



Categoría: Education, Teaching, Learning and Assessment

ORIGINAL

## Learning tree to guarantee access to and use of interactive education, training and integral formation programs in Amazonian, rural and insular areas of Ecuador

### Árbol de aprendizaje para garantizar el acceso y uso de programas interactivos de educación, capacitación y formación integral en zonas amazónicas, rurales e insulares del Ecuador

Oscar José Alejo Machado<sup>1</sup>  , Jesús Estupiñán Ricardo<sup>1</sup>  

<sup>1</sup>Instituto Superior Tecnológico de Investigación Científica e Innovación-ISTICI. Ecuador.

Citar como: Machado OJA, Estupiñán Ricardo J. Learning tree to guarantee access to and use of interactive education, training and integral formation programs in Amazonian, rural and insular areas of Ecuador. Salud, Ciencia y Tecnología - Serie de Conferencias. 2024; 3:1139. <https://doi.org/10.56294/sctconf20241139>

Enviado: 09-02-2024

Revisado: 05-05-2024

Aceptado: 14-07-2024

Publicado: 15-07-2024

Editor: Dr. William Castillo-González 

#### ABSTRACT

This paper describes a technological and innovative solution to guarantee access and use of interactive education, training and integral formation programs in Amazonian, rural and insular regions of Ecuador. This implementation is called Learning Tree, and constitutes an autonomous technological device that integrates intelligent education, renewable energy, artificial intelligence and a proprietary methodology to articulate technology and learning progress. This initiative, the only one of its kind in the world, allows the management of its own wifi network, training courses organized by categories and routes, a training area based on simulators and games, downloading of digital resources, general competencies, and a personalized virtual learning environment to offer general training programs, undergraduate, graduate and continuing education. In addition, it includes a weather station to survey the environment, and built-in ports for charging smart devices. The project has a relevant, strategic and positive educational, social and environmental impact, aimed at combating the educational gap and digital illiteracy in Ecuador and Latin America. Its implementation promotes education without borders and demonstrates that digital inclusion is possible in areas of silence, without being a threat to flora and fauna.

**Keywords:** Educational Innovation; Learning Tree; Smart Learning; Interactive Programs; Smart Education.

#### RESUMEN

El presente trabajo describe una solución tecnológica e innovadora para garantizar el acceso y uso de programas interactivos de educación, capacitación y formación integral en regiones amazónicas, rurales e insulares del Ecuador. A esta implementación se le denominó Árbol de Aprendizaje, y constituye un dispositivo tecnológico autónomo, que integra educación inteligente, energía renovable, inteligencia artificial y una metodología propia para articular la tecnología y el progreso del aprendizaje. Esta iniciativa, única de su tipo en el mundo, permite gestionar una red wifi propia, cursos de capacitación organizados por categorías y rutas, una zona de entrenamiento basada en simuladores y juegos, descarga de recursos digitales, competencias generales, y un entorno virtual de aprendizaje personalizado para ofertar programas de formación general, carreras de pregrado, posgrado y educación continua. Además, incluye una estación de meteorología para censar el ambiente, y puertos incorporados para cargar dispositivos inteligentes. El proyecto tiene un impacto educativo, social y ambiental, de carácter relevante, estratégico y positivo, encaminado a combatir la brecha educativa y el analfabetismo digital en el territorio ecuatoriano y en Latinoamérica. Su implementación impulsa la educación sin fronteras y demuestra que la inclusión digital es

posible en zonas de silencio, sin constituir una amenaza para la flora y la fauna.

**Palabras clave:** Innovación Educativa; Árbol de Aprendizaje; Aprendizaje Inteligente; Programas Interactivos; Educación Inteligente.

## INTRODUCCIÓN

La Educación Inteligente o *Smart Education*, por su definición en inglés, también referida como *Smart Learning*, no está enfocada hacia el uso de nuevos dispositivos tecnológicos, sino a la articulación inteligente y desarrollo de un nuevo paradigma educativo, de carácter motivacional, autodirigido, adaptativo, oblicuo, distribuido en tiempo y espacio, que se soporta en todos los recursos y tecnologías disponibles.<sup>(1,10,11,12,14,15)</sup> Siendo inevitable, para el desarrollo social y la reducción de la brecha educativa en Latinoamérica y en especial de Ecuador, que toda la comunidad de docentes, independientemente del sector educativo; estudien, conozcan y se integren en estos cambios drásticos que está sufriendo el actual escenario educativo y de enseñanza-aprendizaje en la posmodernidad del siglo XXI.

Las potencialidades de este tipo de educación, soportada en metodologías innovadoras, investigación y experimentación en tecnología educativa, y en entornos virtuales de aprendizaje, le convierten en una herramienta poderosa para llevar el conocimiento y su enseñanza a zonas y regiones amazónicas, rurales e insulares, donde se presenta un límite considerable en la existencia, acceso, oferta y calidad de unidades educativas, centros de capacitación, institutos y universidades.

