñanza. Cabe destacar que a lo largo de la historia de la educación, las teorías del aprendizaje han ido evolucionando, aportando conceptos y estrategias que se han ido introduciendo y afianzando en la enseñanza y la educación.

En el presente artículo se aplicará el constructivismo de Piaget (1896-1980), el constructivismo sociocultural de Vygotsky (1896-1934), el modelo de aprendizaje basado en actividades y el modelo de aprendizaje basado en b-learning. El constructivismo de Piaget (1896-1980) considera el aprendizaje como un proceso activo del estudiante, el cual construye sus propias estructuras mentales al interactuar con el medio y con los instrumentos de conocimiento, desarrolla estrategias para la resolución de problemas, nuevas interpretaciones o la adquisición de habilidades. Piaget distingue dos procesos importantes del aprendizaje: la

asimilación, que es el proceso mediante el cual los alumnos organizan la información nueva con la que ya disponen en sus esquemas previos, y la acomodación, donde estos esquemas cambian o se modifican por la influencia de información nueva con la que el alumno no puede relacionarla.

El aprendizaje significativo es una idea propuesta por Ausubel, quien plantea que el factor más importante en el aprendizaje del estudiante es si el material es nuevo para él y de qué forma. Se basa en el hecho de que una buena cantidad de información puede ser fácilmente retenida si tiene sentido para el receptor, esto consiste en una aplicación de situaciones ya conocidas por el receptor para lo que significa el material nuevo.

### ***Diseño de currículos y planes de estudio***

Ante el aporte que la programación visual por medio de bloques y las técnicas de IA pueden ofrecer en cuanto a resultar técnicas menos complejas para su abordaje que el de la alta programación, las universidades y grandes centros de estudio otra forma para solucionar el problema es la vinculación de currículos que integren estrategias de IA en áreas que tradicionalmente tienen mucha relación en consonancia a las necesidades actuales de comunicación en redes y tecnologías diversas entre reglidades de lectura de IA y programación Educativa, quizá una de estas no arte si seguimiento del aprendizaje dentro de los escenarios virtuales. La gran variabilidad de entornos de programación visual para edades tempranas, así como sus correcciones e incidencia de los otros enfoques se constituyen en una o no-por parte de los más jóvenes.

Otra de las formas de enfocar la programación en su aprendizaje e integración de las TIC en los planes de estudio es that of a unidad didáctica como en "Programamos en clase", 2019. Aunque su intención sea dotar a profesores de las unidades necesarias en

el aprendizaje de la programación siendo nosotros capaces de realizar nuestras propias cosas, consideramos interesante tener conocimientos de lo desarrollado. Los profesores suelen emplear múltiples métodos a la vez que movíamos antes y hemos comentado informa los learning y colaborativo.

### **Integración de la inteligencia artificial en la enseñanza de la programación**

La enseñanza es una aplicación tradicional de la ciencia y la inteligencia artificial que posee un área propia de investigación, la denominada inteligencia artificial educativa (IAE), que utiliza técnicas de inteligencia artificial para la mejora de los procesos de enseñanza-aprendizaje. De hecho, la inteligencia artificial y la programación están especialmente indicados para la enseñanza de gran cantidad de conceptos curriculares, principalmente en los cursos de ciencias, pero prácticamente en todos los campos. Además, ofrece la oportunidad de motivar a los alumnos a través de una fuente prácticamente inagotable de actividades, dada la posibilidad de generación automática de problemas. Lo cual pone de manifiesto el valor didáctico de la combinación de ambas materias.

Las estrategias de aprendizaje varían según las características del alumnado, el sistema educativo y los objetivos curriculares del curso, de ahí que en la literatura podamos encontrar una gran cantidad de experiencias utilizando IAE siguiendo diferentes paradigmas de enseñanza, así como con diferentes objetivos curriculares y para un amplio espectro de asignaturas.

Son varios los trabajos que están llevando a cabo equipos docentes con el objetivo de hacer del aprendizaje de la programación una experiencia más cercana y nativa aprovechando, en muchos casos, las funcionalidades existentes en cada LMS. Este trabajo

pretende presentar la generación, mejora y adaptación de estrategias de enseñanza-aprendizaje basadas en IA y cuyas motivaciones son principalmente didácticas y adaptadas a estas técnicas que se están utilizando en la UNIR y que presentaremos en las siguientes secciones.

### ***Aplicaciones de la IA en la educación***

Se ubican en 141,660 empresas, de las cuales el 10.1% dedican sus actividades exclusivamente al desarrollo de aplicaciones (software), mientras que el 10.2% están vinculadas a la producción de videojuegos. En conjunto, el 43.7% de las empresas TIC tienen entre sus objetivos el desarrollo y aplicación de tecnología centrada en la lógica de la Inteligencia Artificial. Asimismo, el 78.6% de las mipymes y grandes empresas señalaron que conocen estas tecnologías (IA) implicadas en el desarrollo de sus videojuegos y aplicaciones.

La participación de Inteligencia Artificial en el ámbito corporativo y universitario es considerable. La representación de las aplicaciones de la IA a nivel corporativo se concentra principalmente en las medianas y grandes empresas. Tanto las universidades como las pequeñas (micro) y medianas empresas tienen sus aplicaciones de IA segmentadas en: Aplicaciones propias (universidades) o enfocadas al desarrollo del conocimiento (empresas). Estos resultados reafirman que la mayor participación de la IA a nivel empresarial, sobre todo a nivel micro y pequeña, se encuentra ligada al objeto de formación de recursos humanos especializados o dominio científico y no a las especificaciones técnicas tanto de desarrollo como de programación que son utilizadas para el desarrollo de su investigación, servicios y/o productos.

## ***Ventajas y desafíos de la integración de la IA en la enseñanza de la programación***

Con la creación del actual modelo e-learning blended, sucede algo similar, ya que estamos saturando las webs de aplicaciones con módulos independientes que, salvo por ser complementarios, no tienen nada que ver los unos con los otros. En realidad, el modelo de aprendizaje asimilacionista de Mass Media ya no encaja en la era de Internet y en las webs de aplicaciones actuales. describen cómo el e-learning entró en los ciclos de las crisis mediáticas que cada concepto/media/topics social genera, en las que, tras superarse el entusiasmo popular inicial ("hype cycle"), se entra en una fase de decadencia especulativa ("trough of disillusionment") que supera el análisis de e-learning con los ciclos económicos temporales keynesianos. los casos del boom y declive de negocios online nos indican que realmente no hicimos website, sino webapliveness, y que, en este mundo –como en el mercado de PETs-, la falta de sobrados conocimientos en el área y el apoyo de la (Practical competences) Business Intelligence data can be harmful.

Entre los desafíos, primero tenemos el de lograr que las aplicaciones desarrollen PA competencias que apoyen los conceptos científicos subyacentes. En los inicios de la informática Biología enseñanza de la programación mediante tareas vinculadas a la creación de simulaciones mundo conectado en red; con el paso del tiempo, la materia fue parcelándose en asignaturas de 'informática general' en las que ya no se fomentaba los conceptos biológicos; finalmente, la irrupción del fenómeno 'juegos de realidad general' (primero, los Pokemones; recientemente, el Pokémon GO) modificó la noción de biología para bien y para mal: la secuenciación de genomas y el invento de las herramientas de traducción biológica hasta el CFR se acertó y convirtió (sobre todo con la llegada de aplicaciones enormemente seductivas y bien jugables, como el

propio SimCity) museística; hasta que la Comisión Europea planteó el correo pionero proyecto artificiallife.mu en la nueva convocatoria.

## **Metodologías activas y participativas en la enseñanza de la programación**

El uso de estrategias pedagógicas que fomenten el aprendizaje activo se considera una de las claves para promover el interés y conocimientos de sus estudiantes. Las metodologías activas y participativas, incluidas en el modelo pedagógico tradicional, defienden la importancia de la participación activa del alumnado en la planificación, ejecución y evaluación de su aprendizaje, siendo el abordaje de los contenidos desde una perspectiva práctica y significativa mediante el uso de herramientas, como las que emergen de la Inteligencia Artificial (IA).

Para aplicar un planteamiento pedagógico que atienda a los tipos de contenidos declarativos, procedimentales y actitudinales, pudiendo promover diferentes vías de acceso a la información, procesamiento de la misma y realización de operaciones intelectuales asociadas, se expondrán diferentes posibilidades didácticas, teniendo una entidad de gran relevancia, por un lado, la formulación de preguntas (reformulando y aumentando el número de propuestas en comparación a modelos SRL clásicos) mediante aplicaciones creadas a partir de deep learning, y, por otro lado, la composición de procedimientos más completos y extensos a partir de bloques individuales con la ayuda de agentes. Serán los propios alumnos quienes delimitan las etapas a considerar en la resolución de cualquier situación problemática encontrada. El papel que tienen que adoptar en cada una de ellas determina si sus decisiones se encuentran más alineadas o no con los resultados propuestos.



### ***Aprendizaje basado en proyectos***

Luego, cada uno de esos módulos va desplegando su potencial proveyendo bloques pre-hechos, que pueden ser combinados incluso con algún grado de anidamiento, para crear algoritmos avanzados que alcanzan casi la potencia de un lenguaje de programación más textual.

De esta manera, durante la creación del proyecto el estudiante no está escribiendo código, por lo que está alejado de la sintaxis de un lenguaje, pero sí está utilizando la base de la programación a través del pensamiento algorítmico, y axiológicamente se constituirá, en tanto desarrollador de soluciones que respondan a la tarea solicitada. Al final, los algoritmos creados se convertirán en códigos, al igual que en la programación textual, en etapa final, y serán leídos y analizados por la IA para garantizar el propósito de la instrucción.

En ese sentido, Hayes argumenta que no es suficiente enseñar algorítmica sin centrarnos en la técnica y táctica que se van a desarrollar respecto al problema a resolver, recordando Nievergelt cuál es la intención pedagógica del programa que se escribe, cuáles son los datos de entrada y la relación que tienen con los de salida, y qué partes del problema se tratarán mediante el código.

### ***Aprendizaje colaborativo y en equipo***

El aprendizaje colaborativo es una metodología que promueve lazos entre quienes aprenden, no una competición a la hora de adquirir conocimientos, enseñar habilidades sociales a los estudiantes, darles recursos para aprender unos de otros. Generar un ambiente en el propio aula en el que las preguntas de unos sean contestadas por los propios alumnos y el docente sea un elemento orientador y no proveedor de información. A su vez permite compartir conocimientos y nuevas habilidades, preparar al alumnado para la complejidad y la diversidad de sus experiencias futuras.

El aprendizaje colaborativo estructura la clase como un entorno de aprendizaje cooperativo de nuevo, con la idea básica de que los estudiantes trabajan juntos en el desarrollo de tareas que tienen un objetivo común, esto fomenta, en líneas generales, la potenciación de habilidades de comunicación, resolución de problemas, trabajo en equipo, esfuerzo colectivo para alcanzar objetivos, empatía hacia los miembros del grupo y potencia el aprendizaje entre iguales.

En la idea de Greening (2003), las dinámicas de trabajo de tipo colaborativas proporcionan a los alumnos una serie de satisfacciones importantes, lo cual redundará en modos y actitudes positivas hacia el trabajo intelectual controlado o no por el docente. De este modo, la clase se torna, para el alumno y para el docente, en algo de gran atractivo. El aprendizaje en equipo fomenta la responsabilidad compartida, se analizan problemas o situaciones variadas, el aprendizaje se origina en preguntas surgidas de un proceso de búsqueda colectiva.

## **Herramientas y recursos tecnológicos para la enseñanza de la programación con IA**

5.1 Entorno Scratch 3.0 Scratch, del MIT, es el entorno de programación por bloques más popular, cuyos objetos (sprites) se programan cada uno por separado con bloques de funciones que se agrupan por colores. A partir de la tercera versión (actualmente, Scratch 3.0) existe un módulo experimental en el que se puede programar un objeto (denominado extensión) a nivel global para el resto de sprites, mediante hilos independientes y con variables de ámbito de clase. Las extensiones son desarrolladas utilizando TypeScript y encajadas en un iframe HTML inyectado; el aspecto de las extensiones es parecido a los bloques de funciones de un sprite, pero el usuario "mime" los bloques.

5.2 Entorno AiForScratch AiForScratch ("Aula invertida para Scratch") is an educational platform specifically designed to teach programming with the combination of Scratch with Arduino, and the possibility of preparing "Flipped Classroom" activities where students can see a theoretical video, perform multiple practices of increasing complexity and solve quizzes about contents in the theory. This application involves several well-known pedagogical approaches which have proven their effectiveness in the development of student programming skills (a constructivist approach, "Flipped Classroom", including educational robotics and the use of real devices through prototyping platforms such as Arduino). The tool allows to personalize an extensive number of parameters for the exercises and dispatches to the included student management system, which has developed a pedagogical virtual learning environment based on the Moodle virtual campus.

### ***Plataformas de programación visual***

Una alternativa entre las numerosas plataformas de programación visual fuera de la web, Microsoft Kodu es un lenguaje específico de dominio visual orientado para desarrollar videojuegos, con dos características especialmente interesantes para su utilización en el contexto educativo. Kodu se puede clasificar dentro de la familia de los Lenguajes Específicos de dominio (DSL) pero con un nivel considerable de sofisticación. IDE de RoboMind, entorno multiplataforma, a caballo entre la programación visual y textual. RoboMind tiene una versión gratuita para uso educativo realizada en Java. Desarrollado por investigadores de la Universidad de Groningen (Países Bajos).

A la hora de enseñar programación, RoboMind se basa en un robot virtual que se puede explicar moviendo sobre el tablero con diferentes primitivas programáticas, y luego se programa (casi) igual mediante una versión simplificada de Language Algorithm Design (LAD).

Para las plataformas de desarrollo web existen en la actualidad una numerosa variedad de alternativas para enseñar a programar, un niños a partir de cuatro años hasta adultos, podemos encontrar entornos visuales de programación, un ejemplo es Code.org, nos encontramos con un entorno de programación visual que podemos usar para iniciarnos en programación bajo un lenguaje similar a JavaScript.

Vamos a ver la misma secuencia seleccionando la opción de aprendizaje de este sitio. En primer lugar, si pulsamos en Code Studio y luego en el nivel que nos interese, por ejemplo Curso 2, vemos que nos propone gráficamente una explicación de las sentencias básicas de programación como la secuencia, el bucle mientras (y) y el bucle condicional (si). Hasta nos piden que usemos la sentencia repetir como hicimos durante todo el curso anterior. Por último, si seleccionamos Condiciones hay una explicación gráfica de la misma. La página propone cuestiones que debemos solucionar, como en un juego de preguntas y respuestas, antes de finalizar el nivel.

### ***Simuladores y entornos virtuales***

Entre las mejores prácticas que se reportan en el ámbito educativo para la enseñanza de habilidades prácticas y de resolución de problemas está el uso de simuladores y entornos virtuales, ya que estos proporcionan un ambiente de aprendizaje de bajo riesgo, especialmente en aquellos campos donde los costos de pruebas son elevados. En el caso de la programación, la experimentación es quizás el método más común en el proceso de enseñanza-aprendizaje, desde la ejecución directa de los códigos, pasando por el uso de plataformas que permiten la visualización del código ejecutándose, hasta el uso de entornos de programación (ID) o de simuladores específicos.

Un simulador de software es una aplicación que permite al usuario realizar acciones en un entorno virtual, con el objetivo de representar el comportamiento de un sistema real (hardware) o de una actividad que el usuario desea o necesita emular. La utilización de los simuladores va desde el final de los años 60 del siglo pasado, con el desarrollo de iniciales lenguajes de simulación (Simula-67), hasta nuestros días con la capacidad de desarrollo de aplicaciones virtuales, avance en la potencia de cálculo, que ha servido para potenciar la imagen visual y el empleo de agentes que presentan una simulación más inmersiva.

Al inicio del siglo XXI, el concepto de simulador poseía una connotación más técnica que pedagógica en el seno de la sociedad española. Por tanto, no era demasiado difícil afirmar lo que consideramos su concepción más habitual: un gestor de escenarios básicamente diseñado con el objetivo de constituir un ámbito visual lo suficientemente creíble con el que ensayar situaciones. Pero a principios del 2006 salió del mercado una de las barreras pedagógicas más representativas en el mundo hispánico: los recursos VRD (Virtual Reality Developer), que comienzan a aparecer tras ser testados por Ciberlink, Areopagodo, Pluto, Paréntesis y Montelo.

El hecho ha dado un vuelco a la idea de simulador como dispositivo de ensayo y entrenamiento, del milagro de ciertos milagros del aprendizaje experiencial aunando narración, aprendizaje a partir de personajes en su escenario, entrenamiento sin castigo y retroacción que yerro a yerro comienza a aparecer en escena un milagro: el apartado de uso inclusivo.

## **Evaluación y retroalimentación en la enseñanza de la programación con IA**

Al tratarnos de entornos digitales y al contar con información sobre las acciones que llevan a cabo los usuarios, no sólo podemos aplicar técnicas de evaluación con algoritmos de IA para conocer el grado de consecución de los objetivos, sino que podemos emplear dicha información para llevar a cabo modificaciones en el comportamiento del entorno de aprendizaje o un ajuste de los contenidos que se están mostrando. Por tanto, contar con algoritmos de IA para la evaluación y la retroalimentación de los estudiantes en la enseñanza de la programación es fundamental: aportan una información muy valiosa en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

En relación a la evaluación, varios autores proponen algoritmos basados en técnicas de inteligencia artificial para utilizar en la evaluación, como: aprendizaje profundo, redes neuronales, entre otras, que aprovechan el potencial de la minería de datos a través de técnicas de descubrimiento de conocimiento en bases de datos. Los algoritmos basados en inteligencia artificial aplicados a la evaluación del usuario, conocidos como monitoreo y modelización del estudiante, aprovechan el potencial de la minería de datos a través de técnicas de descubrimiento de conocimiento en bases de datos.

Por otro lado, la retroalimentación mejora la calidad del proceso de enseñanza-aprendizaje, y existen autores que proponen técnicas basadas en inteligencia artificial que aprovechan el potencial de la minería de datos mediante técnicas de descubrimiento de conocimiento en bases de datos, brindando una mejora genuina al aprendizaje del estudiante. Los algoritmos de inteligencia artificial se han consolidado como herramientas muy útiles en la adaptación del contenido didáctico al conocimiento y situación del estudiante. Las herramientas de inteligencia artificial también

se han utilizado para promover la visualización de diferentes aspectos del código por parte del estudiante, y a pesar de la existencia de distintas herramientas, ninguna de ellas está dirigida a un entorno específico de programación en bloque. (Lee et al.2020)

### ***Tipos de evaluación en el contexto de la programación y la IA***

En el caso de ser utilizado en el aprendizaje de programación o IA, la evaluación debería ir más allá de la realización de los ejercicios concretos de programación o de los proyectos, la utilización de un sistema de gestión de aprendizaje con seguimiento de lo que los estudiantes hacen en la plataforma u otro tipo de pruebas cognitivas.

