

2.

ENTORNO INTELIGENTE DE APRENDIZAJE PARA LA ENSEÑANZA DE LA PROGRAMACIÓN INFORMÁTICA

SMART LEARNING ENVIRONMENT FOR THE TEACHING OF COMPUTER
PROGRAMMING

Efraín Toledo Cubillos

✉ efrain.toledo00@usc.edu.co

© <https://orcid.org/0000-0002-8036-0350>

María Constanza Cano Quintero

✉ mariacanoq@usc.edu.co

© <https://orcid.org/0000-0002-9245-2308>

Universidad Santiago de Cali
Cali, Colombia

Cita este capítulo:

Toledo Cubillos, E. y Cano Quintero, M. C. (2021). Entorno inteligente de aprendizaje para la enseñanza de la programación informática. En: Portilla Portilla, M. y Zamudio Tobar, G. (Eds. científicas). *Rutas de investigación en educación, pedagogía, cultura y tecnología* (pp. 283-303). Cali, Colombia: Editorial Universidad Santiago de Cali.

ENTORNO INTELIGENTE DE APRENDIZAJE PARA LA ENSEÑANZA DE LA PROGRAMACIÓN INFORMÁTICA

Efraín Toledo Cubillos

© <https://orcid.org/0000-0002-8036-0350>

María Constanza Cano Quintero

© <https://orcid.org/0000-0002-9245-2308>

Resumen. En el presente texto se exponen ideas de enfoques diversos sobre los Entornos Inteligentes de Aprendizaje (EIA), orientados a la enseñanza de la programación informática para niños que se desarrollan en un ecosistema socio-técnico-cultural, con relaciones complejas entre sujetos a través de transmediaciones y convergencias de múltiples medios de comunicación en el marco de la interacción de la vida cotidiana y las aplicaciones de la Web 4.0. Por ser un campo reciente en el contexto local, no se han encontrado muchos estudios y se hace necesario realizar investigaciones experimentales y observación metódica de diferentes variables como el logro de aprendizaje o las percepciones de los estudiantes en el uso de la Inteligencia Artificial en su formación. Se entiende que los EIA permiten a los estudiantes acceder a los recursos digitales, interactuar con los sistemas de aprendizaje, proporcionar activamente la orientación, sugerencias, herramientas de apoyo en el lugar, momento y forma correcta, teniendo presentes las características, contextos, estilos cognitivos y estilos de aprendizaje. La propuesta metodológica se ha planteado como una investigación tipo mixta con un estudio cuasi-experimental con control de variables dependientes como el logro de aprendizaje y la percepción

de los estudiantes sobre el EIA; se prevé el diseño de triangulación entre métodos como estrategia para el análisis de los resultados. Se han tenido en cuenta las dificultades y posibilidades de implementar entornos inteligentes de aprendizaje en el contexto colombiano con las singularidades culturales y los avances tecnológicos.

Palabras clave: entornos inteligentes de aprendizaje, aprendizaje adaptativo, aprendizaje inteligente, aprendizaje sensible al contexto, programación informática.

Abstract. This text presents ideas of diverse approaches on Smart Learning Environments (SLE), oriented to the teaching of computer programming for children who develop in a socio-technical-cultural ecosystem, with complex relationships between subjects through transmediations and convergences of multiple media in the context of the interaction of everyday life and Web 4.0 applications. Being a recent field in the local context, not many studies on SLEs have been found. Therefore, it is necessary to do experimental research and methodical observation of different variables such as learning achievement or student's perceptions in the use of Artificial Intelligence in their study. It is understood that SLEs allow students to access digital resources, interact with learning systems, actively provide guidance, suggestions, support tools in the right place, time and way, having in mind the characteristics, contexts, cognitive styles and learning styles. The methodological purpose has been planned as a mixed type investigation with a quasi-experimental study with control of dependent variables such as learning achievement and the perception of the students about the SLE; and it is predicted by the triangulation design between methods like strategies for the analysis of the results. It has presented the difficulties and possibilities of implementing smart learning environments in the

Colombian context with the cultural singularities and technological advances.