La fragilidad de la región amazónica, rural e insular del Ecuador se acentúa cada vez más en temas educativos, de formación integral y disponibilidad docente.<sup>(2,9,13)</sup> Los escasos servicios digitales y su alto costo se han convertido en una dura barrera para alcanzar los objetivos de escolaridad que se fijan en la Constitución de la República como obligatorios para todos los ciudadanos, en especial para los niños, adolescentes y jóvenes.



**Figura 1.** Situación actual con relación a indicadores de las Tecnologías de la Información y Comunicación, y brecha digital en zonas rurales del Ecuador

**Nota:** Instituto Nacional de Estadística y Censos - ENEMDU - Julio 2023. Tomado de [https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas\\_Sociales/TIC/2023/202307\\_Tecnologia\\_de\\_la\\_Informacion\\_y\\_Comunicacion-TICs.pdf](https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_Sociales/TIC/2023/202307_Tecnologia_de_la_Informacion_y_Comunicacion-TICs.pdf)

Los indicadores de estas regiones del Ecuador, que se reflejan en la figura 1, según la encuesta realizada por ENEMDU en julio de 2023 para determinar indicadores de las Tecnologías de la Información y Comunicación en el territorio nacional, son un fuerte llamado de atención y señalan una necesidad histórica que debe ser satisfecha con prontitud. Si bien han existido iniciativas del gobierno para cubrir estas necesidades, ninguna ha alcanzado el éxito y masividad esperada, y se han quedado en expresiones de buenos deseos, pues no se

encuentra una solución viable y todas las propuestas parten de la premisa de que se tenga acceso a internet para crear un ambiente de cibereducación.

La materialización de lograr un acceso a internet para la región rural, insular y amazónica con fines educativos se trató de abordar a través de dos vías de solución. La primera opción, considerando el Programa Nacional de Desarrollo de la Banda Ancha (2007-2012) a cargo del Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información en Ecuador, el cual resultó limitado y hasta la fecha no se plantea una estrategia de activación, pues su aceptación y el tiempo de despliegue estarían condicionados al apoyo financiero internacional y a los compromisos presupuestarios de los estados centrales, Gobiernos Autónomos Descentralizados (GAD) y Gobiernos Territoriales implicados.

Una segunda vía de solución esperada y sin resultados, sería desarrollar como política y alianza pública privada una iniciativa satelital de banda ancha para la cibereducación en la región rural, insular y amazónica. La Organización Internacional de Telecomunicaciones por Satélite (ITSO), Intelsat y la Organización Europea de Telecomunicaciones por Satélite (EUTELSAT IGO) se han hecho disponibles y receptivos a propuestas de gobierno en diferentes ámbitos, considerando el papel que pueden desempeñar los satélites para reducir la brecha digital, con especial repercusión en zonas rurales.<sup>(3)</sup> Por otro lado, en los últimos cinco años han tomado fuerza algunas empresas que ofrecen servicios de internet satelital como HughesNet con un plan básico de 20MB por USD59,99/Mes y con un área de cobertura limitada para la región amazónica. Se suma la compañía Idata, sin flexibilidad para el propósito deseado y con planes costosos. También, se tienen las soluciones corporativas de Axxess Networks con servicios desde USD145/Mes para pequeñas y medianas empresas. Como se puede apreciar ninguna de estas soluciones son accesibles para los hogares y los recursos económicos de estas regiones, y todo se complica aún más, si se adiciona la falta de energía eléctrica en diversas comunas.

Desde el 2023, Ecuador tiene acceso al novedoso servicio de Internet Satelital Starlink, con planes de USD45/Mes para hogares, y USD158/Mes para pequeñas empresas y usuarios avanzados, que se pudiesen considerar para instituciones educativas pequeñas. Pero con el inconveniente de planes prepagos que deben ser recargados bajo consumo del servicio para lograr alta velocidad y baja latencia, y así, garantizar en una comunidad de estudiantes el poder acceder a recursos digitales y educativos de calidad en internet, lo cual incluye, videoconferencias, tutoriales, videos, etc.

Por tanto, se tiene un problema de repercusión nacional, de conocimiento internacional, de alta prioridad a nivel de gobierno, abierto a la investigación, que requiere una solución emergente, novedosa, viable en temas económicos, y que propicie un salto histórico en temas de educación, inclusión digital y tecnología.

En este trabajo se describe una solución viable y novedosa implementada por el Instituto Superior Tecnológico de Investigación Científica e Innovación (ISTICI) y patrocinada por el Centro de Capacitación y Gestión del Conocimiento (CCGECON), que ha sido desarrollada para afrontar esta problemática educativa, y los nuevos retos que impone las políticas de inclusión digital en su totalidad.