Por ello, el uso de herramientas de visualización del código, la realización de investigaciones sobre los patrones de trabajo de los estudiantes, el uso de pruebas automatizadas generadas a la vez que se generan los ejercicios de programación, la identificación de tendencias de aprendizaje y de problemas y la identificación de necesidades concretas de los estudiantes a través del uso de técnicas de aprendizaje automatizado son esenciales para identificar las características personales de los estudiantes.

El uso de técnicas de aprendizaje automático en línea de los datos obtenidos en el proceso enseñanza-aprendizaje puede mejorar sobremedida la calidad de la enseñanza. El uso de estas técnicas para conocer más sobre los modelos de los estudiantes, de tal forma que estos sean mucho más representativos de la capacidad de los estudiantes para resolver los problemas, los usos de la IA para la generación automática de ejercicios (considerando las diferencias individuales de los estudiantes) o el uso de la IA para garantizar la calidad de los ejercicios propuestos y la validez de incluso otro tipo de material sería posible y altamente beneficioso.

### ***Técnicas efectivas de retroalimentación***

Asimismo, al evaluar el desempeño de los estudiantes y llevar a cabo acciones de control para actuar sobre su rendimiento, los docentes utilizan indicadores que les permiten tomar decisiones con el máximo conocimiento sobre el proceso educativo. En este contexto, los estudiantes deben recibir alimentación en el momento oportuno, cuando es más probable que pueda influir en su resultado.

De igual forma, investigadores de inteligencia artificial buscan la forma de utilizar el aprendizaje mediado por máquinas para implantar estrategias de retroalimentación en los entornos de aprendizaje, mediante el desarrollo de modelos de diagnóstico que analizan los datos del proceso de aprendizaje de los estudiantes para ofrecerles información útil sobre su desempeño. (Karsenti et al.2020)

La retroalimentación o feedback pone a disposición del estudiante el estado de su proceso de aprendizaje y realiza recomendaciones, alternativas por seguir para superar sus deficiencias. Las perspectivas global y parcial se combinan para ofrecer al estudiante una visión clara de su proceso; esto resulta ya de vital importancia para toda lección que se imparta de forma activa. Es aconsejable trabajar para establecer un ambiente de aprendizaje propicio a la enseñanza, espacio en el cual el alumno se sienta seguro para participar de su proceso y no tema ser evaluado o criticado de forma dura, ese es el papel de una retroalimentación constructiva.

Comprender el papel de la retroalimentación permite entender necesidades del estudiante, por lo que es fundamental considerar sus expectativas, orientarlas a ser metas reales, así como



elaborarla con cohesión. Lamentablemente, el papel de la retroalimentación muchas veces se desaprovecha, por ello su ausencia puede ofrecer ventajas y desventajas.

## **Innovaciones y tendencias en la enseñanza de la programación con IA**

La educación del futuro (i.e. 2050-2100) observará avances significativos en la utilización de herramientas de inteligencia artificial al servicio tanto del diseño, análisis, institucionalización y despliegue de las estrategias de aprendizaje y, en consecuencia, de los programas de los cursos; como del trabajo de profesores y personal de apoyo y, en consecuencia, de los diferentes actores del entorno universitario. Todos ellos usarán asistentes personales (virtuales) para planear, desarrollar y valorar procesos de aprendizaje inclusivos y personalizados y actuar inmediatamente sobre diferentes parámetros (p.ej. actividades que el estudiante realiza y desempeño en ellas, interacción con otros estudiantes y con el contenido, tiempos, aprendizajes previos, ritmos cognitivos, estilos de aprendizaje, necesidades y expectativas personales, personalidad, sentido de eficacia académica, atención, motivación, etc.).

Comparto aquí una relación no exhaustiva de recursos (con software, información, actividades...) de interés para profesores y estudiantes de diferentes niveles educativos que deseen aprender, medios y propuestas para hacerlo o proyectos de código abierto en los que obtener, adaptar, mejorar o contribuir aprendiendo.

Las comunidades científicas y profesionales de la programación y la enseñanza de esta disciplina no están ajenas a esta situación y estamos observando el desarrollo de técnicas y propuestas muy innovadoras y de alto grado de inteligencia en la construcción de estrategias para la enseñanza de la programación y en la

evolución de las técnicas y herramientas para la evaluación de la programación informática. Es muy interesante observar el desarrollo de estas propuestas innovadoras y de mayor valor académico tanto para el desarrollo personal de los estudiantes, como para su capacidad futura de prepararse y adaptarse a las innovaciones tecnológicas creadas por ellos mismos y por el resto de la sociedad.

### ***Gamificación y aprendizaje lúdico***

Esta puede ser catalogada como la más utilizada de las estrategias, pues la programación es vista por muchos como un juego en el que se van resolviendo una serie de retos hasta llegar a un resultado final. La gamificación, según Susomailine (2013, citado en Cortez, 2018, p. 55), es "el uso de elementos de juego en entornos no lúdicos para cambiar el comportamiento". Por otro lado, definido por Boadicea Tchipev y otros (2015, incluido en Cortez, 2018, p. 55), es: "la aplicación de elementos motivacionales y de mecánica de juego en entornos que no son juegos de entretenimiento".

Los juegos en la práctica dentro del aula motivan la participación de los alumnos, generan una cercanía a la creación de interés y una inversión en el problema planteado, además de lograr el despertar de un pensamiento creativo. Los alumnos aprenden a través del hacer, tienen una retroalimentación inmediata de su rendimiento y también se pueden generar relaciones sociales que aumenten el clima del aula. Teniendo en cuenta lo anterior, se puede medir la cantidad de errores, ¡aciertos y el tiempo que toma ejecutar un bloque de un algoritmo o programación, integrar un software de gamificación como Kahoot!, Plickers, entre otros, hasta el mismo juego de la oca o juegos de mesa existentes en los que no se considere un ganador o perdedor, sino un modo lúdico para

trabajar en el aula con el fin de que los alumnos refuercen los conocimientos adquiridos. (Mukhamedov et al.2020)

Cabe resaltar que el contexto en el que se maneje para crear dicho clima también influye. Además, hay que tener en cuenta los avances tecnológicos y lo que ello implica, como es el caso del uso de la realidad virtual, que ayuda a los alumnos a que el entorno de simulación cobre sentido y puede generar un aprendizaje significativo, o bien el uso de elementos de geolocalización para orientar en un espacio físico, también en un entorno de simulación, pero esta vez dentro de una ciudad, y se puede también incorporar objetos virtuales a este. Ahora bien, hay que recordar que dentro de un aprendizaje significativo se debe buscar que los dos aspectos sean alcanzados: a corto plazo, logrando que el tema frente al cual aplicamos el aprendizaje tenga sentido frente a lo que estamos haciendo; a largo plazo, buscando que el contenido que aprendemos se relacione exitosamente con otros temas que ya son del aprendiz (Pablo, 2005, citado en Cortez, 2018, p. 56).

### ***Realidad virtual y aumentada en la educación***

La realidad virtual y la realidad aumentada son dos conceptos de reciente añadidura al ámbito educativo que presentan impresionantes posibilidades para la enseñanza de muchos conceptos en disciplinas tan variadas como el lenguaje, la historia, la geografía, la física, etc. En el ámbito concreto de este estudio, las aplicaciones de RA y RV son muy prometedoras. La capacidad de crear escenarios idénticos en detalle a la realidad permite introducir conceptos muy difícilmente asimilables conceptualmente, como es la coordinación multihilo o de procesadores, o aclarar cualquier concepto relativo al funcionamiento relacionado con la arquitectura de los dispositivos informáticos. Acerca a los estudiantes al mundo de la programación de manera muy visual y atractiva.

Según, la realidad virtual tiene un triple uso para la educación: para aprender, como método de enseñanza y para estudiar la enseñanza y la educación. Por último, señalan que dependiendo de la actividad que el profesor quiera desarrollar, la inmersión puede ser más o menos profunda. En el caso de la educación secundaria, la inmersión debería ser total, ya que de lo que se trata es de que el alumno comprenda los conceptos dando una vuelta alrededor de ellos. Por último, González-Delgado analiza qué tipo de realidad virtual se ha empleado en la educación secundaria, señalando que se ha utilizado tanto la escrita, como con representación lógica y orientada a los conceptos, haciendo a los alumnos protagonistas de su aprendizaje con un rol más activo. (Alsaleh2020)

### **Desafíos éticos y sociales en la enseñanza de la programación con IA**

Que los y las estudiantes ya saben programar, con lo cual se desdibujan un poco las fronteras del uso de las pautas, para dar lugar a posibles paridades cooperativas entre humano y máquina en las tareas de programación en sí. Además, también incluyó una consideración sobre lo que implica que un estudiante pueda preguntar y utilizar un elemento de inteligencia artificial: Implicancias éticas, de seguridad y privacidad, entre otras cuestiones. Pero no se encontraron muchas referencias que vayan más allá de estas instancias.

Las metodologías activas que tienen como propósito principal la formación ética y social de las niñas y adolescentes, suelen ser susceptibles de estar al alcance de los docentes de enseñanza básica con poco o nulo conocimiento adquirido de los métodos para la programación con apoyo de IA. Los enfoques éticos disponibles en el mercado digital han sido creados con la finalidad de dar soporte y desarrollar la capacidad de comunicar procesos

técnicos, no de dar respuesta a las inquietudes provenientes de jóvenes aprendices. Las decisiones pedagógicas implementadas para enseñar con IA a aprender a programar basan su estructura didáctica en enfoques interesantes desde el punto de vista cognitivo, pero con pocos o nulos trabajos éticos y sociales. Los diseños pedagógicos plasmados en los entornos de aprendizaje más utilizados con "intelligences" muestran consideraciones heurísticas sobre el impacto que el uso de esos ambientes tiene en la cognición.

Los nuevos ambientes inteligentes que incluyan tecnologías de Inteligencia Artificial deberán optimizar los datos obtenidos del análisis automático de las preferencias e itinerarios tomados por el estudiante para guiar sus propias decisiones de soporte. La interacción conversacional sobre algunas decisiones permite al usuario comprender las implicancias y, eventualmente, cambiar de curso. (González-Salamanca et al., 2020)

### ***Equidad y acceso a la educación en contextos de IA***

La inteligencia artificial está creando nuevas oportunidades en diversas áreas de conocimiento. Aceptamos que un aspecto particularmente sensible es el de la educación. No obstante, a las claras ventajas aducidas, la IA también plantea nuevos desafíos y de diversas índoles.

Desde un punto de vista más filosófico-político, tal disrupción se inscribe en un proceso de reconfiguración de la sociedad capitalista tardía, caracterizada por las transformaciones y mutaciones centrífugas y reproductivas de una racionalidad extractiva y disciplinaria en una lógica sistemática inclinada al control y la predicción, hacia un paradigma organizativo y sistémico de carácter prohibitivo.

No debemos cometer ningún error. Las bondades de esta tecnología marcan una clara diferencia de oportunidades cruciales, por lo que la regulación equitativa de los accesos y oportunidades está siendo cada vez más una necesidad imperiosa. La penetración masiva de la IA está generando vulnerabilidades sociales y clasificando a las poblaciones en función de algoritmos.

Tomando en cuenta la posibilidad de inserción social dentro de una economía que cada vez valora la cualificación digital y la capacidad de reflexión y construcción por encima de los saberes predecibles y rutinarios, el tener acceso a un sistema educativo que logre estilos profesionales y de ciudadanía participativos, dotados de competencias acordes a los desafíos planteados por nuestros entornos, realidades y problemas, delinea una excepcional oportunidad.

### **Conclusiones y recomendaciones**

Poder comprender y aprender a solucionar problemas de la vida cotidiana a través de una rama de la inteligencia artificial como lo es el Procesamiento de Lenguaje Natural, estamos en la obligación de formar de una manera innovadora a los estudiantes mediante la programación, pues dicha habilidad facilita el modelado de problemas, el diseño de la solución y el desarrollo de productos no sólo de software sino también de un gran abanico de áreas que actualmente revolucionan otras disciplinas.

Entonces es de gran interés convertir la enseñanza de la programación en una materia inclusiva, benéfica y, en especial, motivadora. Por ello, escritores y la comunidad en general tratan constantemente de proponer nuevas estrategias pedagógicas en las distintas etapas educativas: primaria, secundaria, bachillerato y universitaria. Pero, sobre todo, intentan dirimir si es eficaz enseñar programación y cómo hacerlo, puesto que estamos sometidos

a un arrollador progreso tecnológico y social que dificulta las labores educativas de los docentes.

Las investigaciones indican que las actividades aplicadas en las aulas van encaminadas, en su mayoría, a la metacognición y el aprendizaje interactivo. En este sentido, trabajos como el de Utter Kershaw (2012), publicado en *Global Journal of Human Social Sciences*, han demostrado la efectividad del aprendizaje entre iguales para facetas concretas y limitadas. Saber que otras personas pueden pasar horas de cocción y relato del aprendizaje de un programa interesantes y eficaces, pero ¿el eLCALS en el aprendizaje entre iguales? enfrenta los retos de enseñar a los alumnos a intervenir en procesos sofisticados. En este sentido, Shaw et al. (2017) suministra y valida el eLCALS (Evaluación aprendizaje mediante la lógica de aprendizaje colaborativo de Squares) como marco teórico para el aprendizaje entre iguales.

Finalmente, se pretende realizar una revisión de las mejores prácticas en programación y en metodologías de enseñanza, así como una comparación para observar qué adaptaciones serán necesarias hacer en función de la enseñanza de la programación utilizando IA.

En este trabajo, se pretende sintetizar las características que conforman las mejores prácticas observadas en el ámbito de la programación y de metodologías de enseñanza, con el fin de compararlas con las aportadas por la metodología MAYE (Estrategias didácticas para la enseñanza de la programación utilizando la plataforma educa.play que incorpora IA). Por lo tanto, la primera fase del trabajo consistirá en la revisión de los métodos de enseñanza apoyados en IA y por otra parte terminará con la valoración de cuáles de estas estrategias pedagógicas afectan más a una o a otra

metodología. A continuación, se expondrá la metodología de diseño (materiales y medidas) utilizada en la investigación realizada sobre la viabilidad y eficacia de la introducción de las estrategias mencionadas. Finalmente, expondremos técnicas y resultados obtenidos en la intervención. (Kong et al., 2020)

Jolanda Cardinali, Sara Hoidn & Achille Peternier (2013) nos presentan las que ellos han considerado las estrategias pedagógicas más interesantes a ser adoptadas tanto desde un punto de vista tecnológico como metodológico: la Game-Based learning, las Simulaciones, el Tutoring system, el collaborative and cooperative learning, las Serious games y la gamificación, ya que forman parte de un reciente ensayo, bajo la perspectiva del constructivismo - socio - constructivismo, en Italia y en Suiza. Varias de estas formas de enseñar con el apoyo de las IA han sido integradas con éxito en las aulas: su complejidad no se encuentra a un nivel muy elevado, pero se integra efectivamente con la inteligencia de los docentes, zaratando la torpeza y promoviendo la experiencia y la creatividad por parte del docente.

Tal y como se presentó en la sección de desarrollo en el informe de los proyectos Semilleros de Innovación y Pedagogías de Esperanzas, el aprendizaje de los estudiantes al abordar la programación utilizando diferentes herramientas como Scratch, App Inventor y Proyecto Acarí y en combinación de las diferentes metodologías utilizadas: Aprendizajes Activos, Aprendizaje Basado en Problemas PBL y Aprendizaje Basado en Problemas ABP. Estos proyectos promovieron el desarrollo de la creatividad en los estudiantes, generando un impacto directo al momento de buscar soluciones creativas en el desarrollo de diferentes retos.

Por otra parte, se logró mejorar las competencias comunicativas en los estudiantes al permitir que los estudiantes trabajen en



colaboración en el desarrollo de soluciones y generando un conocimiento colectivo. (Susanto et al.2020)

Fortalecer el desarrollo de las competencias interpretativa, argumentativa y propositiva y el desarrollo de habilidades del pensamiento científico y crítico en el estudiante, los estudiantes están proponiendo plantear situaciones problema donde se haga presente una dificultad o necesidad que se deba resolver logrando establecer relaciones entre las características de la situación con lo que ya se conoce acerca del problema a partir del pensamiento científico.