Keywords: smart learning environments, adaptive learning, smart learning, context sensitive learning, computer programming.

Introducción

En el diseño y desarrollo curricular se deben tener presentes múltiples factores permanentes y temporales de tipo social, político, económico, moral, religioso, cultural, espiritual, contexto, estilos de aprendizaje, inteligencias múltiples, estados de ánimo, capacidades especiales, deseos, conectividad, uso de dispositivos, tiempo, entre muchas otras variables. Por lo anterior, podemos argumentar que en el diseño curricular existen x variables elevado a la n -actores involucrados. Son tantos factores para un número considerable de estudiantes en las instituciones de educación media que es imposible tener presente todos sin el uso de la tecnología. Sin embargo, hay muchas variables que hay que saber ponderar, algunas de ellas son manipulables, mientras otras dependen de entornos distantes y poco cambiantes. Lo interesante, es que un modelo de sistema de aprendizaje inteligente puede dar pistas sobre como ingresar esas variables cambiantes, temporales, no medibles y del contexto a los procesos pedagógicos. Zhou (2007) citado en Maldonado, Londoño y Gómez (2017, p. 10) habla sobre como los avances en redes neuronales, la Inteligencia Artificial (IA) y el análisis de datos han permeado los sistemas educativos actuales: el desarrollo de los Sistemas Educativos Inteligentes en Línea que utilizan métodos de IA como las redes neuronales para construir ontologías desde la base; la minería de datos usando fuentes textuales; la lógica difusa para generar hipótesis sobre la pertenencia de categorías a una red o algoritmos genéticos que posibilitan el mejoramiento progresivo en la construcción de redes ontológicas.

Los sistemas educativos inteligentes tienen la facultad de integrar herramientas de software para la personalización de la educación, el manejo de recursos y objetos de aprendizaje, realizando un análisis de los componentes cambiantes y permanentes. Se podría imaginar las ventajas y desventajas de tener una historia educativa digital única, al igual que pasa con la historia clínica electrónica. Contar con toda la información de las múltiples variables académicas ayuda al docente en la reflexión de sus prácticas pedagógicas y a la construcción de conocimientos desde la acción, para tomar decisiones que permitan reflexionar e innovar en las estrategias y las prácticas pedagógicas basadas en la información que puede tener en tiempo real (instantáneamente) de las potencialidades, dificultades, dimensiones estilísticas, entre otras variables temporales presentes en cada uno de los estudiantes.

En el libro *Nuevas tecnologías para la educación en la era digital* se plantean dos tendencias:

La que entiende la tecnología educativa como diseño instructivo, quedando las nuevas tecnologías aplicadas a la educación como utilización de recursos materiales en las diferentes áreas del currículum; y la que considera la tecnología educativa como un retorno al estudio de los medios, pero desde posiciones no instrumentalistas, desde un uso racional y crítico de los medios integrados en el currículum (Chacón, 2007, p. 26).

En este mismo sentido Brunner (2000) plantea cuatro escenarios: la tecnología como instrumento para apoyo de la enseñanza centrada en el docente, las TIC como apoyo al aprendizaje centrado en el estudiante, las TIC como apoyo a las demandas sociales y laborales en una sociedad de la información, los procedimientos, espacios, actividades y relaciones de la educación como realidad virtual y ubi-