### Solución Propuesta

Como iniciativa probada y en funcionamiento, para solventar esta necesidad emergente, se ha creado una solución tecnológica, innovadora e inédita que garantiza el acceso y uso de programas interactivos de educación, capacitación y formación integral en regiones amazónicas, rurales e insulares del Ecuador. Este proyecto a gran escala, denominado “Árbol de Aprendizaje”, integra aprendizaje inteligente, tecnología escalable, energía limpia, inteligencia artificial, indicadores climáticos y una completa armonía y respeto al medioambiente.

El Árbol de Aprendizaje posee un sistema operativo basado en UNIX y adaptado para el sistema de educación inteligente que se propone. Tiene instalado un servidor web, servidor de bases de datos, un Sistema de Gestión de Aprendizaje (LMS, por sus siglas en inglés *Learning Management System*), rutinas personalizadas de modelos para el procesamiento del lenguaje natural, y servicios para la distribución digital de contenido multimedia, todo ello bajo los preceptos de licenciamiento GPL (General Public License) y software libre.

Bajo esta arquitectura de software se ejecuta una aplicación web propia denominada Smart Tree que en su versión inicial tiene seis módulos base: (1) Capacitación, (2) Titulación, (3) Entrenamiento, (4) Interacción IA, (5) Recursos globales y (6) Licencias de Conducción.

El módulo de capacitación direcciona al usuario a dos ambientes de exploración: categorías específicas y rutas de aprendizaje. El estudiante puede localizar sus cursos de interés seleccionando categorías directas o realizando búsquedas personalizadas que le permitirán navegar de manera intuitiva. Si el estudiante desea que el sistema le sugiera posibles rutas de aprendizaje por análisis de perfiles de usuario o basadas en temáticas relacionadas y transversales a sus estudios, deberá ingresar a la opción rutas de aprendizaje. Se debe considerar que esta última funcionalidad estará disponible a partir de noviembre de 2024 para la versión 2.0 del software Smart Tree.

Por su parte, el módulo de titulación direcciona al estudiante a la disponibilidad de oferta académica que posee la Institución de Educación Superior (IES), y en caso de estar matriculado, lo enlaza en tiempo y espacio académico con el Entorno Virtual de Aprendizaje incorporado. En el caso de ser una institución o unidad

educativa, les direcciona a los niveles de educación inicial, educación general básica y bachillerato general unificado.

El Árbol de Aprendizaje como motivación y estimulación cognitiva a diferentes niveles, tiene un módulo de entrenamiento, el cual abarca una zona de diversos tipos de simuladores y juegos. Los principales usos de estas herramientas educativas están encaminados a: (1) Facilitar el aprendizaje práctico, (2) Entrenamiento en habilidades específicas, (3) Experimentación sin riesgos, (4) Estimulación del pensamiento crítico, (5) Personalización del aprendizaje, y (6) Inmersión y motivación. Los simuladores educativos son herramientas versátiles que complementan la enseñanza tradicional al ofrecer experiencias prácticas, seguras y estimulantes que potencian el aprendizaje de los estudiantes en diversos campos del conocimiento.<sup>(4,5,6,7)</sup>

Para potenciar la capacidad de acceso al conocimiento global y la personalización del aprendizaje, el dispositivo contempla un módulo de IA (Inteligencia Artificial) al estilo y comportamiento de un Chatbot, basado en los modelos y lenguajes de OLLAMA (Open-source Library for AI Models and Applications). De esta manera, el Chatbot del Smart Tree procesa el contenido textual y responde preguntas generales y específicas, dando explicaciones y presentando argumentos a los estudiantes, bajo una interacción totalmente offline.

Considerando que en las zonas de silencio, entiéndase sin electricidad, ni internet, donde se ubican las estaciones del Árbol de Aprendizaje no cuentan con el acceso virtual a tiendas como App Store (iOS), Google Play, Microsoft Store (digital), entre otras; se ha diseñado un módulo denominado “Recursos Globales”, que permite descargar aplicaciones móviles educativas en formato APK (*Android Application Package*) e IPA (*iOS AppStore Package*) para ser instaladas en las tabletas y teléfonos inteligentes de estudiantes y docentes, garantizando prestaciones aceptables de funcionalidades en entornos offline.

Completando los requerimientos funcionales de la primera versión de Smart Tree en temas de competencias profesionales se tiene un módulo inicial de “Licencias de Conducción” donde el estudiante, docente o usuario final, podrán capacitarse y entrenarse con miras a estar preparado para postularse y obtener esta cualificación que le beneficiará en su vida personal y profesional.

El Árbol de Aprendizaje, como segundo componente software, tiene instalado un Entorno Virtual de Aprendizaje (EVA) basado en Moodle y enlazado con la aplicación Smart Tree. Considerando que uno de los principales objetivos conceptuales de la solución propuesta es fortalecer los programas de educación superior, se diseñó un esquema metodológico de aula virtual que sustenta la educación inteligente, autoguiada, personalizada y enfocada en el ritmo de aprendizaje asincrónico de un estudiante. Para lo cual se desarrolló y maquetó un entorno interactivo para presentar la sección de planificación docente y las relativas a cada unidad académica.