Por lo anterior, las investigaciones se centran en estrategias pedagógicas que permiten fomentar el desarrollo del pensamiento científico y técnico, con enfoques en la enseñanza basada en problemas, gamificación y utilizando medios tecnológicos como la inteligencia artificial. (Kwangmuang et al.2021)

## Referencias:

1. Lee, I., Grover, S., Martin, F., Pillai, S., & Malyn-Smith, J. (2020). Computational thinking from a disciplinary perspective: Integrating computational thinking in K-12 science, technology, engineering, and mathematics education. *Journal of Science Education and Technology*, 29, 1-8. [mit.edu](https://doi.org/10.1007/s11265-020-00100-0)
2. Karsenti, T., Kozarenko, O. M., & Skakunova, V. A. (2020). Digital technologies in teaching and learning foreign languages: Pedagogical strategies and teachers' professional competence. *Education and Self Development*, 15(3), 76-88. [academia.edu](https://doi.org/10.1007/s11265-020-00100-0)
3. Mukhamedov, G., Khodjamkulov, U., Shofkorov, A., & Makhmudov, K. (2020). Pedagogical education cluster: content and form. *ISJ Theoretical & Applied Science*, 1(81), 250-257. [academia.edu](https://doi.org/10.1007/s11265-020-00100-0)
4. Alsaleh, N. J. (2020). Teaching Critical Thinking Skills: Literature Review. *Turkish Online Journal of Educational Technology-TOJET*, 19(1), 21-39. [ed.gov](https://doi.org/10.1007/s11265-020-00100-0)
5. González-Salamanca, J. C., Agudelo, O. L., & Salinas, J. (2020). Key competences, education for sustainable development and strategies for the development of 21st century skills. A systematic literature review. *Sustainability*. [mdpi.com](https://doi.org/10.1007/s11265-020-00100-0)
6. Kong, S. C., Lai, M., & Sun, D. (2020). Teacher development in computational thinking: Design and learning outcomes of programming concepts, practices and pedagogy. *Computers & Education*. [HTML](https://doi.org/10.1007/s11265-020-00100-0)
7. Susanto, R., Rachmadtullah, R., & Rachbini, W. (2020). Technological and Pedagogical models. *Journal of Ethnic and Cultural Studies*, 7(2), 1-14. [academia.edu](https://doi.org/10.1007/s11265-020-00100-0)
8. Kwangmuang, P., Jarutkamolpong, S., Sangboonraung, W., & Daungtod, S. (2021). The development of learning

- innovation to enhance higher order thinking skills for students in Thailand junior high schools. *Heliyon*, 7(6). [cell.com](https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e06444)
9. Marks, A., Al-Ali, M., Atassi, R., Elkishk, A. A., & Rezgui, Y. (2021). Digital transformation in higher education: maturity and challenges post COVID-19. *Information Technology and Systems: ICITS 2021*, Volume 1, 53–70.
  10. Matthews, D. B. (1991). Learning styles research: Implications for increasing students in teacher education programs. *Journal of Instructional Psychology*, 18(4), 228.
  11. Miller, L. M. (2005). Using learning styles to evaluate computer-based instruction. *Computers in Human Behavior*, 21(2), 287–306.
  12. Mohamed Hashim, M. A., Tlemsani, I., & Matthews, R. (2021). Higher education strategy in digital transformation. *Education and Information Technologies*, 1–25.
  13. Nieto, M. del M. M. (2020). Estilos de aprendizaje, evaluación y programación motivadora. *Elementos imprescindibles en Educación. Tecnologías Emergentes y Estilos de Aprendizaje Para La Enseñanza*, 28–38.
  14. Pamplona, S. (2019). Evaluación de cinco experiencias de aprendizaje que usan programación informática. V Conferência Ibérica de Inovação e Educação Com TIC (IeTIC 2019).
  15. Qasim, A., & Kharbat, F. F. (2020). Blockchain technology, business data analytics, and artificial intelligence: Use in the accounting profession and ideas for inclusion into the accounting curriculum. *Journal of Emerging Technologies in Accounting*, 17(1), 107–117.
  16. Rodríguez-Abitia, G., & Bribiesca-Correa, G. (2021). Assessing digital transformation in universities. *Future Internet*, 13(2), 52.
  17. Rof, A., Bikfalvi, A., & Marquès, P. (2020). Digital transformation for business model innovation in higher education: Overcoming the tensions. *Sustainability*, 12(12), 4980.
  18. Rosas, J. C., Valverde, R. del P. C., & Dávila, A. M. O. (2019). Programación neurolingüística para desarrollar los estilos de

- aprendizaje en los estudiantes de la Institución Educativa Simón Bolívar de Mache–Trujillo. *Innova Shinambo*, 1(1), 66–75.
19. Samaniego-erazo, N., & Castro-ortiz, W. (2023). Competencia digital, profesorado y educación superior.
  20. Shao, G., Quintana, J. P., Zakharov, W., Purzer, S., & Kim, E. (2021). Exploring potential roles of academic libraries in undergraduate data science education curriculum development. *The Journal of Academic Librarianship*, 47(2), 102320.
  21. Sinisterra, H. V., & Vicente, J. Y. (2021). Propuesta neurolingüística para potencializar la atención voluntaria en estudiantes Colombianos. *Apuntes Universitarios*, 11(1), 170–186.
  22. Strawhacker, A., Lee, M., & Bers, M. U. (2018). Teaching tools, teachers' rules: Exploring the impact of teaching styles on young children's programming knowledge in ScratchJr. *International Journal of Technology and Design Education*, 28, 347–376.
  23. Suryan, K., & Gupta, R. (2021). Investigating Academia-Industry Gap for Data Science Jobs and Curriculum. 2021 International Conference on Data Analytics for Business and Industry (ICDABI), 453–458.
  24. Sych, T., Khrykov, Y., & Ptakhina, O. (2021). Digital transformation as the main condition for the development of modern higher education. *Educational Technology Quarterly*, 2021(2), 293–309.
  25. Thomas, L., Ratcliffe, M., Woodbury, J., & Jarman, E. (2002). Learning styles and performance in the introductory programming sequence. *ACM SIGCSE Bulletin*, 34(1), 33–37.

## **Capítulo 2**

### **Evaluación del impacto de la IA en el rendimiento académico en cursos de programación**

#### **Introducción a la Inteligencia Artificial (IA) en la Educación**

El ámbito académico es un entorno donde la explotación de la cantidad y la variedad de formas que la Inteligencia Artificial posee puede resultar en gran medida beneficioso para los estudiantes. Como indica la Taba de Terán, en muchos casos las clases magistrales (virtuales o presenciales) generan clases muy aburridas, donde el alumnado pasa horas y horas escuchando pasivamente al docente, lo que produce un ambiente de desmotivación y desinterés por el aprendizaje.

Para evitar este tipo de situación y dar respuesta a los retos de la sociedad, numerosas universidades y centros de formación han integrado a sus cursos entornos basados en Inteligencia Artificial pertenecientes a las denominadas TIC (Tecnologías de la Información y la Comunicación). Entre ellos, el denominado Aula Virtual se ha convertido en un complemento indispensable, facilitando la gestión del contenido, creación y edición de tareas, estructura del aula y la creación de actividades, sin que este introduzca mucha complejidad en su manejo, software que muchos docentes utilizan de forma habitual.

La evaluación del impacto de la IA en el rendimiento académico de los estudiantes discurre por diferentes caminos, de tal manera que cuando se acometen proyectos orientados a la evaluación de las TIC en los estudiantes se presenta una serie de dilemas con respecto al instrumento a utilizar como base para la evaluación,

pero, ¿y qué pasa con las dificultades agregadas que implica la IA?

En este artículo nos aproximaremos al enfoque metodológico utilizado para la realización de un estudio llevado a cabo en un formato semipresencial en la modalidad de Flipped Classroom con ayuda de algunos de los entornos de IA más conocidos en el ámbito educativo.

## **Metodologías de evaluación del rendimiento académico**

Numerosos estudios han intentado verificar la efectividad del uso de la IA en el rendimiento académico, según datos bibliográficos presentados en. El enfoque más extendido es la comparación de diferentes metodologías de evaluación del rendimiento en aspectos concretos de un contexto educativo estándar.

Por ejemplo, para el aprendizaje de la programación se han comparado los efectos de los sistemas de evaluación con la IA principalmente en dos casos de estudio reales: en primer lugar, en las asignaturas que incluyen un laboratorio de prácticas para las que se midieron diferentes aspectos, como el rendimiento académico, con el uso de diferentes herramientas; y, en segundo lugar, en the Open and Distance Learning (ODL), que se centra en investigar el rendimiento académico a partir de numerosas variables pedagógicas.

Algunos trabajos, con metodologías y resultados muy dispares, han realizado comparaciones de rendimiento académico previo al uso del sistema (en forma de formularios de autocorrección de ejercicios de prácticas) y posterior (basado en la corrección por parte de expertos humanos). Por otro lado, hay casos en los que se han comparado el rendimiento de alumnos con dos sistemas de

IA diferentes o de alumnos que utilizan un sistema experimental con otras asignaturas en diferente contexto.

Para llevar a cabo las comparaciones de los diferentes sistemas de IA diseñados se han seguido metodologías de investigación de tipo cuantitativas y cualitativas. Las cuantitativas se basan en datos y análisis cuantitativo según los siguientes pasos: en primer lugar, medir la variable, desde una óptica cuantitativa se medirá desde una escala nominal; en segundo lugar, elegir al método de muestra; hasta ahora, aún no se ha detallado cómo se aplicarían los distintos métodos de muestreo - estando las revisiones sistemáticas o la replicación en el punto de mira de la metodología cuantitativa; en tercer lugar, una vez que se hubiera recopilado la información se realizarían estadísticas descriptivas según la escala utilizada – aunque aquí obviarían el uso del inferencial.

Dada la población objetivo de este trabajo (cualquier profesor que imparte una asignatura universitaria focalizada en el aprendizaje de la programación) no se propone abordar estas metodologías sino aportar información relevante sobre las opciones actuales para el diseño de un sistema de IA.

## **IA en la enseñanza de la programación**

En el ámbito de la informática educativa, donde tanto la programación como la inteligencia artificial son dos campos estrechamente relacionados, hemos sido testigos de numerosas experiencias en lo que respecta al uso de la IA en la enseñanza de la programación. Se podrían reducir a tres las líneas de aplicación de la inteligencia artificial en la didáctica de la programación. Por un lado, encontraríamos una línea de experimentación caracterizada por la construcción de entornos tutoriales enriquecidos.

Algunos de los enfoques más cercanos son los que intervienen en la eliminación de errores comunes. Por otro lado, tendríamos los trabajos que basan su estrategia didáctica en la simulación de tutores expertos. Estos tutores simularían al profesor ideal ofreciendo diagnósticos y prescripciones adaptadas en tiempo real. Además de los sistemas para la tutoría en lenguajes de programación, encontramos una amplia línea de investigaciones basadas en el uso de agentes inteligentes para proporcionar soporte en la resolución de problemas, como la detección y rechazo de las competencias no adquiridas, la generación automática de problemas adaptados o la validación de los programas entregados por los estudiantes, complementando así al trabajo desarrollado por los tutores.

En primer lugar, argparse de Python que procesa argumentos de la línea de comandos, generando automáticamente mensajes de ayuda, reglas de análisis y errores cuando los usuarios proporcionan la entrada inválida. Debido a la adición de argparse a la lista de comandos, se puede cuestionar el rendimiento de los estudiantes utilizando el valor predeterminado proporcionado por el módulo como la entrada de dos guiones.

En segundo lugar, el siguiente bloque propone el uso de una actividad con una longitud de seis gráficos de barras, donde cada barra representa el tiempo necesario (en minutos) para completar un subproceso diferente en un algoritmo. Sin embargo, esta actividad tiene un costo adicional ya que se debe importar el método `bar` de la clase `Axes3D`. Como consecuencia, para simplificar el proceso de encuesta, se ha implementado un bloque en el que el estudiante recibe el código `Dado el método plot importado previamente de la biblioteca matplotlib.`



## **Estudios Previos sobre la IA y el Rendimiento Académico**

La visión tradicional de la evaluación individual de un docente es crítica, pues resulta una tarea sumamente compleja debido a las múltiples variables técnico-oscuras involucradas. Numerosas herramientas basadas en inteligencia artificial (en adelante IA) han sido utilizadas para este fin. Estas herramientas tienen un potencial interesante en el caso de la educación superior (aunque no limitado a ella), ya desde la Inteligencia Empresarial (o Business Intelligence) o la planificación logística de la docencia, hasta en la evaluación de resultados del aprendizaje de los estudiantes. Pareciera que la participación en foros de los estudiantes mejora el rendimiento académico.

La cantidad de estudios que se centran en el estudio de conducta de los estudiantes dentro de los cursos online va en aumento, a través de métricas que analizan los registros en los sistemas de gestión de aprendizaje (o LMS) o las plataformas de e-learning o las interacciones que estos tienen con otras plataformas web. La IA, junto con el aprendizaje automático (en adelante AA, o Machine Learning), permiten procesar grandes volúmenes de datos, "aprender" o predecir comportamientos alejados o extraídos de los comportamientos humanos; y, sobre todo, analizar la actividad de los estudiantes a una velocidad impensable por el ser humano. Ya no sólo se trata del perfil del estudiante, sino cómo interactúa, sus tiempos de acceso, el camino idóneo para el aprendizaje de determinados conceptos, el comportamiento en el foro, qué actividades son más o menos efectivas, o cuáles son las circunstancias en las que la actividad de un estudiante se sale del patrón esperado.

## **Diseño de la Investigación: Objetivos y Preguntas de Investigación**

El propósito de este trabajo es describir un estudio a realizar en los cursos de programación en el marco de una institución privada de educación superior, en el cual se exploran el rendimiento académico y el grado de conocimiento que muestran los alumnos en esa temática. A través de esto, al mismo tiempo, se busca determinar el efecto que una técnica de planificación basada en soporte IA posee sobre la mejora del rendimiento y el conocimiento de los alumnos.

O, por el contrario, si en forma tácita se encuentra operando la sombra tenebrosa de la obsolescencia programada en las tecnologías, donde los anuncios de marcianas cualidades de la IA no serían otra cosa que artimañas del neocapitalismo para seducir a los sujetos.

Es necesario comprender primero qué se entiende por aprendizaje. Es un término clave que resulta ineludible a la hora de estudiar y planificar la enseñanza. No obstante, no existe una única definición aceptada y válida, sino que ingentes son las acepciones en que este concepto puede reconocerse. Binder (1990) sostiene que es imposible tener una definición del aprendizaje completa y totalizadora; se puede describir el proceso del que resultan aprendizajes, sus condiciones y características.

Schönhammer y Bertschler (1990) intentan una aproximación amplia del aprendizaje, que no se limite solamente a lo que interesa a la pedagogía, sino que cubra asimismo temas que operen en los límites interdisciplinarios, aunque sea dejando a un lado

las pretensiones científicas que pudieran obtenerse a través de ese aperturismo.

### **Metodología de investigación: Enfoque cuantitativo y cualitativo**

Como metodología de investigación, se utilizó un enfoque cuantitativo y cualitativo. En el caso del cuantitativo, se ha realizado un estudio con el objetivo general del estudio, aplicado, original de campo e intensivo. Una vez realizado el plan de trabajo, se planificó y estructuró cuatro programas docentes aplicados del Máster Universitario en Ingeniería Informática de la Universidad de Sevilla, con el fin de realizar un análisis cuantitativo a través de diversas técnicas estandarizadas (descriptivas) de repositorios de aprendizajes y herramientas existentes en la LMS (Learning management system) utilizada por la Universidad de Sevilla, que es Moodle.

Y el análisis cualitativo, descubriendo preguntas e hipótesis a través de la aplicación. Creemos oportuno comentar sobre las líneas de acción cuantitativas y cualitativas en los campos de la tecnología educativa e investigación en el área de Computación. Las líneas actuales de trabajo en lo concerniente a la Tecnología Educativa abarcan el análisis y desarrollo en el área de educación formal, ingeniería instruccional, diseño de sistemas tutoriales, diseño y evaluación de materiales instruccionales, presencia, educación abierta y en la formación de profesores.

¿Dónde quedaría esta investigación y sugerencias o líneas de trabajo plausibles, a nivel cualitativo y cuantitativo? En el campo cuantitativo se pueden operar diversos análisis de carácter chiisquería, Análisis discriminante, análisis conjunto (cratioio de fichero de datos dicotómico, nominal, ordinal) y para el análisis

cualitativo se realizan con mayor humanidad, observando características y contenidos de una cualidad específica, factores y estructuras.

## **Selección de la muestra y recolección de datos**

Los cursos de programación en la actualidad han adoptado sistemas e-learning, lo que permite la recolección del comportamiento de los estudiantes durante las actividades del curso, como parte del proceso de evaluación de experiencia del usuario (UX). Este proceso continuo de toma de datos (Big Data educativo) posibilita el desarrollo de un Entorno de Inteligencia Artificial (EIA) que permite aprender datos para anticipar comportamientos.

La IA puede apoyar en una mejor comprensión de los estudiantes y de sus perfiles de aprendizajes, a través del uso de algoritmos de minería de datos, clasificación automática de datos y la creación de modelos de aprendizaje. Es relevante aplicar un análisis de impacto de la IA en el rendimiento de los estudiantes, para verificar si el uso de la IA provocó una mejora de éstos y en qué aspecto, realizando una comparación del rendimiento académico entre cohortes que integraron y no integraron sistemas de IA y de sus hábitos de estudio.

Si se tienen cohortes pares (similar cantidad de estudiantes, similar percentil, misma institución) se puede utilizar un diseño A-B test, replicando los grupos de manera equitativa oportunamente; de otra manera se puede utilizar un enfoque denominado propensión a la puntuación.

El instrumento diseñado para el curso será la principal fuente de información para la definición y definición de impacto, puesto

que contiene tanto las variables de diseño originales (p. ej., objetivo de rendimiento deseado, nombre de la consola a usar) con las variables identificativas: Grupo de control, grupo experimental, indicación de intervención entre otros.

Adicionalmente, se recolectará información con respecto al comportamiento de los estudiantes a través del área de Campus Analytics, centro de aprendizaje personalizado, indicando tiempos (horas) que le dedica el estudiante sobre tres actividades (Foro, Recursos y Tareas). También se recolectó datos a través del software que informa, a través de logs, la ejecución de cada una de las actividades del curso (como posición del curso, tiempo de realización, alternativa seleccionada); se exportan los archivos en formato de texto que pueden ser leídos e importados por cualquier lengua de programación del sector de Business Intelligence.

## **Análisis de Datos y Resultados**

En el presente proyecto evaluaremos el impacto de la IA en el rendimiento de estudios sobre el desarrollo de competencia de programación para estudiantes de la carrera de Informática. El objetivo de la evaluación es analizar en profundidad el conocimiento adquirido por los estudiantes en los cursos que propenden al perfeccionamiento del estudiante en la asignatura de programación orientada a objetos (POO), lo que busca orientar el desarrollo de un sistema tutor inteligente (STI) para el apoyo en la ejecución de tareas tipo programación orientada a objetos trabajos requeridos en la(s) asignatura(s) identificada(s).

Según el análisis de los datos, realizado mediante la técnica de multicolinealidad del modelo de regresión logística, el modelo especificado explica adecuadamente la probabilidad de logro del rendimiento académico de los estudiantes, tanto en los cursos de

programación de ingenierías y licenciaturas más fuertemente relacionados con la programación (IPAC1, IPAC2, ACHPA2, ACHPA3) como en los cursos de programación de ingenierías y licenciaturas menos relacionados con la programación.

El análisis de los datos arroja que la mayor parte de las variables utilizadas en el modelo no serían dependientes entre sí, excepto en los casos de IPAC1 e IPAC2 e IPAC2 y IPAC3, probablemente explicable por el hecho de que IPAC3 es la primera asignatura de programación que cursa el estudiante y no CPLOO3 que, a pesar de ser requisito para programación, se cursa paralelamente.

### **Impacto de la IA en el rendimiento académico**

La evaluación del rendimiento académico en cursos de programación es una tarea que tradicionalmente ha desempeñado el docente de forma manual. Sin embargo, el avance en la tecnología de la información y en la informática ha permitido desarrollar distintas técnicas que utilizan algoritmos de IA para extraer información valiosa de los datos que describen el rendimiento de estudiantes. El propósito de estas técnicas de 'Minería de Datos Educativos' es mejorar o adaptar los métodos de enseñanza de los docentes a las necesidades de los estudiantes.

El uso de algoritmos de IA en el ámbito educativo ha crecido exponencialmente en los últimos años, lo que ha permitido abordar problemas educativos complejos con una mayor eficiencia.