cua, donde el mismo entorno físico y virtual con sus interacciones, transmisiones y convergencias tiene la capacidad de enseñar y generar aprendizajes. El uso y apropiación de la tecnología por parte de los niños constituyen ciertas formas de ser y estar en el mundo. Por lo anterior, surgen fenómenos que deben ser analizados por los investigadores de las ciencias sociales y las ciencias de la educación para conciliar las dos tendencias: utilizar la tecnología no solamente instrumentalmente para la innovación educativa, sino que también permita apoyar la formación de niñas, niños y jóvenes en el desarrollo de habilidades digitales, para que de manera crítica no sean solamente consumidores de tecnología, sino desarrolladores y productores de *software* con capacidad de enfrentar los retos de la cuarta revolución industrial. Debido a la pandemia del Covid-19 en todo el planeta se está creando una de las aceleraciones de adopción tecnológica más grandes de la humanidad, lo que iba a pasar en años está ocurriendo en meses. La educación necesita acoplarse a la aparición y evolución tecnológica, comprendiendo las diferentes ventajas que brinda una comunicación electrónica variada, la potencialidad ofrecida en servicios y herramientas para integrarse en los diferentes espacios y ámbitos donde se desenvuelve el ser humano. De esta manera, es fundamental analizar el cambio educativo como la relación entre lo curricular y el uso de las TIC, la formación y las competencias docentes en tecnología y sus aplicaciones en la didáctica.

Florece la necesidad de pasar de un modelo de educación esencialmente industrial de manufactura, lineal y agrupación de personas a uno que se centre en el estudiante y en sus realidades socio-tecnico-culturales. Como lo esgrime el documento de la Unesco en el 2013 denominado *Enfoques estratégicos sobre las TIC en educación en América Latina y el Caribe*, donde propone la construcción de un nuevo paradigma educativo con una escuela más flexible, personalizada y

ubicua, que enfatice los intereses, características, necesidades, gustos, tiempos, habilidades y estilos de aprendizaje del estudiante. También sugiere que dicho paradigma debe estar alineado con las necesidades y las competencias de la sociedad del conocimiento, permita tener una visión global, integradora, holística de los saberes y facilite una integración sistémica (p. 33). La autonomía es una tendencia que definirá el futuro de los enfoques educativos, donde las escuelas deben responder a esta directriz mediante la adopción de varias características de entornos inteligentes que respalden el aprendizaje adaptativo y personalizado a través de innovaciones tecnológicas (Kinshuk, Cheng y Chew, 2016).

De acuerdo con lo expuesto anteriormente, la presente investigación pretende dar respuesta a la siguiente pregunta: ¿Cuál es la incidencia de los EIA en el alcance del logro: “aprendizaje de la programación informática”⁹ en los estudiantes de grado decimo de educación secundaria expresadas sus dimensiones estilísticas? El objetivo general de esta investigación está orientado a determinar la incidencia de los EIA en el alcance del logro: “aprendizaje de la programación informática” en los estudiantes de grado décimo de educación secundaria expresadas sus dimensiones estilísticas. Y los objetivos específicos: 1. Caracterizar el proceso de aprendizaje de los estudiantes de décimo grado en relación a la programación informática. 2. Identificar las relaciones entre las dimensiones estilísticas y las tecnologías de la información y las comunicaciones en el proceso de enseñanza-aprendizaje. 3. Diseñar la arquitectura del entorno inteligente de aprendizaje para la enseñanza de la programación informática soportada en la personalización y las

9 Es necesario mencionar que el logro: “aprendizaje de la programación informática” es la denominación de este logro en los Derechos Básicos de Aprendizaje (DBA), definidos así en los Lineamientos Curriculares de la Informática en Colombia.

dimensiones estilísticas de los estudiantes. 4. Desarrollar el EIA para la enseñanza de la programación informática. 5. Analizar el efecto de un entorno inteligente de aprendizaje sobre el logro de aprendizaje en la programación informática y las percepciones de los estudiantes acerca del EIA.

Entre algunas de la hipótesis prevista se espera que el *entorno inteligente de aprendizaje* personalizado sensible al contexto y con la capacidad de hacer recomendaciones según las dimensiones estilísticas influya en el logro de aprendizaje para la programación informática y muestre altos niveles de percepción sobre el EIA por parte de los estudiantes.

Marco teórico

¿Qué es un entorno inteligente de aprendizaje?