La planificación docente o generalidades de la asignatura abarca una descripción breve de la materia, objetivo general, objetivos específicos, sistema de evaluación y enfoque metodológico. Acompañado de una bitácora de estudio o programación semanal que le permite al estudiante tener una guía objetiva y precisa de cuándo interactuar y cuáles recursos y evaluaciones realizar, y así, asimilar, amenizar y optimizar su propia curva de aprendizaje bajo la menor intervención de un docente presencial o virtual.

Por otra parte, cada unidad académica estará compuesta por cinco secciones o espacios de organización didáctico:

1. Conceptos y relaciones: donde se hace referencia a un documento objetivo, sencillo, corto y esquemático que contextualiza al estudiante en los principales conceptos, ideas claves y enfoques de la asignatura. Además, presenta o define diagramas de procesos, ciclos y otras representaciones que se estudiarán en la materia. Este elemento asegura el enfoque y nivel de partida de la unidad y los temas afines, para que el estudiante interiorice y se apropie del conocimiento de los siguientes recursos de aprendizaje.
2. Audiovisuales y Tutoriales: esta sección medular le provee al estudiante de una amplia gama de videos paso a paso, y audiovisuales didácticos e interactivos, relacionados con las temáticas, prácticas, procedimientos y conocimientos necesarios para alcanzar los objetivos de aprendizaje de la asignatura.
3. Grabaciones y Archivos: hace referencia a conferencias dictadas, charlas magistrales, resúmenes de tendencias y archivos detallados que explicarán temas complejos en la asignatura. También permitirán al estudiante profundizar en contenidos complementarios, multidisciplinarios y transversales.
4. Actividades Evaluativas: contemplan diversas modalidades de evaluación, como cuestionarios clásicos, lecciones interactivas, contenidos y juegos H5P, recursos evaluativos generados con plataformas de inteligencia artificial, y otras herramientas actuales que permitan reutilizar o cargar el recurso creado en un ambiente virtual de aprendizaje sin necesidad de conectarse a internet para su ejecución. Las tablas y matrices de calificaciones podrán ser descargadas en varios formatos y subidas a los sistemas de gestión académica de instituciones públicas y/o privadas según sea el caso.
5. Simulación para Examen Final: está concebido como un cuestionario de retroalimentación que abarca la evaluación de los principales contenidos y logros de aprendizaje, con la intención de preparar al estudiante para el examen final. Este cuestionario presenta preguntas aleatorias de un banco matriz

diseñado con un fuerte componente de retroalimentación.

Estos ambientes softwares se sincronizan con la tecnología y son articulados siguiendo el esquema metodológico propuesto por Estupiñan y Alejo (2024), basada en la cual se ha diseñado una plataforma o infraestructura tecnológica para dar soporte y poder implementar los procesos, interacciones y mediciones que agrupan la metodología referida de una manera eficaz y eficiente.

Los elementos tecnológicos de hardware y software pueden ser apreciados en la figura 2., donde se tiene un pilar base de hardware, que comprende un sistema de cómputo, un sistema de alimentación por energía solar, y un sistema de red que da servicio a todos los dispositivos conectados de manera directa o inalámbrica. Todo lo cual permite hacer funcionar un software personalizado de administración de sistemas, para que se puedan ejecutar los softwares de aplicación específica como Smart Tree, el Chatbot Smart Tree y el Entorno Virtual de Aprendizaje, además de todos los demás servicios involucrados. Esta infraestructura tecnológica es orquestada por una metodología interactiva, autoguiada y progresiva; con el fin de ofrecer una experiencia educativa única al usuario final.