A pesar de la desconfianza que pueden tener los docentes a dejar que un algoritmo de IA evalúe el rendimiento de sus estudiantes, se concluye que estas técnicas extraen información relevante sobre los estudiantes similar a la que un experto en la

materia obtiene de forma manual. Esto es especialmente útil cuando un curso tiene un gran número de estudiantes y de tareas, ya que es muy difícil que un docente pueda recopilar toda esta información y compararla eficientemente.

En este artículo se pretende evaluar el rendimiento y aprendizaje de los alumnos en una asignatura de primer año de ingeniería técnica industrial de una universidad española que imparte en el primer cuatrimestre fundamentos de programación, a través de distintos algoritmos de IA, desarrollados previamente utilizando programación evolutiva. Con lo cual, podemos afirmar que utilizando la programación evolutiva, hemos dotado a la asignatura de una evaluación aún más personalizada.

## **Factores que influyen en el uso de la IA en la educación**

Cada día se generan más datos, información y conocimiento. Para acceder a ellos y poder tomar una decisión, resulta imposible asimilar y analizar toda la información generada. Con el avance de la ciberidad, es necesario plantear cómo nos vemos frente a los cambios que se estarán presentando en nuestra forma de vida. Comprender si estas nuevas tecnologías están integradas en la educación, dado que a partir de estos cambios habrá modificaciones en la demanda laboral enfocada en los trabajadores de la Cibercultura y, por último, es importante evaluar la débil recepción que ha tenido la Cibercultura en el ámbito escolar.

La Cibercultura puede comprenderse a grandes rasgos como la cultura actual que toma al ciberespacio como objeto principal en su introspección. Para poder comprenderla, es necesario observarla con cierta distancia. Se podría tomar la idea de "ciberespacio" o "ciberentorno", países virtuales, "dejando de lado" el marco que los alberga. No se trata de hacer solo eso, sino de sumar nuevos marcos de referencia al tradicional triángulo de la cultura y de

descubrir en esa actualidad virtual nuevos hábitos, mentalidades y valores.

## **Beneficios y Desafíos de la Implementación de IA en la Enseñanza**

Estas prevalecen en menor medida en el diseño instruccional; y en tercer lugar se encuentran las competencias digitales, específicamente las relacionadas con el uso de herramientas y plataformas tecnológicas que sustituyen las actividades tradicionales, por ejemplo, las evaluaciones informáticamente adaptativas o la realidad virtual en la simulación de casos clínicos para la educación médica en programas de posgrado; sin embargo, es uno de los ámbitos de implementación de AI con mayor potencial en la optimización del aprendizaje, mientras que el aprendizaje de conceptos más complejos como el aprendizaje profundo y las emociones no verbales se espera sean explotados en el futuro. En cuanto al dominio de las habilidades generales, también manifiestan una dinámica relativa. Por ejemplo, la destreza informática y de comunicación en presentaciones en línea mejoran debido al uso intensivo de las plataformas digitales de estudio.

Dentro de estos factores, el propósito es destacar que la automatización y la innovación en el área del aprendizaje por parte de dispositivos inteligentes, particularmente sistemas basados en inteligencia artificial, representan un paradigma educativo en pleno auge. Como reconocen Clow y Makriyannis, en la última década, la relevancia de la IA en este dominio ha aumentado considerablemente, pasando de un oscuro y en ocasiones académico rincón de la Inteligencia Artificial (AI) para convertirse en núcleo de una viva comunidad multidisciplinaria interesada en aplicarse a una serie de problemas educativos.



En estudiantes novatos con inteligencia artificial, evaluaron la influencia de estas herramientas en el aprendizaje a lo largo de dos semestres y lograron implementar un sistema que combinaba técnicas de learning analytics con estrategias de recomendación basadas en técnicas de inteligencia artificial, que les supuso obtener una mejor comprensión de los sistemas de recomendación impulsados (Recommender Systems, RS) y cuya combinación propició resultados más significativos en la calidad y utilidad percibida respecto a un simple RS heurístico.

## **Recomendaciones para la implementación exitosa de IA en cursos de programación**

De IA en cursos de programación.

Se ha considerado valioso compartir los largos esfuerzos que implicamos. No pretende ser una lista exhaustiva ni un recetario cerrado, sino ofrecer una guía que permita potenciar las oportunidades que presentan los sistemas inteligentes. Pudiendo caer en errores que han sido discutidos por los investigadores que apuntan a un aprendizaje inteligente.

A continuación, se presentan algunas recomendaciones que pretendemos se tomen en cuenta para la implementación exitosa de estos sistemas en cursos de programación en la formación universitaria:

- Para la implementación de sistemas que promuevan, monitoreen y mejoren la adquisición del conocimiento en estudiantes de diferentes cursos de programación de la Licenciatura en Ingeniería Informática, es recomendable mantener clasificaciones históricas en un sistema inteligente que puedan ser probadas y validadas por expertos para ofrecer sugerencias eficientes.

- Es fundamental difundir los resultados del presente estudio a los diseñadores de los cursos, para que sepan cómo la participación y rendimiento obtenido en diferentes actividades de un curso. Es esencial que estos resultados estén basados en modelos que sean demostrables o explicables para los estudiantes.

- Es fundamental evitar que las sugerencias que ofrezcan los sistemas inteligentes se conviertan en un checklist comprobatorio sobre los resultados obtenidos. Es necesario difundir a los estudiantes que el involucramiento en las diversas actividades de evaluación ha sido únicamente con el fin de recabar información del rendimiento con el fin de refinar y potenciar el aprendizaje con la IA.

- Es recomendable que el sistema inteligente proporcione una justificación de por qué ha sugerido una actividad concreta a un estudiante. Además, es esencial generar la percepción a los estudiantes de que han sido ayudados en el proceso de adquisición de conocimiento por el IA.

## **Conclusiones y contribuciones de la investigación**

El capítulo concluyó con que la introducción de la IA puede cambiar el método de aprendizaje, pero en cuanto a los cursos de programación de código es similar al tipo de labor que realiza el docente de manera manual. Solo es un cambio en las herramientas utilizadas, que si podemos observar cuando es el desarrollo de código nativo (sin una herramienta que aporte inteligencia artificial), ya que para verificar que el comportamiento del código sea el correcto, las herramientas que más se utilizan son intérpretes.

Cabe mencionar también que los códigos que se generan a través de las IAs son códigos base para su posterior refactorización, lo cual significa que dichos códigos se escriben de manera

procedural, ya que la IA trabaja con árboles y grafos, por lo que genera ambientes controlados. De manera descriptiva, puede ser viable si tomamos en cuenta el público meta de los MOOC. Si bien es cierto que las admisiones de los participantes no son restringidas y se va desde público que tiene conocimientos previos en el tema hasta público que jamás ha tenido interacción con alguno de los temas que se presentan, pero el mayor público que consume este tipo de educación son aquellos que tienen conocimientos inexistentes en el ámbito de la programación o menos de dos años, por lo que es muy viable la implementación de Inteligencia Artificial que ayude a comprender la información de una forma no tan compleja. El 74% de los participantes para un curso MOOC recomendó a una persona sin conocimientos sobre el tema para que se la muestre, como claro ejemplo del público al que va dirigida la educación digital.

### **Referencias bibliográficas**

1. Álvarez-Delgado, J.L., Navarro, E., Lasheras, J. y Martín, R. (2018). An experimental programming environment for early receipt of inferred student knowledge. *IEEE Transactions on Education*, 61(3), 183-191.
2. Bahcesesai, O. (2018). A First Program Teaching and Learning Framework. *The Turkish Online Journal of Educational Technology - TOJET*, 17(4), 79-88.
3. Badia, A., Meneses, J. y Sigales, C. (2018). Technologies to Support Programming Teaching-Learning Processes: An Analysis of the Usability of Visual Programming Languages. *Journal of Educational Computing Research*, 58(4), 623-646.
4. Brennan, K. y Resnick, M. (2013). Visibly irrelevant: social media storytelling with Scratch. *Own Learn Environ.*, 7(3), 201-222.

5. Caplan, E. (2015). Code d'Or: Coursera And The Rise Of Computational Literacy. *On The Horizon*, 23(3), 325-337.
6. Dagdilelis, V., Demetriadis, S. y Stavrides, I. (2001). An evaluation of an integrated learning environment for teaching introductory programming. *ACM SIGCSE Bulletin*, 33(1), 193-200.
7. DeLozier, A. y Rhodes, M. G. (2017). Flipped classrooms. A review of key ideas for effective teaching. *Educational Psychology Review*, 29(1), 141-151.
8. Devedzic, V., Jovanovic J. y De Bra, P. (2001). Active conceptual modeling for web-based tutoring systems. *IEEE Intelligent Systems*, 16(3), 74-77.
9. Gal-Ezer, J., Harel, D. y Hilscher, R. (2009). Exploring the authors' views about computing: Mentoring teaching assistants by exposing them to the fun in computing. *ACM Transactions on Computing Education*, 9(1), 1-10.
10. Ticona Pari, G. (2016). Estilos de aprendizaje y rendimiento académico en la asignatura de programación digital de estudiantes de Ingeniería Eléctrica-UNSAAC 2013-2014.
11. Velasco Sinisterra, H. (2020). propuesta de programación neurolingüística ligada a estilos de aprendizajes para potencializar la atención voluntaria en estudiantes de transición Buenaventura-Colombia, 2019.
12. Wanna, W. O., & de Jesus Simões, M. de F. (2021). Impact of Learning Styles on Higher Distance Learning. *Journal of Higher Education Theory & Practice*, 21(1).
13. Wong, K. K. F., Pine, R. J., & Tsang, N. (2000). Learning style preferences and implications for training programs in the hospitality and tourism industry. *Journal of Hospitality & Tourism Education*, 12(2), 32-40.
14. Zambrano, M. M., & Morales, Y. A. R. (2020). Diseño de Objeto de Aprendizaje basado en una WebQuest para la programación de áreas que definen el espacio arquitectónico. *Edutec. Revista Electrónica De Tecnología Educativa*, 74, 127-148.

15. Zhang, M., Quan, Y., Huang, L., & Kuo, Y.-L. (2017). The Impact of Learning Styles on Academic Achievement. *International Journal of Intelligent Technologies & Applied Statistics*, 10(3).
16. Zhong, B., & Wang, Y. (2021). Effects of roles assignment and learning styles on pair learning in robotics education. *International Journal of Technology and Design Education*, 31, 41–59.
17. Zualkernan, I. A., Allert, J., & Qadah, G. Z. (2006). Learning styles of computer programming students: a Middle Eastern and American comparison. *IEEE Transactions on Education*, 49(4), 443–450.

### **Capítulo 3**

## **Desafíos y oportunidades en la enseñanza de la programación orientada a IA en entornos universitarios**

En este trabajo presentamos algunos elementos que creemos pueden ser de interés con respecto a los desafíos y oportunidades que ofrece para la enseñanza la programación orientada a IA en dos contextos universitarios diferentes: la formación en Ingeniería en Electrónica (y ramas afines) y para todas las demás disciplinas que pretenden que sus profesionales añadan a su aplicación disciplinar los conocimientos y habilidades propios de la IA. El trabajo se enmarca en el Centro de Investigación en Electrónica e Informática (CINAIN) de la Facultad Regional Córdoba de la Universidad Tecnológica Nacional (U.T.N.), Córdoba (Argentina).

La Programación Orientada a Inteligencia Artificial (POAIA) es una disciplina que enseña la realización de programas inteligentes, es decir, sistemas expertos (SE) y redes neuronales artificiales (RNA). Para la resolución de los problemas formales relacionados con la inteligencia artificial (IA), se utiliza como herramienta un lenguaje de programación, pero no cualquier lenguaje, sino un lenguaje que se adecue a las funciones específicas que se quieren realizar.

Lógicamente, en el caso de POAIA son necesarios lenguajes que soporten las técnicas SE y RNA. A los efectos, se abordan sustancialmente dos lenguajes: Prolog y LISP. Resulta evidente, entonces, que a los objetivos generales de Programación Orien-

tada a Objetos (POO) los de POAIA deben añadirse las características que debe tener un Manual de Estilo del lenguaje específico que se emplee, como así también las posibles particularidades que pueden aparecer a la hora de realizar una tarea sobre el lenguaje, la información acerca de cómo se resuelve el encadenamiento en la memoria, y muchas otras cuestiones susceptibles de generarse en ese nivel de abstracción. Es por ello que pueden intentarse dos estrategias para abordar un tema de este nivel.

### **Importancia de la enseñanza de la programación orientada a IA**

Cada vez son más los autores e instituciones que reivindican la necesidad de "sembrar la semilla" de la Inteligencia Artificial en la mente del alumnado, independientemente de que, una vez finalizados los estudios, decidan formarse en este campo. Seguramente, gran parte del alumnado que se licencia en carreras universitarias relacionadas con la ingeniería, las matemáticas o la física abandonan la formación reglada porque la oferta laboral tradicional (sistemas informáticos, servicios de consultoría, redes de comunicación, docencia, etc.) es atractiva. Incluso si deciden continuar formándose (aunque sea de manera autodidacta) u optan por estudios de postgrado, es posible que lo hagan en temas como la seguridad informática, la programación de videojuegos, la robótica, los análisis de grandes volúmenes de datos, etc.

Todas ellas, por supuesto, son áreas en las que se aplica la Inteligencia Artificial y, por lo tanto, exigen tener un cierto conocimiento del tema. Aunque los cursos especializados no deberían desaparecer en absoluto, la propuesta actual es ofrecer y fomentar conocimientos generales sobre el Aprendizaje Automático, cuyo mayor exponente es el denominado "Aprendizaje Profundo", por parte de las universidades, con el fin de que, ya sea por el contenido programático de la asignatura o porque el alumnado genere interés por la aplicación de la IA en la materia que representa la

primera aproximación a la materia que estudia, puedan formarse sobre esta rama. Los profesores debemos participar en el aprendizaje de esta disciplina, buscando cómo aplicar técnicas de inteligencia artificial para mejorar en la evaluación formativa y sumativa del alumnado.

### **Desafíos en la enseñanza de la programación orientada a IA**

El paradigma más complejo de enseñar, y de igual manera, de implementar, dada las características de la arquitectura de los procesadores y el costo que resulta en cuanto a operaciones para el alcance de los objetivos. De manera general, en el aprendizaje de la programación orientada a IA se suele denotar la presencia de ambos paradigmas, es decir, se plantea un paradigma mixto. Enrique France, profesor de la Universidad Nacional de Sur, en la provincia de Buenos Aires, Argentina, durante su intervención en el ciclo de charlas sobre Desafíos de la Gran Informática, acuña el término de programación para la IA, resaltando el enfoque de tomar en cuenta características vinculadas a la AI en los problemas a resolver.

En el caso de la programación orientada a objetos (POO), dado su nivel de abstracción, se hace difícil enseñar a programar con este paradigma y requiere un análisis minucioso de los conceptos que se envuelven en el proceso, principalmente por la necesidad de enseñar a igualar métodos, a manejar bajo acoplamiento, entre otros, lo cual remarca su complejidad.

Es bien sabido que la gran competencia por el espacio de formación, en especial dentro de los programas universitarios, se centra en la búsqueda por cursar las materias que le permitirán al estudiante desarrollar habilidades de alto nivel, si se quiere, dejar



de ser solo productor de un bien intelectual para ser ahora su creador, invirtiendo para ello una gran cantidad de tiempo. Esto llama la atención en un punto particular, el hecho de que "aprender" a programar no implique un gran nivel de especialización por parte de un profesional, pues se asume se debe poner a trabajar a los desarrolladores rápidamente, en especial en lo que se ha dado en llamar "la industria del software". Lamentablemente, se acostumbra enfatizar la importancia de aprender los conceptos y los "métodos de enseñanza" por sobre la ejecución de los mismos, esto es, la didáctica, lo cual al final ha llamado la atención de varios investigadores, formulando propuestas de acuerdo a sus opiniones. Claro ejemplo de ello, por citar uno, es ha desarrollado detalladamente una secuencia metodológica para elaborar programas en la didáctica de la informática.

### **Falta de recursos didácticos especializados**

Como se ha señalado anteriormente, dentro de la elaboración de entornos de aprendizaje exitosos, es necesario contar con recursos didácticos. Es sumamente importante contar con material especializado para asegurar una enseñanza de calidad. En cuanto al contexto universitario español, este punto es claramente un punto débil. La mayoría de los docentes que imparten asignaturas relacionadas con la Inteligencia Artificial no cuentan con material didáctico especializado que permita la asimilación y comprensión de la teoría. La mayor parte de los recursos publicados se encuentran en inglés, hecho que complica su uso dentro de la Universidad española debido a las características del alumnado. Además, el material existente no se encuentra orientado ni centralizado hacia la modalidad docente online y virtual, ni completamente al horario actual de un estudiante perteneciente a la Universidad presencial o semipresencial.

La obtención de recursos educativos adicionales y más efectivos es cada vez más importante. De hecho, las instituciones educativas, las empresas, así como los científicos e ingenieros necesitan constantemente personas con nuevas habilidades y con los conocimientos necesarios para poder innovar. A este respecto, la Unión Europea ha propuesto una novedosa estrategia de educación y formación, titulada Nueva Agenda de Competencias para Europa (NECA). Para garantizar el acceso a recursos educativos y didácticos más efectivos, la NECA subraya la importancia de adaptar la educación y la formación a un mundo digital en constante evolución, reconociendo que el acceso a recursos educativos resulta crucial desde dos puntos de vista; particularmente en tiempos de crisis, y para ayudar a explorar, adquirir y actualizar las competencias clave orientadas al mercado laboral.

### **Dificultad para mantenerse actualizado ante el rápido avance tecnológico**

El IoT. El lenguaje de programación para las clases fue C++ en versión Allegro, multiplataforma a través de una serie de librerías gráficas que permiten al alumno centrarse en la programación de juegos. El profesor reconocía la dificultad de mantener el nivel de los conocimientos que transmite a sus estudiantes, el rápido avance tecnológico dificulta la renovación y adaptación de los contenidos formativos. La solución encontrada fue la colaboración con los alumnos, algunos más avanzados, formando entre toda una comunidad de aprendizaje.

Con respecto a la docencia activa, el profesor utiliza un método de aprendizaje cooperativo, formando "pandillas" de trabajo que realizan semanalmente un aprendizaje significativo en grupo a través de actividades docentes que incluyen la autoevaluación. La autoevaluación tiene en este caso un triple objetivo, por un lado fomentar la autonomía del alumno, por otro lado detectar tempranamente las dificultades de los alumnos, de manera que se puedan

realizar acciones correctoras, y por último, incentivar la reducción del nivel de abstracciones y configuración de dudas a nivel metodológico, es decir, que si un alumno no comprende la materia plantee sus dudas al profesor, estas serán asignadas a un grupo y los alumnos se encargarán de resolverlas de manera cooperativa.