Normalmente se empezaría definiéndolo, pero, para mayor claridad se dirá lo que no es. Un EIA no es la educación virtual, no es una página web, no es una plataforma educativa, no es utilizar herramientas TIC instrumentalmente para la difusión o transmisión de contenidos, no son sistemas adaptativos de aprendizaje, ni sistemas de aprendizaje sensible y consciente del contexto. Sin embargo, para que un entorno sea inteligente con capacidad de ofrecer ayudas, orientación, retroalimentación, consejos, herramientas o recomendaciones pedagógicas según el análisis de los comportamientos de aprendizaje, el rendimiento en todas sus etapas y los contextos de los estudiantes en el mundo real y virtual, a las herramientas y sistemas mencionados anteriormente se les debe añadir inteligencia. Es aquí donde nace la importancia de

los sistemas de detección y recomendaciones a través de algoritmos de Inteligencia Artificial, lógica difusa, *Big Data*, entre otros códigos y herramientas digitales aplicadas a la educación.

EIA es la fusión de herramientas TIC con metodologías innovadoras de formación que involucran e integran el aprendizaje formal e informal para crear entornos de aprendizaje adaptativo autónomos para apoyar a los estudiantes individualmente con experiencias de formación en tiempo real y sin interrupciones en entornos ubicuos. Como Hwang indica:

Un entorno de aprendizaje inteligente no solo permite a los estudiantes acceder a los recursos digitales e interactuar con los sistemas de aprendizaje en cualquier lugar y en cualquier momento, sino que también proporciona activamente la orientación, sugerencias, herramientas de apoyo o propuestas de aprendizaje necesarias en el lugar correcto, momento correcto y forma correcta (Hwang, 2014, p. 2).

Si bien es cierto, la tecnología no ha madurado lo suficiente para alcanzar los niveles de desarrollo que permitan la integración completa entre el aula física y la virtualidad, y consienta aplicar estrategias de formación en cualquier momento de las actividades que desarrollan los estudiantes en su vida cotidiana. Pero, con la llegada de las redes de quinta generación, estas tecnologías progresarán hacia una mayor madurez en la ejecución de un monitoreo continuo y una adaptación autónoma a las necesidades de aprendizaje. Estas tecnologías permitirían la alimentación espontánea de información, proporcionándoles materiales y recursos que se ajusten a las necesidades, intereses y hábitos de aprendizaje. Además, sería posible la reflexión y la revisión del progreso de formación de los estudiantes, junto con la retroalimentación instantánea teniendo presente el en-

torno para ayudar a los estudiantes en sus consultas e inquietudes académicas. Esto permitiría proporcionar un aprendizaje siempre activo independiente de la ubicación y del dispositivo o plataforma (Ogan, Hastings, McLaren y Luckin, 2019).

Al igual que los trabajos del profesor Jaume Martínez Bonafé (2010) refiriéndose a la ciudad como agente curricular en la selección cultural de conocimientos, lo mismo hacen las tecnologías de las informaciones y las comunicaciones, e incluso, más evidente en los medios masivos de información unilateral como la radio, la prensa y la televisión. La vida cotidiana está permeada por los contenidos y discursos difundidos por todos los canales electrónicos de información, esa selección de temas está determinada por lógicas económicas, políticas y culturales. De tal manera que la brecha entre los tiempos de ocio y los tiempos académicos se difuminan a paso acelerado, incluso en la gamificación esa brecha no existe. En un entorno inteligente de aprendizaje los conceptos de disposición y de distribución del tiempo cambian: “El sistema tiene como objetivo ayudar a los estudiantes a aprender incluso cuando tiene otras relaciones o realizan otras actividades. Busca oportunidades para asesorar al estudiante en su vida diaria teniendo en cuenta sus necesidades y preferencias” (Hwang, 2014, p. 2).