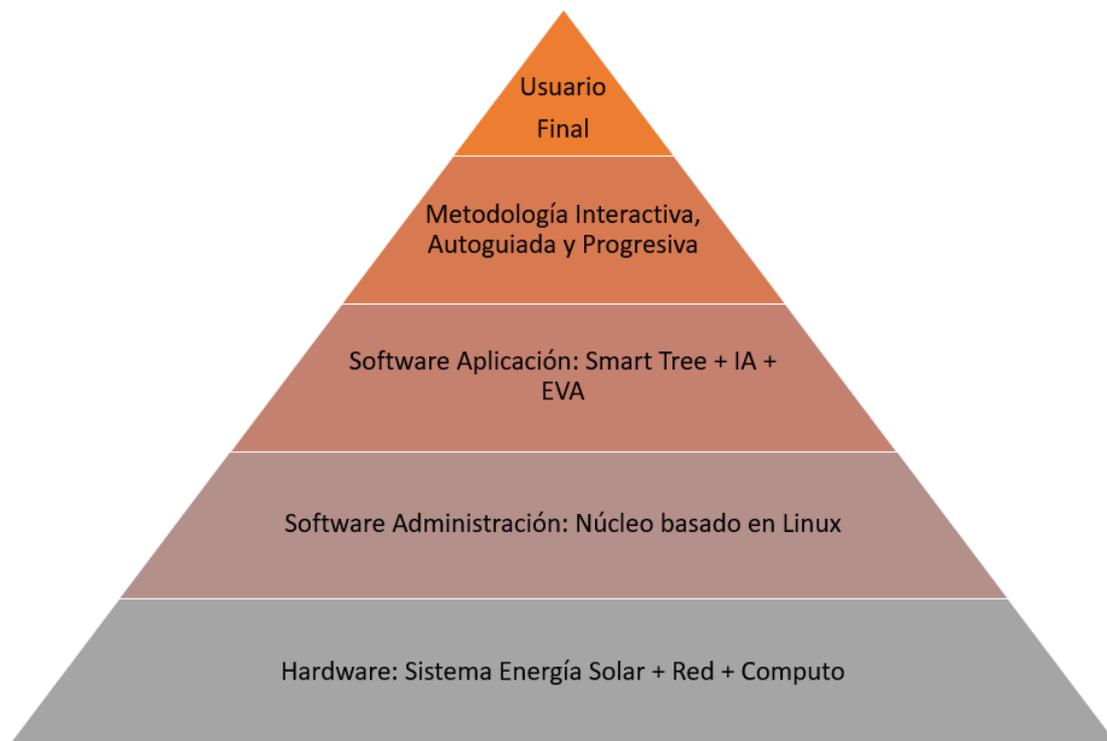


Figura 2. Componentes de la infraestructura tecnológica que sustenta el Árbol de Aprendizaje

Finalmente, el Árbol de Aprendizaje cuenta con un Panel de Administración, desde donde se realiza la gestión y control de los recursos, conexiones, prestaciones, usuarios y reportes del sistema, que servirán como insumos primarios para los estudios de analítica de aprendizaje.

### Prestaciones y Beneficios

El Árbol de Aprendizaje fue diseñado para ofrecer múltiples bondades y funcionalidades, cumpliendo con su propósito educativo, pero abarcando otros aspectos de interés social y medio ambiental.

Esta estación opera una red WI-FI 6 con capacidad para ofrecer interacción con softwares y plataformas educativas a 100 personas de manera concurrente, es decir, simultáneamente. Puede capacitar entre 600 a 800 personas diariamente en función de la planificación docente, la incidencia de los rayos solares, los niveles de carga acumulados, y el nivel de procesamiento del software Smart Tree por la tipología de recursos educativos, similares y demás, con los que se esté interactuando.

Basado en una metodología interactiva, activa y progresiva, permite que se desarrolle y se usen servicios de educación inteligente a partir de cursos autoguiados, organizados por categorías y rutas de aprendizaje, videos, lecciones, contenidos y evaluaciones interactivas; presentando de una manera intuitiva y sencilla, módulos de exploración que abarcan temas de capacitación, entrenamiento, procesamiento del lenguaje natural con inteligencia artificial, titulación, programas generales, recursos globales y preparación en competencias profesionales.

Su materialización constituye un dispositivo tecnológico autónomo sustentado en energía renovable, a partir

de un sistema fotovoltaico, que además de alimentar sus componentes principales, propicia ocho estaciones de carga USB para dispositivos inteligentes, como tablets y smartphones. Cabe mencionar, que con una carga completa y sin utilizar las estaciones de carga USB, el sistema puede tener una autonomía de tres semanas de servicio en condiciones extremas, es decir, sin la incidencia de rayos solares o bajo lluvia intensa.

El árbol tiene incorporado una estación meteorológica que va mostrando a sus estudiantes la calidad del aire, humedad y temperatura, entre otros indicadores climáticos que permitirán recolectar data para estudios posteriores. Esta funcionalidad es local, aunque si el árbol tuviese alguna conexión a internet puede enviar los datos recopilados a las plataformas Weather Underground y Weathercloud, y hacerlos disponibles para el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI).

La tecnología desarrollada y en modo de utilidad, es escalable, capaz de integrarse con dispositivos y nuevas tecnologías a futuro. La estación fue diseñada para que pudiese trabajar bajo un esquema totalmente offline, pero con la incorporación de una antena satelital (p.ej. Internet Satelital Starlink) se pudiese alternar entre un esquema online y online según sea requerido.