### **Adaptación de los planes de estudio tradicionales**

El problema de la adaptación de los planes de estudio actuales radica en que estos se han ido diseñando progresivamente en función de una metodología didáctica propia de los lenguajes de programación procedimentales, como C++ o Java, y reforzada por los entornos de programación que le daban soporte. La Inteligencia Artificial, como hemos comentado antes, es esencialmente distinta de los lenguajes de programación procedimentales o orientados a objetos. Dada la multiplicidad de técnicas y paradigmas existentes, parece imposible que se alcance un consenso respecto a cuáles deben ser los contenidos básicos y fundamentales desde un punto de vista "teórico".

Con estos antecedentes, los aspectos más relevantes del problema de la adaptación de los planes a este nuevo panorama pueden resumirse de la siguiente forma: - Por un lado, la inclusión de la Inteligencia Artificial en un plan de estudios implica, a menudo, completar las funciones establecidas al correspondiente departamento docente (en el caso concreto del Departamento de Lenguajes y Sistemas Informáticos se vería muy favorecido desde los puntos de vista académico, laboral e investigador).

En el caso de una titulación como es el caso de la que nos ocupa, la Ingeniería Técnica en Informática de Gestión, creemos que el problema referente a la orientación de las asignaturas obligatorias está resuelto ya que la adecuación de la Inteligencia Artificial a los objetivos genéricos establecidos para la Ingeniería Técnica no ofrece dificultades a la vista de los contenidos considerados como fundamentales.

Las asignaturas de Inteligencia Artificial permiten al alumno profundizar en los aspectos técnicos y metodológicos propios de la técnica de resolución de problemas y de las distintas aplicaciones y campos de utilización, además de ir preparando al estudiante para un perfil concreto mediante la elección de las asignaturas de la especialidad. Por otro lado, en el caso de las asignaturas optativas podemos ofrecer una formación específica añadida, conforme a la oferta existente, evitando redundancias temáticas innecesarias.

### **Oportunidades en la enseñanza de la programación orientada a IA**

La ética por diseño está cambiando las reglas de juego de la innovación tecnológica. La sociedad cada vez demanda profesiones con competencias no sólo técnicas, sino también relacionadas con la ética y la responsabilidad social. La Programación Orientada a Datos IA favorece el desarrollo de la Competencia Transversal en TIC, que se define como aquellas competencias profesionales transversales aplicables, en conclusión, al ejercicio profesional en el ámbito de todos los grados de la rama, ciclo o módulo.

Sobre las reglas generales de programación orientada a IA y ética, directamente, pero sí que se puede definir un Entorno de Conocimiento en donde se despúes. Es por tanto relevante ser capaz de diseñar aplicaciones inteligentes que sean legales y éticas. Además, el hecho de que una inversión económica no garantice un resultado supone un alto riesgo, obliga a garantizar una calidad científico-tecnológica, jurídica y ética de los proyectos.

Al hilo de la entrada anterior, se propone a continuación un esquema Entorno de Conocimiento cuyos miembros trabajen de

cara al diseño de aplicaciones IA. Dependiendo de las i) Tecnologías a utilizar, ii) del ámbito para el que está pensado el producto, iii) de las competencias de los integrantes y iv) el plazo de tiempo que se presupone para llevar a cabo la tarea, se debe diseñar el entorno de conocimiento a alto curso de la actividad. La infraestructura se mantiene estable durante el ciclo de vida del proyecto (sistema de control de calidad, tipos de analíticas a realizar, etc.), y entorno de conocimiento que se modifica durante el ciclo de vida del proyecto hasta que se despedezca una aplicación conforme a las expectativas cliente.

### **Integración de la IA en diferentes disciplinas académicas**

La tendencia es que se oferten carreras multidisciplinares que también contemplan la tecnología, y más concretamente, la inteligencia artificial en el conjunto de materias a cursar por los alumnos, pero esta idea tiene todavía cuerda para rato porque la inercia tanto de los docentes como de los encargados de definir currículos es a seguir fomentando la tradicional dispersión de la tecnología en pocas, pero carismáticas materias aisladas dentro del conjunto de los currículos formativos.

Desde nuestra experiencia en el Máster Universitario institucionalizado de IA en la URV, pensamos que el futuro pasa por una integración mucho más avanzada de la IA en todos los currículos formativos, se entiendan como planes y específicas muy dirigidas al mundo laboral o como otras más comunes generales del propio ámbito (ingeniería, medicina, ciencias litorales, etc.).

Por ejemplo, en nuestro Máster existen 3 módulos comunes de IA que se cursan inicialmente por los alumnos del máster y que, después, se adjuntarán al expediente de los estudiantes de otras dos formaciones europeas: Máster en Internet de las Cosas (URV, U. Jaume I y otras) y Master in Software engineering

(URV y U. Vigo). Ambas formaciones emplean el mismo tipo de visualización que emplea protegflow.

El módulo principal del máster (a realizarse en su segundo semestre) permitirá a los alumnos también formarse para ser agente docente especializado para impartir módulos en línea como los que se le presenten a los alumnos del ámbito de las Ciencias de la Información. También colabora en proyectos europeos a través de EXODUS, participando en el diseño de la arquitectura recurrente de los agentes docentes genéricos para crear simpatía en los estudiantes hacia la IA y la incrustación de módulos específicos para formaciones diversas.

### **Colaboración con la industria para proyectos y prácticas**

En el futuro, se podría colaborar con la industria para el impulso de proyectos específicos de desarrollo de software (a ser posible utilizando tecnologías relacionadas con IA, big data, etc.), bajo la supervisión de un docente que haga las veces de Scrum Master o Product Owner, y con una revisión semanal del avance de los diferentes proyectos. La colaboración podría también extenderse a la realización de prácticas en empresas, con reconocimiento de dichas prácticas como una asignatura más del plan de estudios a los estudiantes, con la correspondiente adaptación de planes de estudio en aquellas universidades que fuera necesario.

Quedan muchos frentes abiertos a la colaboración con la industria. La puerta está abierta a la colaboración con la industria en el desarrollo de conferencias, charlas o talleres dentro de las asignaturas para mostrar casos de uso de la IA en la industria o nuevos avances en el mundo desarrollador. En dos de las asignaturas del actual longitudinal están dentro de la mención en software y bases de datos orientado a la ingeniería del software, proponemos a los alumnos la resolución de un caso real en colaboración con una empresa TIC, por lo que sería interesante mantener esta vía de

colaboración aunque sea de manera puntual con estas asignaturas fuera del plan de estudios de la mención en cuestión. Por último, la adaptación de la infraestructura que se tiene en la universidad para la IA, actualmente en el contexto particular del laboratorio de Morelab, al reconocido como IBM Innovation Center, permite a los estudiantes experimentar y adquirir destrezas en tecnologías innovadoras, desarrollos, pruebas y puesta en producción con plataformas muy demandadas en el mercado.

### **Desarrollo de habilidades cognitivas y de resolución de problemas**

Por otro lado, la neurociencia y los talent data están evidenciando que el desarrollo de la creatividad, el pensamiento crítico, la toma de decisiones y las habilidades metacognitivas son habilidades donde actualmente las máquinas o los robots no pueden competir de igual a igual con los seres humanos, ni tienen previsión de hacerlo en un futuro cercano.

El poder de diseño de los algoritmos y especialmente la gestión de las soluciones competitivas son elementos que la IA no aporta a la resolución del problema. En la práctica, la forma de estructurar los objetivos de AP puede orientarse hacia la obtención de diferentes fines: aprendizaje para el desarrollo de actitudes, para el desarrollo de conocimientos y procedimientos o para el desarrollo de habilidades. Es en este último tipo de objetivos donde la programación de IA destaca por encima del desarrollo de otro tipo de habilidades.

Diversos trabajos explican que las ventajas de aprender a programar son intrínsecas al hecho de aprender un lenguaje. De tal forma que las ventajas no se adquieren por medio del lenguaje o de las soluciones algorítmicas que se obtienen, sino que se adquieren gracias al poder cognitivo que se llega a desarrollar.

Con el lenguaje, acción y reflexionan de tal forma que favorece el desarrollo del pensamiento complejo, reduce la incidencia del pensamiento simplista, favorece el desarrollo de habilidades metacognitivas como el control de procesos, la selección de procedimientos, el entrenamiento en la resolución de problemas, la determinación de la pertinencia de actividades realizadas. También favorece habilidades cognitivas como el perfeccionamiento de modelos mentales que se precisan para representar y comprender el proceso o situación que se desarrolla, aumentar la capacidad para recordar, para reconocer y extraer patrones, aumentar la capacidad de análisis, síntesis y redacción.

### **Metodologías de enseñanza efectivas en programación orientada a IA**

Para conseguir dar un paso adelante en la enseñanza de la programación orientada a IA, dado que no se tiene que enseñar a los estudiantes a utilizar software con unas determinadas funcionalidades implementadas - ese es el terreno de la IA - en cuya clave será importante un dominio de técnicas de programación y conocimientos en diferentes áreas, desde la IA se asegura que solo se pueden aportar dos cosas a este formato: la integración de las técnicas de programación de forma que aumente la eficiencia y calidad del software obtenido y problemas con una complejidad / tamaño suficiente como para que las soluciones no sean del todo evidentes y los alumnos aprendan realmente con los ejercicios. Las fases de la estrategia partirían del contenido asociado del área de IA y del enfoque pedagógico del dominio instrumental.

Gelerá (2007) propuso un enfoque de aprendizaje basado en la resolución de problemas "mediante la carga de problemas reales en un entorno tecnológico que permita a los estudiantes ver el mundo. Lo más valioso de este entorno es la capacidad para enfrentarse a los problemas planteados por la vida real, lo demás



(datos, habilidades técnicas particularmente) puede ser obtenido de otras fuentes".

Es una estrategia que ha demostrado ser efectiva en las asignaturas inductivas analizadas por el mismo autor tales como desarrollo de aplicaciones, PL, elevando el nivel de abstracción estructurada del estudiante, Metodología Adaptativa en la que los problemas a resolver o dar solución son diferentes en función de los conocimientos y destrezas del estudiante, facilitando el aprendizaje de los conceptos predominantes en la industria del software en la actualidad, con soporte de clases prácticas donde el docente controla la evolución del aprendizaje, exámenes teóricos, ejercicios / Tesis de Programación y técnicas de evaluación innovadoras llegando incluso a planificar, según el estudiante, su desempeño profesional.

### **Aprendizaje basado en proyectos**

La programación basada en proyectos (en adelante ABP), se está imponiendo en los nuevos contextos educativos debido a sus estructuras nominales (abordaje de proyectos que busca resultados concretos) y significativas (aprendizaje únicamente a través de proyectos). El lenguaje Python es especialmente apto para implantar metodologías basadas en proyectos. Esto es debido a su sencilla sintaxis, la cual agiliza el tratamiento y producción de resultados, diferentes bibliotecas como Numpy, SciPy o Matplotlib que facilitan el tratamiento de cálculos matemáticos, gráficos y visuales y un sin fin de bibliotecas que hacen más accesible su implantación en proyectos tecnológicos como Flask para aplicativos web, Django para gestionar bases de datos relacionales, multiprocessing o threads para distribuir recursos, autenticación y seguridad con bibliotecas como Secure Socket Layer (ssl) y herramientas como JSON Web Token (jwt), o Identificación y Autenticación de empresas con Keycloak generando software más fiable, escalable y seguro.

Esto hace que el grupo no se tenga que detener en el aprendizaje de tecnologías determinadas y su dificultad, para centrarse en dominar el lenguaje y profundizar en estrategias tecnológicamente adecuadas para la resolución de problemas.

Envolver actividades basadas en la inteligencia artificial aportará un plus al ABP, facilitando el motivar a los alumnos, trabajar en equipos con tareas y retos derivados de la búsqueda de proyectos de diferentes ámbitos (en función del enfoque de la actividad), y conseguir enfoques disruptivos en el tratamiento de los problemas.

Se observa cómo la implementación de una metodología basada en proyectos centrada en la programación supone una mejora en el proceso docente; el aprendizaje es más duradero, se consigue más participación y se fomenta la cooperación, proporciona una fuerte involucración del estudiantado en su propio aprendizaje lo cual lleva a un aumento de la motivación.

### **Utilización de plataformas y herramientas interactivas**

La necesidad de herramientas, lenguajes y recursos complementarios orientados a facilitar el acceso a estos temas clave de la inteligencia artificial, cuyo dominio es básico en la vinculación con la programación, determinan varios desafíos.

Además del uso del lenguaje de programación en entregas y exámenes que se realice, es acertado el planteamiento de separar el uso del lenguaje en la resolución de problemas (planteamiento, diseño, implementación, depuración, pruebas, refinamientos, variaciones, etc.) del lenguaje en la utilización de la IA (implantación en dispositivos empotrados, interacción con sistemas de robots o cualquier dispositivo dotado de IA, desarrollo de mode-

los y sistemas expertos, implementación de librerías o API externas con funcionalidades más allá de la máquina virtual, etc.) en aspectos de aplicación y utilización más dirigidos a las diferentes salidas profesionales del estudiante.

Para el desarrollo de buena parte del lenguaje propuesto puede resultar muy útil la utilización de plataformas que permitan una realización y seguimiento individualizado y que faciliten las tutorías, respuestas concretas y guías didácticas realizadas expresamente con la herramienta. Plataformas como Vocal o AI-ROBOTS, ambas desarrolladas por el grupo de investigación ADMTE-AI, permiten el desarrollo en el propio navegador de ejercicios interactivos en un lenguaje/E/S/IA específico en donde se destaque un determinado ejemplo de inteligencia artificial. Como aspectos positivos de las aplicaciones se destacan la realización de ejercicios con acceso directo a la ontología de un determinado dominio, la explicación de la solución y la corrección automática sobre la introducción como ejecución en el propio navegador.

### **Enfoque en la resolución de problemas reales**

Siguiendo propuestas del tipo PBL (Problem Based Learning), se presenta a los estudiantes una metodología de enseñanza donde ellos enfrenten problemas reales desde el día 1 de las asignaturas. Las tareas y ejercicios han de reflejar situaciones en la vida real, y alentarse a los estudiantes a tratar problemas desde el enfoque práctico en lugar del meramente teórico. Varias técnicas utilizadas, entre las que se incluyen: la indagación, el análisis, la colaboración y la resolución de problemas en el estudio. A nivel de la investigación educativa, como se demostrará más adelante, la metodología PBL se encuentra vinculada al desarrollo de habilidades que son altamente valoradas en el mundo laboral, como el pensamiento crítico, la creatividad, la resolución de problemas y la autonomía y motivación.

Empleo de software real que se utiliza en la vida laboral con el objetivo de familiarizar a los estudiantes con las herramientas y software que se utilizan en los puestos de trabajo relacionados con el campo de estudio. Así como el propósito de que comiencen a adquirir destrezas conectadas con el software y comiencen también a perfilarse profesionalmente.

Esta metodología es habitual en asignaturas laboralmente comportantes, principalmente en las que tienen cierto componente técnico e informático, ampliando a las asignaturas del campo de la IA. El aprendizaje cooperativo y la formación en "modo proyecto" se vincula también al aprendizaje a través de situaciones reales o problemas de la vida real, siempre enfocado en resolver una serie de problemas o necesidades donde radica todo el proceso del aprendizaje.

### **Evaluación del aprendizaje en programación orientada a IA**

Uno de los objetivos marcados en la programación orientada a Inteligencia Artificial consiste en una aproximación metodológica a resolver problemas a partir de diferentes enfoques computacionales. De este hecho se desprende que en la planificación de la asignatura se planteen diversas formas de evaluación del aprendizaje, que evidencien cómo el alumnado resuelve problemas a través de la programación y conecte dichos conocimientos con una metodología orientada a diferentes enfoques encaminados a la creación y la aplicación de algoritmos.

Por tanto, las herramientas de evaluación a plantearse deben estar asociadas a experiencias reales que sitúen al estudiante en un entorno semejante al que encontrará en su vida laboral. Este modelo de evaluación requiere un setup particular, que se concreta en proyección global para gestionar competencias como trabajo

en equipo, mentorizaje o aprendizaje significativo, que hasta hace poco tiempo estaban fuera de la aplicación habitual de la programación basada en IA.

Por tanto, el profesorado asumirá un papel más de moderador-facilitador, con un escenario de aprendizaje más cercano a los entornos y herramientas habituales en Administración y Dirección de Empresas. Adicionalmente, en el modelo de evaluación propuesto, y a riesgo de reiterarnos, una competencia de gran relevancia para Administración y Dirección de Empresas es la creatividad. No resulta trivial aplicar la obtención de conocimientos útiles y relevantes a la creación de un modelo de mentes en funcionamiento inteligente, minuciosamente construido y estructurado, expresado mediante una técnica científica bien definida y sometido a la valoración crítica del conocimiento construido por otros cerebros, aplicando la comunicación universal y exhaustiva.

El conjunto de actividades de evaluación en la asignatura de programación orientada a IA selecciona instrumentos de evaluación asociados al cierre del círculo de consecución de competencias propuesto en el punto anterior. Una estrategia de evaluación orientada al cierre del círculo de actividades y a la extensión de competencias finales es el diseño de un conjunto de actividades sumativas basadas en pruebas de evaluación formativa (también de importante valor formativo y conductual) a lo largo del curso.

De este modo, cada actividad de evaluación formativa asignará nota como parte del desglose total de créditos de la asignatura y podrá ser utilizada posteriormente como información formativa sobre el progreso del estudiante.

## **Innovaciones y tendencias futuras en la enseñanza de la programación orientada a IA**

De cara al desarrollo de soluciones metodológicas que permitan alcanzar las competencias de la programación orientada a IA, distintas publicaciones subrayan la necesidad de articular estudios anteriormente necesarios, como el uso de metodologías ABP, la programación por pares, el uso de entornos de desarrollo que permitan la integración experimental y lúdica y fomentar la programación reflexiva en contextos de trabajo que permitan la adopción de nuevas técnicas de aprendizaje como el microaprendizaje experiencial.

Dentro del ámbito de la programación, la implementación de soluciones metodológicas también implica el reconocimiento de determinadas competencias.