Un entorno inteligente de aprendizaje tiene la capacidad de hacer recomendaciones didácticas tanto virtuales como en la vida real, entendiendo, que las nuevas estrategias didácticas estiman que los estudiantes aprenden con todos los sentidos. La tecnología ha desarrollado herramientas que podrían ser aplicadas a la educación. La realidad virtual (RV) puede ayudar a generar imágenes tridimensionales realistas, sonidos y otras sensaciones que permiten una experiencia de presencia inmersiva para apoyar

las prácticas pedagógicas (Dede y Richards, 2017). Esta realidad es prometedora en contextos educativos, debido a su capacidad de poder combinar diferentes tecnologías y *software* con Inteligencia Artificial e interfaces de voz para experiencias de realidad mixta aún más inmersivas, donde el entorno real y el entorno virtual se superpongan. Sin embargo, este aumento en el nivel de inmersión solo, sin tener en cuenta los objetivos de aprendizaje, las teorías de aprendizaje, las dimensiones estilísticas, las estrategias instruccionales, el contenido y el escenario, es poco probable que produzca mejores resultados pedagógicos (Ogan, Hastings, McLaren y Luckin, 2019).

Otra herramienta poco utilizada en la educación, pero si en el *marketing*, es la llegada de la era de los grandes datos, la inteligencia artificial, los métodos de aprendizaje utilizando la *Web 4.0* y la tecnología de minería de datos toma fuerza para analizar y extraer información relevante en el proceso formativo. Por lo anterior, la tecnología *Big Data* se convierte en la oportunidad de ser un soporte técnico para el aprendizaje personalizado. El grado de apropiación de conocimientos y las características de personalidad del alumno proporcionan el contenido principal de aprendizaje personalizado y la ruta para guiar a los estudiantes a aprender de manera más efectiva en EIA.

Según Hwang (2014, p. 3), un entorno inteligente de aprendizaje debe cumplir con tres criterios: 1. Ser sensible y consciente del contexto, proporcionando recomendaciones y ayuda al estudiante en función de su contexto en el mundo real. 2. Es adaptativo, ofrece apoyo instantáneo y adaptado a los estudiantes mediante el análisis inmediato de las necesidades. 3. Tener una interfaz de usuario dinámica en tiempo, espacio, forma, dispositivo y contenidos, que

satisfagan las necesidades educativas en entornos de aprendizaje virtuales y reales.

Ámbito Metodológico

Se retoma la propuesta de la Unesco (2013) donde plantea un nuevo paradigma educativo que comprenda todos los elementos o aspectos involucrados en la educación y permita la implementación sistémica, es decir, un paradigma centrado en el estudiante y con una visión holística. Por lo anterior, se viabiliza la investigación holística como la define Hurtado de Barrera (2000): “Es una propuesta epistémica y metodológica que integra en un sintagma los aportes de los diferentes paradigmas científicos, proporcionando un modelo teórico del proceso investigativo desde sus múltiples dimensiones” (p. 16). Dentro de este orden de ideas, es posible considerar la investigación educativa desde un paradigma no excluyente entre la metodología cuantitativa y cualitativa, “donde se plantea el desafío epistemológico de construir una base de nuevos conocimientos que permitan describir, comprender y explicar problemas de la educación a partir de investigaciones empíricas” (Quintriqueo, Sanhueza y Friz, 2017, p. 289). La integración de diferentes perspectivas permite ubicar la investigación en un esquema epistémicamente coherente. Por lo anterior, esta investigación tiene un enfoque mixto que mejora la comprensión del fenómeno a estudiar. El diseño metodológico previsto se desarrollará recopilando datos desde enfoques cualitativos y cuantitativos de manera paralela, analizados por separado y fusionados en una triangulación entre métodos. Esta metodología permitirá tener una gama amplia de posibilidades, y sobre todo un uso secuencial de múltiples métodos, para lograr que los resultados obtenidos en una fase del proceso de investigación sirvan de base para llevar a cabo la siguiente (Arias, 2000). El grupo

poblacional, universo de la investigación, son estudiantes en edades comprendidas entre los 14 y 18 años, de décimo grado en la Institución Educativa Técnico Comercial José María Vivas Balcázar de la ciudad de Cali.