La estructura física del árbol de aprendizaje no resulta invasiva, presentando un diseño en forma de árbol, que se ajusta a los estándares medio ambientales requeridos: (a) cero emisiones de gases que contaminen la atmósfera o su radio de acción institucional y/o comunal, (b) no produce ruidos que afecten a las personas que conviven en cercanía, ni a la flora y/o fauna, y (c) en su funcionamiento, no hace girar, balancear o mover ningún mecanismo mecánico que atente contra la vida y el hábitat natural de los animales terrestres y voladores de la zona.

Finalmente, se tiene una estructura de 2,5 a 3,2 metros de altura aproximada, considerando tipos de bases por características de suelo o posibles inundaciones, y abarcando un área circular aproximada de 24,5 a 26 m<sup>2</sup> según el ajuste de las hojas (brazos) donde reposan los paneles solares.

En la figura 3 se puede visualizar una fotografía del Árbol de Aprendizaje para una mejor representación y entendimiento de sus prestaciones y funcionalidades.



**Figura 3.** Fotografía horizontal del Árbol de Aprendizaje

**Nota:** Primer Árbol de Aprendizaje instalado en el Instituto Superior Pedagógico Intercultural Bilingüe en la localidad de Canelos, provincia Pastaza, Ecuador. Donado por el Instituto Superior Tecnológico de Investigación Científica e Innovación (ISTICI) a la SENESCYT.

Esta solución novedosa e innovadora está encaminada a:

1. Alfabetización digital de comunidades educativas “desconectadas” desde el punto de vista

tecnológico.

2. Despliegue de programas interactivos de educación, capacitación y formación integral a zonas sin internet, ni servicio eléctrico.

3. Fortalecimiento de prestaciones, capacidad funcional y desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje en instituciones educativas amazónicas, rurales e insulares.

4. Nuevas oportunidades y mayor acceso a estudiantes, docentes, representantes y autoridades de zonas amazónicas, rurales e insulares a la educación formal, no formal e informal.

5. Satisfacción, mejor calidad de vida y oportunidades para cada participante del programa, considerando un cambio trascendental en sus competencias, habilidades, conocimientos y destrezas en general.

6. Prestigio internacional al gobierno ecuatoriano por haber contribuido, de manera innovadora y tecnológica, a solventar una necesidad histórica en temas de brecha educativa, de formación y capacitación en zonas amazónicas, rurales e insulares.

Como beneficiarios directos del proyecto, se tienen a los estudiantes y docentes de instituciones de educación superior y/o instituciones educativas de zonas amazónicas, rurales e insulares. Por otra parte, y de igual importancia se tienen los beneficiarios indirectos relacionados con el proceso y su impacto: familiares, empleadores y autoridades de gobierno en general, ubicados en las circunscripciones territoriales amazónicas, zonas rurales e insulares; Ministerio de Educación del Ecuador (MINEDUC); Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación (SENESCYT); Consejo de Educación Superior (CES); Secretaría de Educación Intercultural Bilingüe y la Etnoeducación; y, el Consejo de Evaluación, Acreditación y Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior (CACES).

### **Despliegue e impacto esperado**

En el contexto ecuatoriano, el Ministerio de Educación del Ecuador (MINEDUC), considerando las potencialidades educativas y la relevancia de este tipo de solución tecnológica, identifica en un primer estudio socializado en reunión de trabajo, a 880 instituciones educativas que pudiesen requerir un Árbol de Aprendizaje, las ubicaciones geográficas corresponden a: 2 estaciones en Azuay, 2 en Bolívar, 5 en Carchi, 5 en Chimborazo, 5 en Cotopaxi, 232 en Esmeraldas, 67 en Guayas, 6 en Imbabura, 10 en Loja, 15 en Los Ríos, 239 en Manabí, 13 en Morona Santiago, 28 en Napo, 70 en Orellana, 110 en Pastaza, 10 en Pichincha, 1 en Santo Domingo de los Tsáchilas, 55 en Sucumbíos, 1 en Tungurahua, y 4 en la zona del Piedrero y La Concordia.

Con esta data, y evaluando proveedores y capacidad instalada de producción, se pudiese abarcar este requerimiento en un período de 45 meses, siguiendo las siguientes cuatro fases: (I) 240 estaciones de árboles de aprendizaje de septiembre 2024 a agosto 2025, (II) 240 estaciones de septiembre 2025 a agosto 2026, (III) 240 estaciones de septiembre 2026 a agosto 2027, y (IV) 160 estaciones de septiembre 2017 a abril 2028. Esta implementación conlleva varias acciones a realizar: (a) levantamiento de información de necesidad educativa, de capacitación y formación integral, (b) estudio de suelo e impacto ambiental para definir lugar y características que debe tener la base del árbol, (c) capacitación a docentes e instructores involucrados, (d) capacitación a estudiantes y posibles participantes de la comunidad, (e) capacitación al administrador del sistema, (f) capacitación y socialización de guías y manuales para el mantenimiento de la estación, y con ello garantizar una adecuada transferencia tecnológica.