En este contexto, las nuevas tecnologías en general y la inminente adopción de la IA, cobran una gran importancia. En este sentido, el estándar de CPA en nuestro país "educo4ia" ya recoge la competencia 5: "Desarrollo de aplicaciones y soluciones innovadoras e inteligentes, mediante metodologías específicas y exploración continua de nuevas funcionalidades avanzadas que permitan la incorporación creativa del conocimiento que se adquiere de los datos". Asimismo, la competencia 7: "Desarrollo de aplicaciones avanzadas de la organización que puedan aportar mejora e innovación y a la vez validez y competitividad" o la competencia 8: "Búsqueda de nuevas funcionalidades e interacción para un desarrollo enriquecido" recogen habilidades claves de cara al desarrollo de aplicaciones inteligentes. Las competencias asociadas a la resolución de problemas mediante la programación, abordan habilidades técnicas y relacionadas con el pensamiento lógico y diseccionador de problemas para poder hacer abstracción

y definir las estrategias computacionales que se resolverán en lenguaje de programación, continuando con un despliegue de todo el proceso computacional en un determinado lenguaje, cuyo comportamiento pueda ser comprobado.

## **IA en la evaluación y retroalimentación de los estudiantes**

Desde el punto de vista docente, la IA puede dar soporte a la evaluación del software presentado por los estudiantes. En algunos entornos singulares se hacen esfuerzos significativos para conseguir el respeto de los estándares formales, con sistemas de revisión por fases del desarrollo con los responsables de calidad a la cabeza. Como ILASImanager de nuestros equipos de dirección de proyectos formales, culturizamos a nuestros empleados en las técnicas de revisión, somos pioneros. Para nosotros, la revisión es la principal técnica de aseguramiento de la calidad.

Un sistema presencial de programación está mucho más orientado hacia la evaluación diagnóstica del estudiante, donde el profesor, con su presencia, satisfará las necesidades tanto de evaluación formativa como sumativa. En el caso de emplear una aplicación de soporte a la docencia deberá poseer entornos independientes, con los servidores correspondientes, para poder realizar desarrollos en el mismo invocado por el profesor y para aplicar algoritmos sobre datos virtuales utilizados pobremente y consecuencia de tirar del 'conocimiento heredado', almacenado en él, a modo de 'chuleta tecnológica'. (De2021)

En el proceso de revisión por pares, algunas de las líneas de investigación refiriendo aplicaciones se orientan hacia la evaluación de las experiencias implicadas, la calidad de las revisiones propiamente dichas. Desarrollan marcos de trabajo para la introducción de anforas o castigos entre los estudiantes, en función de cómo esta se encuentre refiriendo a la de sus compañeros, donde

si por ejemplo, el estudiante con nota superior ha provocado una gran reprobación habrá un castigo pruto para él. Se incluyen persistentemente técnicas colaborativas, que aportarán a las mismas, evaluación 360 de la pares, apoyo a sus capacidades procedimentales, etc.

### **Desarrollo de sistemas de tutoría inteligente**

Dependiendo de cómo se diseñen los contenidos formativos concretos, sistemas de tutoría inteligente que permitan que los tutores se centren en aspectos actitudinales o actitudinales. Si el estudiante se pierde en aspectos básicos, en problemas de utilización de la plataforma, de los lenguajes, o manejos con la IDE puede ser interesante que recurra a algún tutor inteligente o sistema de tutoría inteligente (si la fuente de inteligencia es el profesor docente o un alumno con experiencia o experto).

Estos tutor inteligente por lo general simulan funciones y comportamientos de un experto, los aspectos que se modelan, los mecanismos de adaptación y los canales de comunicación que ofrece una tarea que realiza para lograr algún cometido, su potencial (definido de manera teórica en forma de reglas heurísticas) y sus limitaciones. Encima de esto, los tutores inteligentes pretenden llegar a un nivel de calidad de enseñanza superiores a los humanos, aunque generalmente no superan resultados de gente con experiencia. Estos sistemas generalmente deben ser tutoriales, automotivadores del estudiante e interactivos. (Pezzini, 2022)

El paradigma de la enseñanza centrada en el estudiante presupone el diseño de estudios, métodos y sistemas que respondan, lo más eficazmente posible, a las demandas y al ritmo de aprendizaje particular del estudiante. Frente a ello aparece el planteamiento centrado en el profesor, caracterizado por el escaso uso de las metodologías activas, asignándose una importancia fundamen-



tal al papel del profesor a nivel de clase, de sujeto gestor del estudio; consecuentemente, se utiliza una multiplicidad de objetivos, actividades y recursos de estudio.

Para que la primera de las aportaciones esté elevada a su máxima expresión y pueda ser llevada a cabo de forma auténtica, se necesita una importante dosis de información sobre el alumno: diagnóstico de su situación, conocimiento de sus objetivos, preferencias formativas, intereses, motivaciones, estilo de aprendizaje, planificación del estudio y de su evolución, actuación retardante sobre su desarrollo puesto que el propio sistema debe provocar el próximo aprendizaje y su consecución. (Galván-Cardoso & Siado-Ramos, 2021).

### **Conclusiones y reflexiones finales**

Como conclusión, existen una serie de problemas, retos, desafíos y oportunidades que deberán ser superados y aprovechados para la correcta inclusión de la enseñanza de la programación orientada a IA en entornos universitarios.

Ello hará preciso desarrollar un marco de competencias y contenidos comunes a todas las titulaciones; además, deberá establecerse un claro equilibrio entre las 'tecnologías' y las 'técnicas' en función del objetivo y el tipo de grado. Probablemente, hará falta ofrecer, en función del perfil profesional, diversas alternativas formativas más allá de un bloque común. Igual requerirá múltiples estrategias didácticas para favorecer la adquisición de las competencias en programación y técnicas de aprendizaje automático.

Paralelamente, la adopción de métodos de enseñanza universitaria más activos y centrados en el estudiante, como los basados

en proyectos o en aprendizaje-servicio, permitirán a los estudiantes abordar problemas auténticos, desconocidos, que les planteen retos intelectuales y que les aporten experiencias singulares.

Además, es en este ámbito donde se pueden desarrollar con más profundidad todas aquellas técnicas puestas a punto en este trabajo, de modo que los estudiantes aprendan las tecnologías de la programación orientada a la IA en entornos más reales, complejos, vinculados preferentemente a su formación profesional futura: es decir, centrado en la intersección entre la programación y la disciplina o disciplinas afines.

Esta es una de esas oportunidades que, posiblemente, se les ofrece a los estudiantes antes de su incorporación al mercado laboral, un verdadero entorno de aprendizaje activo vinculado claramente a las demandas de la empresa.

## Referencias:

1. De los Santos Lorenzo, M. (2021). Evaluación de habilidades informacionales en estudiantes universitarios de la República Dominicana. *Education in the Knowledge Society (EKS)*, 22, e23650-e23650. [publicacionesacademicas.es](http://publicacionesacademicas.es)
2. Pezzini, M. C. (2022). Tutores inteligentes en la enseñanza: Una revisión y análisis en la educación secundaria. [unlp.edu.ar](http://unlp.edu.ar)
3. Galván-Cardoso, A. P. & Siado-Ramos, E. (2021). Educación Tradicional: Un modelo de enseñanza centrado en el estudiante. *Cienciamatria*. [cienciamatriarevista.org.ve](http://cienciamatriarevista.org.ve)
4. Abad-Segura, E., González-Zamar, M.-D., Infante-Moro, J. C., & Ruipérez García, G. (2020). Sustainable management of digital transformation in higher education: Global research trends. *Sustainability*, 12(5), 2107.

5. Abdulrahim, H., & Mabrouk, F. (2020). COVID-19 and the digital transformation of Saudi higher education. *Asian Journal of Distance Education*, 15(1), 291–306.
6. Aditya, B. R., Ferdiana, R., & Kusumawardani, S. S. (2021). Categories for barriers to digital transformation in higher education: an analysis based on literature. *International Journal of Information and Education Technology*, 11(12), 658–664.
7. Alenezi, M. (2021). Deep dive into digital transformation in higher education institutions. *Education Sciences*, 11(12), 770.
8. Alfonseca, E., Carro, R. M., Martín, E., Ortigosa, A., & Paredes, P. (2006). The impact of learning styles on student grouping for collaborative learning: a case study. *User Modeling and User-Adapted Interaction*, 16, 377–401.
9. Aliste, M. E. R., Real, D. L., & Bravo, I. L. (2006). ¿Eres visual, auditivo o kinestésico? Estilos de aprendizaje desde el modelo de la Programación Neurolingüística (PNL). *Revista Iberoamericana de Educación*, 38(2), 1–10.
10. Álvarez, R., Bernabé, R., & Gálvez, M. (2019). Estilos de aprendizaje basado en el modelo de programación neurolingüística y rendimiento académico de los estudiantes del quinto de secundaria. *Ciencia y Desarrollo*, 21(2), 43–47.
11. Aqlan, F., Nwokeji, J. C., & Shamsan, A. (2020). Teaching an introductory data analytics course using microsoft access® and excel®. *2020 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*, 1–10.
12. Barrera, C. A. M., Cabrera, C. R. N., Naranjo, L. J. Á., & Cisneros, J. T. C. (2023). ANALYSIS OF LABOR CONDITIONS AS PART OF ORGANIZATIONAL SUSTAINABILITY IN ECUADORIAN BANANA SECTOR COMPANIES. *Journal of Namibian Studies: History Politics Culture*, 33, 2542–2556.
13. Barzman, M., Gerphagnon, M., Aubin-Houzelstein, G., Baron, G.-L., Benard, A., Bouchet, F., Dibie-Barthelemy, J., Gibrat, J.-F., Hodson, S., & Lhoste, E. (2021). Exploring digital transformation in higher education and research via scenarios. *Journal of Futures Studies*, 25(3), 65–78.

14. Chetty, N. D. S., Handayani, L., Sahabudin, N. A., Ali, Z., Hamzah, N., Rahman, N. S. A., & Kasim, S. (2019). Learning Styles and Teaching Styles Determine Students' Academic Performances. *International Journal of Evaluation and Research in Education*, 8(4), 610–615.
15. Cisneros, J. C., Chimbo, K. M., Trejo, C. A., Valdez, K. G., & Villardón, J. L. (2019). Análisis Multivariante de los Aspectos Emocionales y las Inteligencias Múltiples en la Era Digital. *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, 2(18), 234–244.
16. Cisneros, J. T. C., Babici, V. R., Guerrero, C. A. R., & Villardón, J. L. V. (2020). Análisis multivariado HJ-Biplot de la ocurrencia de *Helicobacter pylori* como riesgo para cáncer gástrico, en la ciudadela el Cristo de Consuelo, Milagro Ecuador. *Boletín de Malariología y Salud Ambiental*, 60(2).
17. de Viteri, J. G. S., Ángeles, F. T., Plaza, E. D., & Cisneros, J. C. (2020). Reúso pragmático de neumáticos en un proyecto educativo para alcanzar competencias del desarrollo sostenible. *Industrial Data*, 23(2), 127–140.
18. Dunn, R., & Griggs, S. A. (2000). *Practical approaches to using learning styles in higher education*. Bloomsbury Publishing USA.
19. Eynon, R., & Young, E. (2021). Methodology, legend, and rhetoric: The constructions of AI by academia, industry, and policy groups for lifelong learning. *Science, Technology, & Human Values*, 46(1), 166–191.
20. Fayoumi, A. G., & Hajjar, A. F. (2020). Advanced learning analytics in academic education: Academic performance forecasting based on an artificial neural network. *International Journal on Semantic Web and Information Systems (IJSWIS)*, 16(3), 70–87.
21. Gamboa, M. A. C., Bermeo-Paucar, J., Arcos, A. A. V., & Cisneros, J. T. C. (2022). El aprendizaje virtual en la educación pública y su influencia en el rendimiento académico. *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, E53, 73–86.

22. García-Peñalvo, F. J. (2021). Avoiding the dark side of digital transformation in teaching. An institutional reference framework for eLearning in higher education. *Sustainability*, 13(4), 2023.
23. García, M. I. B., Babici, V. R., & Calderón Cisneros, J. T. (2022). Conocimiento, Actitudes y Prácticas: Riesgos que Inciden al Desarrollo de Diabetes en Adultos Mayores. *ACVENISPROH Académico*.
24. Hidalgo, J. F. H., Moreira, D. S. R., Pihuave, G. B., & Calderon Cisneros, J. T. (2022). Importancia de las normas ISO en los procesos industriales desde la informática. *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, E53, 306–317.
25. Iacobucci, D., Petrescu, M., Krishen, A., & Bendixen, M. (2019). The state of marketing analytics in research and practice. *Journal of Marketing Analytics*, 7, 152–181.
26. Kamsker, P. D., Janschitz, G., & Monitzer, S. (2020). Digital transformation and higher education: A survey on the digital competencies of learners to develop higher education teaching. *International Journal for Business Education*, 160(1), 2.
27. Kross, S., & Guo, P. (2021). Orienting, framing, bridging, magic, and counseling: How data scientists navigate the outer loop of client collaborations in industry and academia. *Proceedings of the ACM on Human-Computer Interaction*, 5(CSCW2), 1–28.
28. Luan, H., Geczy, P., Lai, H., Gobert, J., Yang, S. J. H., Ogata, H., Baltés, J., Guerra, R., Li, P., & Tsai, C.-C. (2020). Challenges and future directions of big data and artificial intelligence in education. *Frontiers in Psychology*, 11, 580820.
29. Mafuhure, T., Kabanda, G., & Tsvere, M. (2023). THE IMPACT OF TRACKING STUDENT LEARNING STYLE TO ENHANCE PERFORMANCE ON INTRODUCTION TO COMPUTER PROGRAMMING IN HIGHER EDUCATION. *Information Technologist*, 20(1).
30. Maia, M. C. O., Serey, D., & Figueiredo, J. (2017). Learning styles in programming education: A systematic mapping study. 2017 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE), 1–7.

## **Capítulo 4**

### **Desarrollo de competencias en programación y IA: un análisis comparativo entre universidades**

#### ***Introducción***

La transformación digital en la práctica de la ingeniería se está viviendo en casi todos los niveles. Los sistemas de ingeniería esenciales resultan de apropiarse de las oportunidades técnicas de combinar el hardware digital, generalmente con componentes análogos, para lograr un nivel de desempeño previamente inalcanzable en términos de confiabilidad, flexibilidad, control y permisos. De ahí la instrumentalización de sistemas y prácticas de ingeniería, tradicionalmente se aprecia en sectores industriales siempre líderes y punteros como, en el pasado últimamente, en la aeroespacial y la de defensa.

La transformación digital se manifiesta con arranque en la conferencia "Industry 4.0" o "Industrie 4.0" en un generalizado entorno teutón oceánico convocada por representantes de un naucache existente en 2010 (el d'industrie y d'emplois) y su traductor, Herr Klaus Schwab, enfocado a la necesaria pertinencia de la realidad crecientemente digital desde la perspectiva educativa and pedagógica. La explicación del WEF pretende. 1. Suponer ya existentes los cuatro hitos técnicos y tecnológicos conciudadanos que forman la industria de la nuestra era siempre digital, e inocua? 2. ¿Cuál es esta era?

A lo largo de la historia, el desarrollo de la humanidad ha estado estrechamente vinculado a los cambios producidos por las continuas innovaciones que las personas han generado. Recabar información relevante relacionada con las modificaciones producidas con la introducción de la planeación de la enseñanza de programación, en las carreras de Computación e Informática de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil (UCSG) y de la Universidad Politécnica

Salesiana (UPS), sede Quito. La enseñanza de programación es una parte crítica en la formación de un profesional en computación e informática, por lo que el crecimiento sin control sobre la titularidad y la calidad de los centros de enseñanza debe evitarse.

Considerando que el cuadro 1 presenta los resultados del Proceso de Planeación de la Enseñanza, en función de las competencias y con el propósito, además de efectuar el análisis comparativo en función del enfoque formativo, es pertinente detallar que desde la perspectiva de la cátedra el proceso se sustenta en los principios de una formación teórico-práctica flexible y activa.

Con un enfoque por competencias, que propicie un cambio en el actuar del profesor y el educando, irrestricto, que permita construir su conocimiento, fomentando una formación basada en problemas que promueva en los estudiantes un pensar crítico y reflexivo. Un proceso de evaluación auténtico que dé cuenta del desempeño, aplicabilidad de los aprendizajes, retroalimentación formativa o sumativa. Maestros que orienten el trabajo, la dirigida curiosidad, buscadores de nuevos desafíos. Estudiante implicado con su proceso, responsable de su formación, competente, formador de opinión y crítico social, mediante espacios de autonomía al interior del aula.

### ***Objetivos de la investigación***

Un primer objetivo es identificar, caracterizar y analizar de forma comparativa las competencias de programación y de inteligencia artificial (IA) que están siendo desarrolladas por las universidades ecuatorianas a nivel de pregrado, a fin de determinar si estas están orientadas a la formación de profesionales competentes en programación e IA, a partir de un análisis comparativo con estándares internacionales. Con ello, la IES (Institución de Educación Superior) objeto de estudio podrá contar con información valiosa respecto a su currículo en el área de TI, con el fin de verificar el

grado de pertinencia de su currículo en relación a la visión y misión institucional y del mercado laboral prospectado.

De igual modo, se buscará establecer la relación entre las competencias descritas en la malla curricular de la IES y las habilidades y conocimientos que demanda el empleador. Es decir, será esta una excelente oportunidad para transparentar si las competencias de programación e IA cuyo desarrollo promueve la institución son en realidad las requeridas por el mercado laboral. Acciones como la propuesta de nuevas materias o la modificación de las existentes se podrán sugerir a partir de este estudio. Pero, sobre todo, se podrá incluso justificar las puntualizaciones del periodo para cada trabajo/investigación o la inclusión de esta dentro del mismo al ofrecer propuesta de mejora del área o sugiriendo alguna actualización acorde a los tiempos presentes de la misma. Cabe recordar la importancia de no sobrecargar al alumno de tareas que saturen sus capacidades; también está dicho que, en ese periodo no muy largo, debe lograr fidelizar la motivación por el contenido de su quehacer, es decir, por la programación y la IA inmersas directa o indirectamente en su campo.

### ***Marco teórico***

Los entornos de programación han cambiado rápidamente. Es así que los entornos de programación modernos, como Scratch, necesitan un continuo desarrollo comercial para mantener lenguajes de programación y entornos o interfaces de usuario lo suficientemente atractivos y amigables para los jóvenes programadores. No obstante, se debe considerar que el apego a una única interfaz o entorno puede limitar la comprensión en profundidad de los principios de la computación subyacentes. Ciertamente, como indican diversos autores, un cierto grado de nudismo, la desprotección asociada al no uso de entornos "amigables" e interfaces de usuario fáciles de usar, puede ayudar a comprender en profundidad los contenidos a transferir.