El primer objetivo específico busca determinar las posibles relaciones entre las dimensiones estilísticas y el entorno físico y virtual donde se desenvuelve el estudiante dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje, pero a la vez determinar las características de aprendizaje con el uso de las TIC en el marco de protocolos y aplicaciones de la web 4.0. Es indispensable una metodología que permita reconocer, captar y analizar las dimensiones contextuales y académicas con una interpretación abierta de las características de la realidad objeto de estudio. Por lo anterior, se utiliza la triangulación metodológica que permite combinar los resultados de un enfoque cualitativo en una indagación inicial con los resultados cuantitativos y de estudios previos para obtener una comprensión más amplia y desde diferentes enfoques. Como instrumento de recolección de datos se utilizará un análisis documental de estilos cognitivos, estilos de aprendizaje, prácticas pedagógicas mediadas por TIC, entre las que podemos tener: los algoritmos de inteligencia artificial, lógica difusa, minería de datos, máquina de vectores, entre otros, que determinará cuáles de ellos permiten realizar un análisis adecuado de la información contextual y educativa de los estudiantes.

El segundo objetivo debe determinar la arquitectura del entorno inteligente de aprendizaje, para ello se piensa utilizar los instrumentos de recolección de datos que aparecen en la siguiente tabla, para conseguir como insumos los elementos de alimentación de las bases de datos del EIA.

Tabla 1. Instrumentos de recolección de datos para la arquitectura del EIA

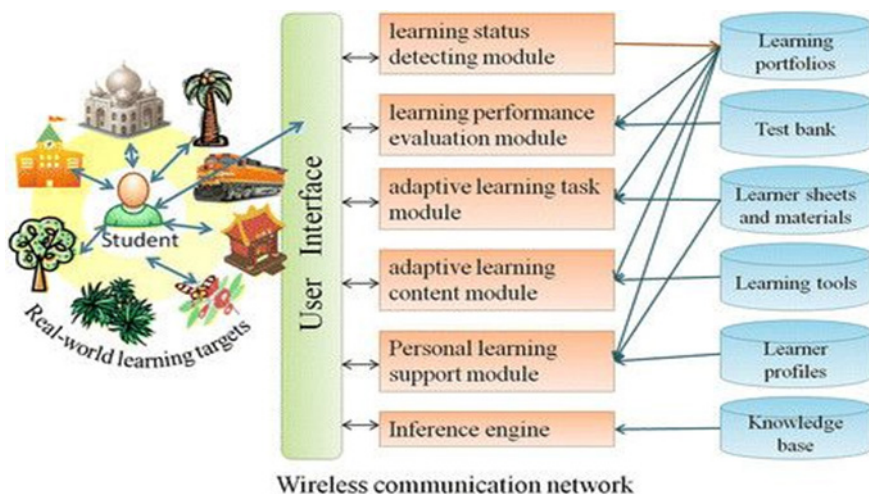
Insumo	Instrumento de recolección
Portafolios o carteras de aprendizaje	Análisis documental, entrevistas a docentes de programación informática
Hojas de aprendizaje (las que representan tareas de aprendizaje para cada unidad o tema)	Análisis documental, entrevistas a docentes de programación informática
Materiales de aprendizaje para los distintos dispositivos, plataformas y formatos	Análisis documental, entrevistas a docentes de programación informática
Herramientas de aprendizaje en programación informática, pueden ser plataformas o entornos de programación	Análisis documental, entrevistas a docentes de programación informática
Base de datos de los perfiles de los estudiantes	Entrevistas y cuestionarios a los estudiantes

Fuente: Elaboración propia con base en análisis de información

Este primer paso determinará los requisitos de diseño en el desarrollo del aplicativo con múltiples interfaz e Inteligencia Artificial. Hwang, Tsai y Yang (2008) proponen ocho módulos para la consolidación de un entorno inteligente de aprendizaje: módulo de detección de estado de aprendizaje, módulo de evaluación formativa del rendimiento de aprendizaje, módulo de tareas de aprendizaje adaptativo, módulo de contenidos de aprendizaje adaptativos, módulo de apoyo de aprendizaje personal, módulo soporte de la ayuda al estudiante en el lugar correcto y momento adecuado, módulo de evaluación del rendimiento de aprendizaje y módulo constituido por un

motor de inferencia. Este último es el encargado de asignarle el “valor” de las tareas, estrategias y herramientas de aprendizaje.