Además, en el ámbito de la educación superior, y luego de intercambios con autoridades de la SENESCYT y el CES, se tienen 35 universidades y 61 institutos públicos que pudiesen incorporar este tipo de tecnología para incrementar su matrícula en zonas amazónicas, rurales e insulares, sin depender de más contrataciones docentes y elevados presupuestos.

Esta posibilidad de implementación siempre estará condicionada a las inversiones gubernamentales, alianzas público privadas, y financiamientos no reembolsables, además, del apoyo institucional de la SENESCYT y el CES, a la comprobación de riesgos, la capacidad instalada en talleres especializados, los proveedores de equipamientos, la capacidad logística y el personal profesional a cargo.

A partir de la puesta en funcionamiento de la primera estación del Árbol de Aprendizaje, el pasado 01 de junio de 2024 en el Instituto Superior Pedagógico Intercultural Bilingüe en la localidad de Canelos, provincia Pastaza, ya se tienen resultados alentadores. Se han capacitado 16 docentes para la creación de contenidos y uso de la plataforma, se han realizado pruebas exitosas de rendimiento y capacidad con 83 estudiantes en modo simultáneo, se ha entrenado a un telemático para la administración de los sistemas.

Para transferir el Árbol de Aprendizaje, tanto a IES, instituciones educativas, comunidades o gobiernos, de manera que pueda continuar su funcionamiento y mantenimiento de forma efectiva, se proporcionará capacitación y formación detallada a los beneficiarios y responsables sobre cómo utilizar y mantener el proyecto tecnológico. Esto incluye tanto aspectos técnicos como operativos, garantizando que tengan las habilidades necesarias para gestionar y solucionar problemas básicos. Se ha preparado documentación detallada y accesible que explique el funcionamiento de la estación, los procedimientos de mantenimiento, las configuraciones

recomendadas y las soluciones a posibles interrupciones del servicio. Además de la documentación, se han desarrollado manuales y guías prácticas que proporcionen instrucciones paso a paso sobre cómo llevar a cabo tareas de mantenimiento, resolver problemas técnicos y realizar actualizaciones o modificaciones menores. Durante este proceso, se han definido claramente los roles y responsabilidades tanto de estudiantes, docentes, administradores del sistema, así como, de técnicos de soporte. Se han dado a conocer herramientas y recursos para llevar a cabo el proceso de actualización de contenidos y mantenimiento físico del dispositivo tecnológico, estableciendo también un canal de soporte con el ISTICI. Finalmente, se realizarán evaluaciones periódicas del desempeño del proyecto y se recopilará información para llevar a cabo estudios de impacto, analítica del aprendizaje, y patrones de comportamiento en procesos de aprendizaje.

Se considera que tales acciones brindarán un sólido apoyo técnico, educativo y operativo a la comunidad beneficiada, facilitando la transferencia exitosa del proyecto tecnológico y garantizando su continuidad y mejora a largo plazo.

## CONCLUSIONES

El Árbol de Aprendizaje, como solución tecnológica educativa en funcionamiento, denota una posibilidad real y comprobada de que se puede garantizar el acceso y uso de programas interactivos de educación, capacitación y formación integral en regiones amazónicas, rurales e insulares del Ecuador; y por ende, su generalización e implementación en otros territorios internacionales que presenten situaciones similares de desconexión digital, analfabetismo, limitación de acceso y/u oferta a formación académica, docentes y recursos de aprendizaje.

Su instalación, el 01 de junio de 2024, en el Instituto Superior Pedagógico Intercultural Bilingüe en la localidad de Canelos, provincia Pastaza, le han hecho acreedor del reconocimiento y aprobación por parte de la SENESCYT y el CES. El ISTICI se ha proyectado, considerando fondos no reembolsables y el apoyo de alianzas público privadas, en realizar un despliegue de 880 estaciones que cubrirán 19 provincias en un marco operativo de cuatro etapas que inician en septiembre de 2024 y finalizan en abril de 2028, buscando alcanzar los 400 mil beneficiarios, incrementando las matrículas, las modalidades de becas, y sin requerir nuevas contrataciones docentes y con bajo presupuesto.

Este proyecto es una prueba fehaciente y significativa de que la innovación tecnológica educativa puede estar enfocada hacia el bienestar de todos los estudiantes, docentes y comunidad en general; independientemente de sus condiciones socioeconómicas y ubicación geográfica.

Su despliegue en Ecuador y Latinoamérica permitirá llevar a cabo procesos reales de inclusión digital, alfabetización digital y reducción de la brecha educativa. Lo que permitirá impulsar y fortalecer, tanto actuales como nuevos programas de formación y capacitación integral que se deseen incorporar en instituciones de educación superior y unidades educativas.