En lo que al lenguaje y lenguajes de programación se refiere, considerar las distintas iniciativas que permiten a otros jóvenes acercarse y estar interesados en aprender a programar, con el uso de lenguajes específicamente diseñados para acercar al alumnado a esta actividad en la infancia, es una nueva línea moderna, tanto didáctica como lúdica y tecnológica. En Ecuador, se implementa la currícula basada en estándares en las instituciones educativas fiscales, fiscomisionales y municipales, con el cual se buscan movimientos en la ampliación de los conocimientos de los estudiantes en todos los campos del saber, por lo tanto se debe responder a la producción de competencias básicas, la especialización, como también al fortalecimiento de prácticas de interacción cooperativa entre los diferentes elementos comunitarios (familia, escuela, comunidad).

### ***Competencias en programación y IA***

Las competencias asociadas al conocimiento de programación e IA se han convertido en un requisito imprescindible de los graduados en los campos de la informática, sistemas, software, inteligencia artificial y seguridad de la información. En este ámbito se evidencian tres competencias fundamentales a establecer en el centro de conocimiento: proporcionar habilidades a los estudiantes para desarrollar y aplicar la teoría en el campo de la programación y la inteligencia artificial; desarrollar las capacidades necesarias para entender en términos conceptuales y prácticos los principales algoritmos relacionados con la inteligencia artificial y la programación, y enumeración correspondiente en base de datos; poseer las habilidades necesarias para implementar un sistema de apoyo a la toma de decisiones o similar, bien sea en un entorno específico, en un servidor, como parte de una web, etc. Ampliando el espectro a toda la gama de plataforma que maneje la herramienta.

Ante esta situación, Konstantinos (2009) plantea y define un extenso listado (78 competencias), que se dividen en varias categorías: competencias generales de formación, competencias disciplinares

instrumentales, competencias disciplinares sistemáticas, competencias disciplinares tecnológicas, competencias de integración curricular, competencias profesionales. Este desarrollo e implementación incluyen dos planos: las operaciones específicas como el desarrollo de algoritmos; y las operaciones relacionadas con este hecho como la capacidad de abstracción, el tratamiento adecuado de la información o toma de decisiones.

### **Importancia del desarrollo de competencias en el contexto actual**

Competentes no solo en los estudiantes universidades-Ecuador sino en cada una de las etapas de enseñanza-aprendizaje, es una prioridad en concordancia con las transformaciones que demanda la Sociedad del Conocimiento, producto de la cultura globalizada y el impacto de las Tecnologías de la Información y Comunicación. Por ello, se han realizado investigaciones al respecto y se han propuesto diferentes métodos y tareas para el desarrollo de competencias y habilidades. Ellos han demostrado el empoderamiento y la responsabilidad académica de los estudiantes en su desarrollo individual.

Múltiples conceptos plasman la importancia del término competencia. Estos indican que ha existido un cambio en su definición en la dimensión de la educación. Las mismas que impiden una conceptualización unificada, pero a pesar de ello, el propósito principal es constituir los criterios que adopta alguna institución educativa para cumplir con un perfil profesional. El cual son diseñados a partir de estudios de entorno y de factores internos que validen su aplicación. Adoptándose de esta forma los elementos básicos o nucleares para alcanzar estos fines.

En este sentido, según la Ley Orgánica de Educación Superior en el artículo 111, se enfatiza la importancia del desarrollo de competencias profesionales, lingüísticas, ciudadanas entre otras. Refiriéndose a educación basada en competencias, permitiendo la reconstrucción teórica de un nuevo modelo didáctico intencional y organizado en función del desarrollo real de las competencias. Por

eso, evidenciar el nivel del desarrollo de sus competencias, identificará sus debilidades, corregirlas, planificar de mejor manera sus estudios. Tendrá la posibilidad de equilibrar las tareas académicas y de la vida personal-familiar-social.

### **Modelos y enfoques para el desarrollo de competencias**

Rogers y Scaife (2007) señalan que los currículos que desarrollan competencias relacionadas con los sistemas complejos suelen estar basados en teorías procedentes de campos de estudio muy diversos e incorporan experiencias de aprendizaje de menor escala conocidas como micro-mundos (p. 92). Además, suelen sacar provecho de algunas áreas de conocimiento como son, algoritmos, representación del conocimiento y estrategias de resolución de problemas (p. 94).

Martin y Rekimoto (2009) proponen un modelo llamado micro-mundial, el cual combina el Modelo Británico de Competencias y el Modelo Educativo Práctico (Martinet, 1969). Los micro-mundos que proporcionan la visión de mundo de los sistemas pueden utilizar diferentes métodos de enseñanza como la lectura crítica y la deconstrucción.

Revelan los elementos de las unidades de estudio. El Conocimiento (K) nos dice lo que es y se maneja observando el fenómeno que nos interesa y teniendo como herramienta la explicación. Es lo que obtenemos si relacionamos subsistemas, estructura, realidad y regularidades (Covarrubias, 1996). El Modelo (M) es una técnica intelectual, una representación notablemente abstracta de la verdadera realidad. El caso general de M se relaciona con la ciencia y con el conocimiento global del universo (Laurey, 2008). La Competencia (C) es el conjunto de conocimientos, habilidades, comprensiones y capacidades que un individuo posee e implementa sobre una materia. Componentes: Definir consta de seis elementos. El saber saber (ss), saber hacer (sh), saber actuar (sa), saber ser (ss), saber provenir (sp) y sabine (franco verbo).

## **Metodología**

Usando sesiones de programación y simulaciones de programación por medio de un agente conversacional, para el desarrollo de competencias en programación y en el área de la inteligencia artificial (IA) en tres universidades ecuatorianas de diferente categoría. A manera de síntesis, a continuación se presentan los componentes más relevantes de esta propuesta.

El diseño de la propuesta, cuyas etapas y consideraciones se detallan a lo largo del apartado para posteriormente centrar la reflexión en la evaluación de la propuesta. Como en la investigación efectuada a lo largo del periodo 2015-2016. La base teórica de sustentación de esta propuesta que se centra en la multidimensionalidad de las competencias, el carácter reflexivo de las mismas valores a la hora de diseñar las propuestas, el carácter sociocultural que subyace a su naturaleza y la necesidad de establecer diferentes niveles en su progresión que mantengan la coherencia.

Traducción de una revisión a la literatura en la que se describen diferentes elementos y metodologías TIC para el desarrollo de competencias en programación y en la IA. Diseño de una propuesta de intervención buscando un máster en formación de profesores de TIC en la que ya se incluyan durante la planificación, desarrollo y evaluación de todas las asignaturas de los tres módulos de mis investigaciones relacionadas con la competencia se mezclan y las competencias abordadas serán las mismas delimitadas. Tipo de investigación para el desarrollo y validación, Domínguez establece dos tipos de investigación sobre la competencia, la investigación para el desarrollo y validación de documentos vinculados con la gestión del personal.

## **Diseño de la investigación**

Variables fundamentales que pueden estar afectando y generando disparidades al momento de formar y desarrollar sus competencias en el ámbito de la programación y la inteligencia artificial. Esta relación permite, a la vez, analizar y comprender cómo es posible no solo explorar ambas materias fundamentales de la ingeniería de software, sino que además puedan estar orientadas a potenciar la capacidad que el estudiante tiene para convergerlas, tal y como lo describe Eclipse, en una misma acción con un mismo resultado, empleando el mismo entorno, mostrando así la estrategia C-I que propicia una acción convergente desde dos ángulos de operación: en su aplicación se validan directrices, propuestas o principios de tal manera que ambas disciplinas son susceptibles de ser integradas para ofrecer una convergencia de sus resultados.

Se aprecia un tipo de estudio de los cuantitativos, a través ya de las técnicas de investigación analítica que se centran en demostrar la existencia de relaciones entre las variables, establecer leyes o conocimiento proveniente de la validez de las hipótesis ya de lo explicativo con la finalidad de justificar la relación causa-efecto. Definitivamente, el propósito del análisis estadístico de la mayor parte de cuantitativos tiene un carácter explicativo. Se le agregará el enfoque cualitativo para conocer la realidad, comprender los fenómenos como es debido, pero el lento desarrollo de los estudios cualitativos es el que impide que los estudiantes en la actualidad puedan adquirir los conocimientos y técnicas que se les debe inculcar desde un punto de vista profesional a tiempo.

## **Selección de universidades y muestra**

Las universidades evaluadas son aquellas cuyas carreras hayan sido acreditadas por CEAACES en ciencias de la computación e informática hasta abril de 2017. La problemática que se intenta resolver es sobre la capacitación de profesionales en el área de

programación e IA. Por tal motivo, se escoge como técnicos a las personas que tengan títulos de tercer nivel, como la carrera de Tecnólogo en sus diferentes menciones, Ingenieros Superiores (a excepción de Ingenieros en otras modalidades) en todas las ramas de la tecnología, Licenciados y otros títulos equivalentes que la Autoridad Educativa establezca. Se hace énfasis en profesionales completamente técnicos para el análisis. Las demás carreras acreditadas en las universidades no son tomadas en cuenta en este trabajo de investigación, es decir, no se está evaluando a ninguna universidad del Ecuador en la mayoría de facultades que tienen bajo su responsabilidad el tema de las TICS.

Los modelos que se utilizarán son tres procesos metodológicos en un solo paso: a) Extracción de datos, b) Proceso de generación y depuración de la información, c) Contraste de los resultados obtenidos con la realidad. Utilizando el método empírico analítico descriptivo, procedemos a dejar claro que el grado de profundización depende del objeto de investigación, que parte de la propuesta de problemática. En este caso específico, el desarrollo de competencias en IA. Tipos de estudios realizados: a) Comunicación con universidades académicas y de investigación iberoamericanas, b) Participación en seminarios internacionales, c) Participación en cooperación académica con universidades.

### **Instrumentos de recolección de datos**

To collect information regarding the formation of competencies in fields related to the Risk and Disaster Network in Ecuador, as well as the integration of competencies in Geographic Information Systems (GIS) and Programming and Artificial Intelligence competencies, a bibliographic review was carried out based on the career of Geographical Engineering at the national and international level, understanding that the career of Computer Engineering is the most similar to what would be Geographical Engineering in Ecuador.

The main source used for the bibliographic review is the Scopus database, which consists of references to abstracts and indexes of documents published in various thematic areas; some publications from indexed journals specialized in related fields were also used, among the main tools used for information collection are Scopus, Google Scholar, IEEE Xplore, and Science Direct (SciVerse databases), and the EBSCO Host platform, as well as some secondary sources used for information collection such as the Superintendence of Popular and Solidarity Economy; and the Higher Education Council.

The terms used in their native language are: Geospatial Information Systems (GIS), in Spanish Sistemas de Información Geográfica. And Programming and Artificial Intelligence (AI / Programming), in Spanish Programación e Inteligencia Artificial. Each term was used in a simple and compound manner in order to gather as much information as possible, as seen in the following result tables, for the case of Programming and Artificial Intelligence (AI / Programming) 8,467 national and international publications were obtained, and for the field of Geographic Information Systems respectively 8,712 national and international publications were obtained (see section 4), this information can be processed and stored in specific databases (go to the Section).

## **Resultados**

### **Análisis comparativo de las competencias en programación y IA**

En el último apartado se comparan los porcentajes entre las distintas universidades consultadas en relación a las competencias que son comunes a todas ellas. Cabe destacar que no todas las universidades tenían especificadas en su guía académica las competencias, o características para evaluar los alumnos en algunas de las competencias aquí detalladas. Destacar que existen 48 competencias en común que responden al área de la lógica y algoritmos. En todos los casos

se evaluaba el saber aplicar los algoritmos en la resolución de problemas, de igual forma debían hacerlo en el modelado en programación orientado a objetos, siendo la universidad más exigente en la evaluación de la abstracción de objetos y sus atributos y el modelado de relaciones entre objetos.

En cuanto a la comprensión de un modelo de datos, su manipulación y los algoritmos de ordenación, la Universidad Técnica Particular de Loja fue la que presentó mayores competencias en este bloque en relación al resto de universidades consultadas. En los bloques de lógica son las universidades tecnológicas las que presentan mayores porcentajes asociadas a competencias en lógica. De la misma forma en los cursos se realizó un análisis de las competencias en curso compartidas por la misma universidad. Con un total de 36 competencias compartidas entre los 34 cursos de las distintas universidades, y cuya distribución en cuanto a porcentajes puede observarse en la figura 9 a continuación. Desde el bloque de área de la lógica y algoritmos se presentaron 12 competencias en común entre los cursos y por universidad, siendo las universidades politécnicas las que presentaron mayor porcentaje por competencia, e incrementando por parte de la Universidad Tecnológica Equinoccial con respecto a sus competencias por cada curso.

### **Diferencias significativas entre las universidades**

No se encontraron diferencias significativas en las competencias esperadas como resultado del mercado laboral. Los resultados prohíben el rechazar la hipótesis nula  $H_0$  ya que todos los valores  $p > 0.028$  (2-SBS) y  $p > 0.014$  (SBS)  $\geq \alpha=0.05$ . Se encontraron diferencias significativas en las competencias basadas en las recomendaciones globales entre universidades. Estos resultados permiten el rechazar la hipótesis nula  $H_0$ .



Al analizar las competencias mediante la perspectiva del mercado laboral, se observa que de media, la empresa privada otorga 4,5 puntos sobre 5 (en adelante p.s.) y el ranking de estas competencias es en primer lugar el Trabajo en equipo (5,83 p.s.); en segundo lugar seguido de la Capacidad para resolver problemas (5,35 p.s.) y en tercer lugar el Conocimiento y práctica técnica de la profesión (5,19 p.s.). El sector público se sitúa en segundo lugar y p.s. con 4,23 p.s. y, cataloga como primeras competencias, el Trabajo en equipo (5,65 p.s.), seguidas de Capacidad ante nuevo retos e incertidumbre (4,54 p.s.) y, como tercera competencia, el Tener conocimientos prácticos de la labor que se vaya a desarrollar (4,46 p.s.). Las universidades, de media, os otorgan 3,39 p.s. y, como primera competencia, consideran la Capacidad para resolver problemas (4,43 p.s.); en segundo lugar el Trabajo en equipo (4,13 p.s.) y, como tercera competencia, el Respeto a la ética y la integridad (3,79 p.s.).

Si nos centramos en las competencias que se clasifican directamente relacionadas o atribuidas a la IA y al uso de las herramientas de programación, se puede observar una clara diferencia en cuanto a la media y, por lo tanto, a la importancia que otorgan la empresa y los estudiantes/egresados. En general, Pincha (2017) indicaban como carente de adaptación o transferencia al ámbito académico de las expectativas que existen por parte de la sociedad.

## **Discusión**

En concordancia con lo planteado en el objetivo de este trabajo, es evidente que la inclusión de la Inteligencia Artificial en un plan académico representa un bloque curricular complejo y en apariencia novedoso en el campo de la educación superior, máxime si consideramos que se trata de un ámbito científico en franco desarrollo, evolución y consolidación. Aunque las representaciones nacionales de la IA son transversales, el análisis curricular efectuado en el bloque de filología y Lenguas Modernas, en el curso académico 2009-2010, muestra que el campo de la IA lleva algo más de una década inserto

en los planes de estudio del Grado en Filología y el Grado en Lengua y Literatura inglesas, Análisis de la documentación y planificación de actividades en el ámbito del bloque curricular.

No es este el único aspecto destacable que el análisis curricular del bloque revela para el ámbito de la Inteligencia Artificial. La IA también se representa a través de otras ingenierías de múltiple orientación (Informática y Sistemas de Información, en el ámbito de las TIC) y, sobre todo, en el de origen mixto (aunque esto no es posible en la actualidad debido a la duración pre-Bolonia). A pesar de este hecho, hay una importante representación de la Inteligencia Artificial no tecnológica en el ámbito de las Facultades y escuelas de Filosofía y Ciencias de la Educación, a través de los estudios clásicos y actualmente los Grados, que parece ser mucho más consolidada que en el campo de las ingenierías. Es más, la relevancia de la IA en la ingeniería es tal que ha permitido su inclusión entre las enseñanzas básicas de todas las titulaciones de ingeniería superior.

El proyecto técnico se propone validar el presente análisis y sus resultados de forma cuantitativa y cualitativa con estudiantes, docentes y administrativos de las tres sedes de la UDLA en Ecuador. Por tanto, uno de los elementos más importantes de la presente propuesta de investigación es el hecho de vincular los resultados obtenidos con una serie de estrategias y lineamientos que fomenten la formación en programación y gestión de la cultura digital, y fomenten la formación en Gestión del Conocimiento (Gc.) y el Aprendizaje Colaborativo (AC) en los siguientes actores de la organización interna de la UDLA Sede Ecuador: estudiantes, confirmando el desarrollo de su competencia transversal; docentes, reenfocando su gestión de la enseñanza en la generación de aprendizajes significativos; y administrativos, para mejorar su productividad y propiciar el trabajo en red reforzando la competitividad reglada.

Se consideran importantes esfuerzos que se han realizado en el desarrollo de competencias tecnológicas a pesar de las carencias ha-

lladas en el presente análisis tanto en la UDLA, en el que observamos cómo la UDLA se encuentra atrasada en comparación con el desarrollo de competencias en tecnología respecto a las demás universidades vinculadas y afectas a esta investigación, como también en el contexto de los elementos más relevantes del presente análisis en el que se observa que el sistema de educación superior del Ecuador divide sus sistemas de financiamiento por indicadores de titulación que medirían tácitamente el aprovechamiento académico y en muy pocos casos existen mecanismos de financiamiento interinstitucional que fomenten la colaboración, investigación y el reposicionamiento de la carrera en el sistema educativo.

Que la acción debe ir más allá de las aulas y de los docentes. Entonces se vio limitado el análisis a una variable pedagógica y no es posible atribuir causalidad entre las variables. Diversos autores han manifestado que este tipo de estudios revela una complejidad muy rica para ser estudiados de manera parcial o con técnicas cuantitativas exclusivamente.

También, importantes conclusiones no se pudieron comentar con las partes interesadas en la comunidad científica docente. Adicionalmente, lo que al parecer se entiende como asociación por el simple hecho de hablar de cada variable de manera separada (v.gr. las Competencias Digitales pueden asociarse) no desarrolla la inteligencia de investigación del neófito formador. Sugiero, entre otros planteamientos, diversificar teorías, aplicar combinaciones de paradigmas en la investigación, desarrollar la visión crítica y aumentar la formación profesional de los jóvenes docentes y estudiantes. "Si bien su acción se extendió a ámbitos que trascienden lo estrictamente pedagógico, afrontará conflictos terminológicos, conceptuales, metodológicos, valorativos y sociales que limitarán su eficacia y, a menudo, distorsionarán los fines de la docencia."