Figura 1. Framework de un entorno inteligente de aprendizaje



Fuente: Tomado de Hwang, 2014

El último objetivo específico es analizar el efecto inteligente de aprendizaje sobre el logro de aprendizaje en la programación informática y las percepciones de los estudiantes acerca del EIA. Se realiza un estudio cuasi-experimental para analizar situaciones de causa y efecto objetivamente, control de variables y validez interna. Se emplea un diseño factorial donde se analizan las relaciones causa-efecto entre el logro de aprendizaje y la percepción sobre EIA con la personalización según la dimensión estilística. Se utilizarán grupos de control y experimental, para manipular deliberadamente las variables independientes en la metodología de enseñanza, las ayudas y recomendaciones académicas entregadas por el EIA basadas en la dimensión estilística de cada estudiante para observar el logro de aprendizaje y la percepción en los estudiantes

como variables dependientes. Los instrumentos de recolección de información son: pruebas objetivas *pre-test* y *post-test* del logro de aprendizaje sobre la programación informática y cuestionarios de percepción sobre el EIA, es indispensable validar cada instrumento de recolección de información por medio de la revisión de expertos y el análisis de fiabilidad mediante el coeficiente de *Cronbach*.

Resultados esperados y discusión

Este tipo de investigación espera comprobar que los entornos de aprendizaje inteligente centrados en el estudiante y sensibles al contexto holístico y multicultural en donde se desarrollan las actividades, los miedos, los sueños y las relaciones con sujetos en un mundo hiperconectado y con un marco tecnológico como la *Web 4.0*, influye positivamente en el logro “aprendizaje para la programación informática” y muestra altos niveles de percepción sobre EIA por parte de los estudiantes. Igualmente, se espera identificar las diferencias presentadas entre las prácticas pedagógicas utilizando entornos inteligentes de aprendizaje con: los sistemas tradicionales, los sistemas ubicuos y los sensibles al contexto. Se busca corroborar la hipótesis de que un entorno de aprendizaje inteligente provee las recomendaciones, actividades y tareas necesarias al tomar múltiples factores personales en cuenta (por ejemplo, preferencias, necesidades de aprendizaje, horario personal, gustos y motivaciones) y factores ambientales (por ejemplo, ubicación del objetivo del mundo real) sin estar limitado por ningún dominio en particular, sin importar el lugar donde se encuentre, dentro o fuera de la escuela (Hwang, 2014).

Esta investigación permitirá proyectar nuevas investigaciones sobre los nuevos modos de aprendizaje con nuevos problemas

pedagógicos; reflexionar, interpretar y examinar las teorías pedagógicas existentes para entornos de aprendizaje inteligentes y redimensionar las estrategias de evaluación del rendimiento en una sociedad hiperconectada con transmediaciones y convergencias de múltiples medios de comunicación. Las diferentes investigaciones sobre entornos inteligentes de aprendizaje no se han trabajado de forma holística, sino parcialmente. Se evidencia que la dimensión de estilo cognitivo más analizada en los entornos adaptativos y conscientes del contexto es la dimensión holista/serialista, y en segundo lugar la dimensión dependiente/independiente del campo. Sería interesante abordar estrategias instruccionales en entornos inteligentes de aprendizaje que tengan presente un espectro más amplio en dimensiones estilísticas.

A manera de cierre

El avance de la tecnología ha permeado todos los ámbitos de la vida cotidiana, la educación no escapa a dichas relaciones entre el conocimiento, las comunicaciones y las tecnologías de comunicación e información, lo que permitirá generar entornos dinámicos, conscientes del contexto, adaptativos y atractivos para el aprendizaje de los estudiantes. Con el avance de los algoritmos de inteligencia artificial, *machine learning*, *deep learning*, las redes de quinta generación y las capacidades hardware, es posible pensarse en entornos inteligentes de aprendizaje. Pero estos entornos no serán posibles sin el trabajo mancomunado de investigadores educativos, ingenieros multimedia, expertos en manejo de grandes cantidades de datos como *Big Data*, programadores de algoritmos de inteligencia artificial y sobre todo maestros de la educación primaria y secundaria, para incluir en la base de aprendizaje las acciones

y estrategias didácticas que han funcionado o no les ha servido en determinados tiempos o contextos.