## REFERENCIAS

1. Ardashkin IB, Borovinskaya DN, Surovtsev VA. La epistemología de las tecnologías inteligentes: ¿La epistemología inteligente se deriva de la educación inteligente? *Education & Pedagogy Journal* [Internet]. 2021;(1(1)):21-35. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.23951/2782-2575-2021-1-21-35>
2. Burgos-Briones JG, Burgos-López GA, Cedeño-Martínez DG. El docente rural ecuatoriano en el siglo XXI. *Retos y Desafíos. Dominio Las Cienc* [Internet]. 2020 [cited 2024 Jul 9];6(4):358-69. Available from: <https://dominiodelasciencias.com/ojs/index.php/es/article/view/1765>
3. [329] the critical role of satellite in connecting the unconnected [Internet]. *Itu.int.* [cited 2024 Jul 9]. Available from: <https://www.itu.int/md/D14-SG01-C-0329>
4. Kriz WC, Manahl W. Understanding and changing systems through hybrid simulation game design methods in educational contexts. In: *Simulation and Gaming in the Network Society*. Singapore: Springer Singapore; 2016. p. 79-93. [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-10-0575-6\\_7](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-10-0575-6_7)
5. Lean J, Moizer J, Newbery R. Mejorar el impacto de las simulaciones en línea mediante el aprendizaje combinado: un enfoque basado en incidentes críticos. *Educ Train* [Internet]. 2014;56(2/3):208-18. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1108/et-01-2013-0007>
6. Lean J, Moizer J, Warren M. El uso y el impacto de las simulaciones en la educación en gestión. *Int J Manag Educ* [Internet]. 2015;13(3):349. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijme.2015.11.001>
7. Levin O, Muchnik-Rozanov Y. Professional development during simulation-based learning: experiences and insights of preservice teachers. *J Educ Teach* [Internet]. 2023;49(1):120-36. Available from: <http://dx.doi.org/>

10.1080/02607476.2022.2048176

8. Moizer J, Lean J. Toward endemic deployment of educational simulation games: A review of progress and future recommendations. *Simul Gaming* [Internet]. 2010;41(1):116-31. Available from: <http://dx.doi.org/10.1177/1046878109359052>

9. Alarmantes cifras de la deserción escolar en Ecuador [Internet]. Com.ec. *Diario el Mercurio*; 2024 [cited 2024 Jul 9]. Available from: <https://elmercurio.com.ec/2024/04/28/alarmantes-cifras-de-la-desercion-escolar-en-ecuador/>

10. Sharonova S, Avdeeva E. Smart Education: Social Risks and Challenges. In: *IoT, AI, and ICT for Educational Applications*. Cham: Springer Nature Switzerland; 2024. p. 99-118. [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-031-50139-5\\_5](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-031-50139-5_5)

11. Singh H, Miah SJ. Smart education literature: A theoretical analysis. *Educ Inf Technol* [Internet]. 2020;25(4):3299-328. Available from: <http://dx.doi.org/10.1007/s10639-020-10116-4>

12. Spector JM, SLFG (The Smart Learning Futures Group). Smart learning futures: a report from the 3rd US-China smart education conference. *Smart Learn Environ* [Internet]. 2018;5(1). Available from: <http://dx.doi.org/10.1186/s40561-018-0054-1>

13. Veintie T, Hohenthal J, Betancourt Machoa K, Sirén A. The (im)possibilities of education in Amazonia: assessing the resilience of intercultural bilingual education in the midst of multiple crises. *Diaspora Indig Minor Educ* [Internet]. 2022;16(4):259-72. Available from: <http://dx.doi.org/10.1080/15595692.2021.2015317>

14. Walkington C, Bernacki ML. Appraising research on personalized learning: Definitions, theoretical alignment, advancements, and future directions. *J Res Technol Educ* [Internet]. 2020;52(3):235-52. Available from: <http://dx.doi.org/10.1080/15391523.2020.1747757>

15. Zhu Z-T, Yu M-H, Riezebos P. A research framework of smart education. *Smart Learn Environ* [Internet]. 2016;3(1). Available from: <http://dx.doi.org/10.1186/s40561-016-0026-2>

### FINANCIACIÓN

Los autores no recibieron financiación para el desarrollo de la presente investigación.

### CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.

### CONTRIBUCIÓN DE AUTORÍA

*Conceptualización:* Oscar José Alejo Machado, Jesús Estupiñán Ricardo.

*Curación de datos:* Oscar José Alejo Machado, Jesús Estupiñán Ricardo.

*Análisis formal:* Oscar José Alejo Machado, Jesús Estupiñán Ricardo.

*Metodología:* Oscar José Alejo Machado, Jesús Estupiñán Ricardo.

*Supervisión:* Oscar José Alejo Machado, Jesús Estupiñán Ricardo.

*Redacción - borrador original:* Oscar José Alejo Machado, Jesús Estupiñán Ricardo.

*Redacción - revisión y edición:* Oscar José Alejo Machado, Jesús Estupiñán Ricardo.