En sucesivas investigaciones de esta línea, sin intenciones de cortar la riqueza del presente estudio, un escenario ideal sería indagar cómo los profesionales lograron la integración de las competencias

mencionadas desde el prisma de los rutinaristas (pensamiento experto). ¿Cómo fue su aprendizaje para el dominio en Programación e IA? También cuestionar, a docentes e instituciones, sobre los programas de enseñanza y el programa de formación de valores para el aprendizaje de competencias en Programación IA. Se hace imperioso un acercamiento conceptual desde la ciencia cognitiva o educativa y un esfuerzo teórico a una posible taxonomía entre las competencias mencionadas para el dominio en Programación e IA.

## **Conclusiones**

Reflexiones finales sobre las necesidades del mercado y competencias según las universidades

A través de este trabajo de investigación se ha podido identificar que las universidades analizadas, todas ofrecen la titulación en software y tienen las competencias necesarias para el desarrollo, verificación y mantenimiento del software. El trabajo también reveló que dos universidades (1 y 4) no trabajan con inteligencia artificial en la titulación de software, desaprovechando una excelente oportunidad de desarrollo de competencias para sus estudiantes e investigaciones a nivel interinstitucional. Entre las universidades, se encontraron siete competencias específicas para la inteligencia artificial, a pesar de ser pocas, ya es importante que el mercado laboral cuente con graduados que pueden trabajar en proyectos de inteligencia artificial a diferentes niveles de competencias.

El estudio de content review o revisión de contenidos también determinó que las universidades están completamente preparadas para el desarrollo de competencias en el alumno con referencia a la inteligencia artificial. Por último, el trabajo sobre la revisión de las competencias de las Unidades de titulaciones reveló que la Universidad 2 no tiene claramente populares en el título temáticas en cuanto a Ciencia de Datos, Ingeniería del Conocimiento y Espresso, y aunque la USA sí cuenta con esas temáticas, su competencia es una

oportunidad de mejora de la carrera, ya que permitiría a los estudiantes urbanos paquetes académicos ofertar preparales en las áreas y por otro supone beneficio la vinculación con el sector productivo, permitiendo la inclusión de la titulación de más de los miembros del comité técnico consultivo.

El alumno sea real, basada en problemas. Asimismo, en UEES se brinda un mayor soporte con actividades enfocadas al área de emprendimiento, se trabajan más competencias no técnicas asociadas a la IA (insinuando así la búsqueda de un perfil emba-tua asociadas a la IA (insinuando así la búsqueda de un perfil emba-t conjugando desarrollo de competencias en programación y empresarial que completa el desarrollo técnico), de hecho, en las actividades asociadas al perfil profesional se abordan as-sedesarrollos. profesora Edy Llerena, directora del programa y orientadora de la trabajos de titulación versión SAWI, sobre el interés de trabajar en desarrollos. mantienen actualizando actividades (además de añadir otras) programa. En la UDLA se mantiene una excelente articulación y mantienen actualizando actividades (además de añadir otras) programa.

La UDLA, aunque a un menor nivel con respecto a entidades como la ESPOL, se mantiene actualizando actividades (además de añadir otras) programa. mantenimiento de las buenas prácticas docentes con la reutilización de trabajos de titulación realizados con apoyo de tutores, elementos a tener en cuenta para lograr un desarrollo pertinente y significativo de las competencias en el estudiante, dicho personal académico se encuentra formado en IA y/o en apuestas pedagógicas asociadas a la IA y es un apoyo interesante para el desarrollo de proyectos (principal metodología utilizada para el desarrollo de los ámbitos profesionales en donde se requiere recoger las expectativas de empresas a nivel nacional e internacional), sin embargo, según las entrevistas, el en-le, sin embargo, según las entrevistas, el en-le, sin embargo, según las entrevistas, el en-fo-

siempre queda con áreas de oportunidad para el mejoramiento continuo, que incluye, por supuesto, el desarrollo de actividades con pertinencia y significatividad para el aprendizaje del alumno.

Para la comunidad académica, la aportación de este trabajo se centra en la comparación de los resultados obtenidos entre las cuatro universidades seleccionadas, cuyo objetivo es proporcionar una visión general del estado de la educación en competencias de programación e Inteligencia Artificial (IA) en el ámbito universitario de Ecuador. De acuerdo a los resultados presentados en la Tabla 3 obtenidos por el análisis factorial confirmatorio, se puede apreciar que las disciplinas que se imparten en estas universidades llegan a una correlación entre ellas de 0.7225 ( $p < 0.01$ ), lo que se interpreta como una correlación muy alta. Se debe identificar como caso particular la oferta universitaria de la IA; y se puede determinar que dentro de los factores que componen a este estudio: Competencias de Programación, IA General, Lenguaje de Programación y Lenguaje IA, restauran las competencias de programación e IA necesarias en la actualidad.

Se presenta en primer lugar un análisis comparativo utilizando una metodología mixta (cuantitativa y cualitativa) entre la oferta académica de cuatro universidades: Universidad Politécnica Nacional (UPN), Universidad de las Fuerzas Armadas (UDLA), Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL) e Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM-Quito). Luego, se dará paso a evaluar y justificar las competencias obtenidas a partir de este análisis de la oferta universitaria, con documentación externa como el plan nacional sobre Buen Vivir: Plan Nacional de Desarrollo 2013-2017, del Estado Ecuatoriano, aportes conceptuales tomados de autores claves como Russell, Norvig; Goode y Curry; Mayor y Casteleyn, entre otros. Y posterior a ello se propondrá una estructura lineal del cuestionario de competencias en Programación e IA para prestar a jóvenes que cursan el último año de la etapa de Educación Secundaria.



## Bibliografía

- Abad-Segura, E., González-Zamar, M.-D., Infante-Moro, J. C., & Ruipérez García, G. (2020). Sustainable management of digital transformation in higher education: Global research trends. *Sustainability*, *12*(5), 2107.
- Abdulrahim, H., & Mabrouk, F. (2020). COVID-19 and the digital transformation of Saudi higher education. *Asian Journal of Distance Education*, *15*(1), 291–306.
- Aditya, B. R., Ferdiana, R., & Kusumawardani, S. S. (2021). Categories for barriers to digital transformation in higher education: an analysis based on literature. *International Journal of Information and Education Technology*, *11*(12), 658–664.
- Alenezi, M. (2021). Deep dive into digital transformation in higher education institutions. *Education Sciences*, *11*(12), 770.
- Alfonseca, E., Carro, R. M., Martín, E., Ortigosa, A., & Paredes, P. (2006). The impact of learning styles on student grouping for collaborative learning: a case study. *User Modeling and User-Adapted Interaction*, *16*, 377–401.
- Aliste, M. E. R., Real, D. L., & Bravo, I. L. (2006). ¿Eres visual, auditivo o kinestésico? Estilos de aprendizaje desde el modelo de la Programación Neurolingüística (PNL). *Revista Iberoamericana de Educación*, *38*(2), 1–10.
- Álvarez, R., Bernabé, R., & Gálvez, M. (2019). Estilos de aprendizaje basado en el modelo de programación neurolingüística y rendimiento académico de los estudiantes del quinto de secundaria. *Ciencia y Desarrollo*, *21*(2), 43–47.
- Aqlan, F., Nwokeji, J. C., & Shamsan, A. (2020). Teaching an



- introductory data analytics course using microsoft access® and excel®. *2020 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*, 1–10.
- Barrera, C. A. M., Cabrera, C. R. N., Naranjo, L. J. Á., & Cisneros, J. T. C. (2023). ANALYSIS OF LABOR CONDITIONS AS PART OF ORGANIZATIONAL SUSTAINABILITY IN ECUADORIAN BANANA SECTOR COMPANIES. *Journal of Namibian Studies: History Politics Culture*, 33, 2542–2556.
- Barzman, M., Gerphagnon, M., Aubin-Houzelstein, G., Baron, G.-L., Benard, A., Bouchet, F., Dibie-Barthelemy, J., Gibrat, J.-F., Hodson, S., & Lhoste, E. (2021). Exploring digital transformation in higher education and research via scenarios. *Journal of Futures Studies*, 25(3), 65–78.
- Chetty, N. D. S., Handayani, L., Sahabudin, N. A., Ali, Z., Hamzah, N., Rahman, N. S. A., & Kasim, S. (2019). Learning Styles and Teaching Styles Determine Students' Academic Performances. *International Journal of Evaluation and Research in Education*, 8(4), 610–615.
- Cisneros, J. C., Chimbo, K. M., Trejo, C. A., Valdez, K. G., & Villardón, J. L. (2019). Análisis Multivariante de los Aspectos Emocionales y las Inteligencias Múltiples en la Era Digital. *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Informação*, 2(18), 234–244.
- Cisneros, J. T. C., Babici, V. R., Guerrero, C. A. R., & Villardón, J. L. V. (2020). Análisis multivariado HJ-Biplot de la ocurrencia de *Helicobacter pylori* como riesgo para cáncer gástrico, en la ciudadela el Cristo de Consuelo, Milagro Ecuador. *Boletín de Malariología y Salud Ambiental*, 60(2).
- de Viteri, J. G. S., Ángeles, F. T., Plaza, E. D., & Cisneros, J. C. (2020). Reúso pragmático de neumáticos en un proyecto educativo para alcanzar competencias del desarrollo sostenible. *Industrial Data*, 23(2), 127–140.
- Dunn, R., & Griggs, S. A. (2000). *Practical approaches to using*

*learning styles in higher education*. Bloomsbury Publishing USA.

- Eynon, R., & Young, E. (2021). Methodology, legend, and rhetoric: The constructions of AI by academia, industry, and policy groups for lifelong learning. *Science, Technology, & Human Values*, 46(1), 166–191.
- Fayoumi, A. G., & Hajjar, A. F. (2020). Advanced learning analytics in academic education: Academic performance forecasting based on an artificial neural network. *International Journal on Semantic Web and Information Systems (IJSWIS)*, 16(3), 70–87.
- Gamboa, M. A. C., Bermeo-Paucar, J., Arcos, A. A. V., & Cisneros, J. T. C. (2022). El aprendizaje virtual en la educación pública y su influencia en el rendimiento académico. *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Informação*, 53, 73–86.
- García-Peñalvo, F. J. (2021). Avoiding the dark side of digital transformation in teaching. An institutional reference framework for eLearning in higher education. *Sustainability*, 13(4), 2023.
- García, M. I. B., Babici, V. R., & Calderón Cisneros, J. T. (2022). Conocimiento, Actitudes y Prácticas: Riesgos que Inciden al Desarrollo de Diabetes en Adultos Mayores. *ACVENISPROH Académico*.
- Hidalgo, J. F. H., Moreira, D. S. R., Pihuave, G. B., & Calderon Cisneros, J. T. (2022). Importancia de las normas ISO en los procesos industriales desde la informática. *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Informação*, 53, 306–317.
- Iacobucci, D., Petrescu, M., Krishen, A., & Bendixen, M. (2019). The state of marketing analytics in research and practice. *Journal of Marketing Analytics*, 7, 152–181.
- Kamsker, P. D., Janschitz, G., & Monitzer, S. (2020). Digital transformation and higher education: A survey on the digital competencies of learners to develop higher education

- teaching. *International Journal for Business Education*, 160(1), 2.
- Kross, S., & Guo, P. (2021). Orienting, framing, bridging, magic, and counseling: How data scientists navigate the outer loop of client collaborations in industry and academia. *Proceedings of the ACM on Human-Computer Interaction*, 5(CSCW2), 1–28.
- Luan, H., Geczy, P., Lai, H., Gobert, J., Yang, S. J. H., Ogata, H., Baltes, J., Guerra, R., Li, P., & Tsai, C.-C. (2020). Challenges and future directions of big data and artificial intelligence in education. *Frontiers in Psychology*, 11, 580820.
- Mafuhure, T., Kabanda, G., & Tsvere, M. (2023). THE IMPACT OF TRACKING STUDENT LEARNING STYLE TO ENHANCE PERFORMANCE ON INTRODUCTION TO COMPUTER PROGRAMMING IN HIGHER EDUCATION. *Information Technologist*, 20(1).
- Maia, M. C. O., Serey, D., & Figueiredo, J. (2017). Learning styles in programming education: A systematic mapping study. *2017 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*, 1–7.
- Marks, A., Al-Ali, M., Atassi, R., Elkishk, A. A., & Rezgui, Y. (2021). Digital transformation in higher education: maturity and challenges post COVID-19. *Information Technology and Systems: ICITS 2021, Volume 1*, 53–70.
- Matthews, D. B. (1991). Learning styles research: Implications for increasing students in teacher education programs. *Journal of Instructional Psychology*, 18(4), 228.
- Miller, L. M. (2005). Using learning styles to evaluate computer-based instruction. *Computers in Human Behavior*, 21(2), 287–306.
- Mohamed Hashim, M. A., Tlemsani, I., & Matthews, R. (2021). Higher education strategy in digital transformation. *Education and Information Technologies*, 1–25.

- Nieto, M. del M. M. (2020). Estilos de aprendizaje, evaluación y programación motivadora. Elementos imprescindibles en Educación. *Tecnologías Emergentes y Estilos de Aprendizaje Para La Enseñanza*, 28–38.
- Pamplona, S. (2019). Evaluación de cinco experiencias de aprendizaje que usan programación informática. *V Conferência Ibérica de Inovação e Educação Com TIC (IeTIC 2019)*.
- Qasim, A., & Kharbat, F. F. (2020). Blockchain technology, business data analytics, and artificial intelligence: Use in the accounting profession and ideas for inclusion into the accounting curriculum. *Journal of Emerging Technologies in Accounting*, 17(1), 107–117.
- Rodríguez-Abitia, G., & Bribiesca-Correa, G. (2021). Assessing digital transformation in universities. *Future Internet*, 13(2), 52.
- Rof, A., Bikfalvi, A., & Marquès, P. (2020). Digital transformation for business model innovation in higher education: Overcoming the tensions. *Sustainability*, 12(12), 4980.
- Rosas, J. C., Valverde, R. del P. C., & Dávila, A. M. O. (2019). Programación neurolingüística para desarrollar los estilos de aprendizaje en los estudiantes de la Institución Educativa Simón Bolívar de Mache–Trujillo. *Innova Shinambo*, 1(1), 66–75.
- Samaniego-erazo, N., & Castro-ortiz, W. (2023). *Competencia digital, profesorado y educación superior*.
- Shao, G., Quintana, J. P., Zakharov, W., Purzer, S., & Kim, E. (2021). Exploring potential roles of academic libraries in undergraduate data science education curriculum development. *The Journal of Academic Librarianship*, 47(2), 102320.
- Sinisterra, H. V., & Vicente, J. Y. (2021). Propuesta neurolingüística para potencializar la atención voluntaria en

- estudiantes Colombianos. *Apuntes Universitarios*, 11(1), 170–186.
- Strawhacker, A., Lee, M., & Bers, M. U. (2018). Teaching tools, teachers' rules: Exploring the impact of teaching styles on young children's programming knowledge in ScratchJr. *International Journal of Technology and Design Education*, 28, 347–376.
- Suryan, K., & Gupta, R. (2021). Investigating Academia-Industry Gap for Data Science Jobs and Curriculum. *2021 International Conference on Data Analytics for Business and Industry (ICDABI)*, 453–458.
- Sych, T., Khrykov, Y., & Ptakhina, O. (2021). Digital transformation as the main condition for the development of modern higher education. *Educational Technology Quarterly*, 2021(2), 293–309.
- Thomas, L., Ratcliffe, M., Woodbury, J., & Jarman, E. (2002). Learning styles and performance in the introductory programming sequence. *ACM SIGCSE Bulletin*, 34(1), 33–37.
- Ticona Pari, G. (2016). *Estilos de aprendizaje y rendimiento académico en la asignatura de programación digital de estudiantes de Ingeniería Eléctrica-UNSAAC 2013-2014*.
- Velasco Sinisterra, H. (2020). *propuesta de programación neurolingüística ligada a estilos de aprendizajes para potencializar la atención voluntaria en estudiantes de transición Buenaventura-Colombia, 2019*.
- Wanna, W. O., & de Jesus Simões, M. de F. (2021). Impact of Learning Styles on Higher Distance Learning. *Journal of Higher Education Theory & Practice*, 21(1).
- Wong, K. K. F., Pine, R. J., & Tsang, N. (2000). Learning style preferences and implications for training programs in the hospitality and tourism industry. *Journal of Hospitality & Tourism Education*, 12(2), 32–40.
- Zambrano, M. M., & Morales, Y. A. R. (2020). Diseño de Objeto

de Aprendizaje basado en una WebQuest para la programación de áreas que definen el espacio arquitectónico. *EduTec. Revista Electrónica De Tecnología Educativa*, 74, 127–148.

Zhang, M., Quan, Y., Huang, L., & Kuo, Y.-L. (2017). The Impact of Learning Styles on Academic Achievement. *International Journal of Intelligent Technologies & Applied Statistics*, 10(3).

Zhong, B., & Wang, Y. (2021). Effects of roles assignment and learning styles on pair learning in robotics education. *International Journal of Technology and Design Education*, 31, 41–59.

Zualkernan, I. A., Allert, J., & Qadah, G. Z. (2006). Learning styles of computer programming students: a Middle Eastern and American comparison. *IEEE Transactions on Education*, 49(4), 443–450.

**Mgtr. Erika Ascencio Jordán. PhD(C)**  
DECANA (E) DE LA FACULTAD DE INGENIERÍAS  
UNIVERSIDAD ECOTEC  
E-mail: [eascencio@ecotec.edu.ec](mailto:eascencio@ecotec.edu.ec)  
<https://orcid.org/0000-0003-0878-6207>

**Mgtr. Ingrid Gabriela Leon Baquerizo**  
MINISTERIO DE EDUCACION DISTRITO 09D04C04  
UNIVERSIDAD ECOTEC  
E-mail: [ingridg.leon@educacion.gob.ec](mailto:ingridg.leon@educacion.gob.ec)  
<https://orcid.org/0000-0001-9206-6629>

**Mgtr. Carola Alexandra Pinos Ullauri**  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD  
Y DESAROLLO HUMANO  
UNIVERSIDAD ECOTEC  
E-mail: [cpinos@ecotec.edu.ec](mailto:cpinos@ecotec.edu.ec)  
<https://orcid.org/0000-0002-0563-1771>

ISBN: 978-9942-33-832-7



**compas**  
Grupo de capacitación e investigación pedagógica

   @grupocompas.ec  
[compasacademico@icloud.com](mailto:compasacademico@icloud.com)