Los entornos inteligentes de aprendizaje requieren de gran cantidad de datos e información para realizar las recomendaciones pertinentes en la formación de los estudiantes. La utilización de los datos podría plantear varios problemas de privacidad, manejo de información, discusiones éticas y los principios morales del uso de algoritmos para el tratamiento de información de niños y adolescentes. El manejo de dicha información debe ser cuidadosa y protegida para que personas inescrupulosas o terceros no puedan acceder a ella.

Referencias bibliográficas

- Arias, M. (2000). La triangulación metodológica: sus principios, alcances y limitaciones. *Investigación y Educación en Enfermería*, XVIII (1), 13-26. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=105218294001>
- Brunner, J. (2000). *Educación escenarios de futuro. Nuevas tecnologías y sociedad de la información*. Bogotá: Desde Abajo.
- Chacón, A. (2007). *Nuevas tecnologías para la educación en la era digital*. Madrid: Ediciones Pirámide.
- Dede, C. y Richards, J. (2017). Strategic planning for R&D on immersive learning. In: Liu, D., Dede, C., Huang, R., Richards, J. (eds.) *Virtual, augmented, and mixed realities in education* (237-244). Springer, Singapore. Recuperado de https://doi.org/10.1007/978-981-10-5490-7_13
- Hurtado de Barrera, J. (2000). *Metodología de la Investigación Holística*. (3^{ra} ed.). Caracas: Editorial SYPAL.

- Hwang, G. (2014). Definition, framework and research issues of smart learning environments - a contextaware ubiquitous learning perspective. *Smart Learning Environments*, 1(1), 4. Recuperado de <https://doi.org/10.1186/s40561-014-0004-5>
- Hwang, G., Tsai, C., y Yang, S. (2008). Criteria, strategies and research issues of context-aware ubiquitous learning. *Educ. Technol. Society*, 11(2), 81–91. Recuperado de <https://www.jstor.org/stable/jeductechsoci>
- Kinshuk, C., Cheng, I., y Chew, S. (2016). Evolution Is not enough: Revolutionizing Current Learning Environments to Smart Learning Environments. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 26(2), 561–581. Recuperado de <https://doi.org/10.1007/s40593-016-0108-x>
- Maldonado, L., Londoño, O., y Gómez, J. (2017). Sistemas Ontológicos en el aprendizaje significativo: Estado del Arte. *Revista Actualidades Investigativas en Educación*, 17(2), 1-18. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.15517/aie.v17i2.28730>
- Martínez, J. (2010). La ciudad en el currículum y el currículum en la ciudad. En: Gimeno, José (coord.). *Saberes e incertidumbres sobre el currículum* (527-547). Madrid: Ediciones Morata.
- Ogan, A., Hastings, P., McLaren, B., y Luckin, R. (2019). Seiji Isotani Eva Millán. *Artificial Intelligence in Education*. In *Proceedings* (Vol. 2). Recuperado de <https://doi.org/10.1007/978-3-030-23207-8>
- Quintriqueo, S., Sanhueza, S., y Friz, M. (2017). Triangulación de métodos como propuesta para el estudio de competencia comunicativa intercultural en contextos de inmigración e interculturalidad. *Andamios*, 14(34), 283-303.
- Unesco (2013). *Enfoques estratégicos sobre las TIC en educación en América Latina y el Caribe*. Santiago de Chile: Oficina de Santiago. Consultado el 30 de agosto de 2020. Recuperado de <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000223251>

Zhou, L. (2007). Ontology learning: state of the art and open issues. *Information Technology and Management*, 8(3), 241–252. Recuperado de <https://doi.org/10.1007/s10799-007-0019-5>