

Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales, FLACSO Ecuador

Departamento de Políticas Públicas

Convocatoria 2023-2024

Tesina para obtener el título de Especialización en Ciencia, Tecnología y Sociedad

LA TRAYECTORIA SOCIOTÉCNICA COMO INSUMO PARA LA CO-CONSTRUCCIÓN
DE UNA ESTRATEGIA DE IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO DE GAMIFICACIÓN
BIOMIMÉTICA DE UNAE

Castillo Garzón Byron Geovanny

Asesora: Pérez Ones Isarelis

Lectores: López Gutiérrez Juan Carlos

Quito, noviembre de 2024

Dedicatoria

A la educación pública, por ser siempre guía. Esta tesina es un tributo a tu inestimable apoyo en cada paso de mi camino educativo. A la comunidad de Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS), por ampliar mis horizontes y motivarme a repensar el mundo desde una perspectiva crítica y comprometida. A FLACSO, Sede Ecuador, por ser un espacio de reflexión profunda y un motor de crecimiento intelectual. Y a la beca *ThoughtWorks*, por creer en mi potencial y brindarme la oportunidad de seguir formándome y avanzando hacia nuevas metas.

A Geovana y a Chule, por su apoyo incondicional y por estar siempre a mi lado en este viaje académico. Su aliento y ayuda han sido fundamentales para llegar hasta aquí

Índice de contenidos

Resumen	7
Agradecimientos	8
Introducción	9
Capítulo 1. Marco conceptual	16
Capítulo 2. Trayectoria Sociotécnica del proyecto GAMBI	19
2.1. Políticas Públicas, Normativas y Enfoques Interdisciplinarios en Innovación	19
2.2. Posicionamientos de Innovación en el Proyecto GAMBI	21
2.3. Convergencia de Políticas Públicas y Perspectivas de Entidades en el Proyecto GAMBI	25
Capítulo 3. Estrategia de Co-construcción Basada en la Trayectoria Sociotécnica y <i>Design Thinking</i> para el Proyecto GAMBI	30
3.1. Estrategia de Co-construcción Basada en la Trayectoria Sociotécnica y <i>Design Thinking</i>	31
3.2. Aplicación de la Metodología <i>Design Thinking</i> para la Creación de los Prototipos del Proyecto GAMBI.....	31
Capítulo 4. Resultados	33
4.1. Evaluación del Estado Actual del Proyecto	33
4.2. Indicadores de Logro	35
4.3. Resultados de los Primeros Prototipos	35
4.4. Design Thinking y Materiales Didácticos	36
4.5. Resultados de Generación de Cursos a través de la Plataforma MOOC	36
4.6. Importancia de Socializar la Trayectoria Sociotécnica.....	36
4.7. Perspectivas de Innovación y Transdisciplinariedad	37
Conclusiones	38
Referencias	39

Lista de ilustraciones

Figuras

Figura 2.1. Perspectiva de Innovación de los Actores Involucrados en la creación del prototipo de juguete didáctico biomimético del proyecto GAMBI	25
Figura 2.2. Trayectoria sociotécnica para la creación del prototipo de juguete didáctico biomimético del proyecto GAMBI	26
Figura 4.1. Imagen corporativa del proyecto GAMBI	34
Figura 4.2. Hackathon de gamificación interinstitucional con IKIAM.....	34
Figura 4.3. Diseño de prototipo.....	35

Tablas

Tabla 2.1. Matriz de Posicionamientos de Innovación en el Proyecto GAMBI	24
Tabla 2.2. Matriz de Correlación de Perspectivas de Innovación y Políticas Públicas.....	28
Tabla 3.1. Proceso de Desarrollo de la Metodología de Design Thinking en el Proyecto GAMBI.....	31

Lista de abreviaturas y siglas

BSI	Biomimetic Sciences Institute
CES	Consejo de Educación Superior
COESCCI	Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación
CTS	Ciencia, Tecnología y Sociedad
E&TI	Estudios Sociales de Ciencia y Tecnología
FAB LAB ZOI	Fabricación Digital ZOI
GAMBI	Gamificación Biomimética
I+D+i	Investigación, Desarrollo e Innovación
IKIAM	Universidad Regional Amazónica Ikiam
LATINNOVA	Red del Colectivo Docente Internacional LATINNOVA
LOEIn	Ley Orgánica de Emprendimiento e Innovación
LOES	Ley Orgánica de Educación Superior
MOOC	Curso Online Abierto Masivo
PIENSA	Programa de Investigación Educativa Nacional en el Sector Académico
SENESCYT	Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación
UNAE	Universidad Nacional de Educación

Declaración de cesión de derechos de publicación de la tesina

Yo, Byron Geovanny Castillo Garzón, autor de la tesina titulada “La trayectoria sociotécnica como insumo para la co-construcción de una estrategia de implementación del proyecto de Gamificación Biomimética de UNAE”, declaro que la obra es de mi exclusiva autoría, que la he elaborado para obtener el título de especialización en Ciencia, Tecnología y Sociedad, concedido por la Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales, FLACSO Ecuador.

Cedo a la FLACSO Ecuador los derechos exclusivos de reproducción, comunicación pública, distribución y divulgación bajo la licencia Creative Commons 3.0 Ecuador (CC BY-NC-ND 3.0 EC), para que esta universidad la publique en su repositorio institucional, siempre y cuando el objetivo no sea obtener un beneficio económico.

Quito, noviembre de 2024.



Firma

Byron Geovanny Castilla Garzón

Resumen

Este estudio examina el Proyecto de Gamificación Biomimética (GAMBI) diseñado y ejecutado en la Universidad Nacional de Educación (UNAE), subrayando la importancia de las trayectorias sociotécnicas en su implementación. Buscando ir más allá de la perspectiva determinista que trata la “tecnología” y la “sociedad” como elementos separados, este análisis se basa en los estudios sociales de la tecnología y el análisis sociotécnico para entender los procesos de diseño de material didáctico basado en gamificación biomimética. Para ello, se emplea el concepto de “trayectoria sociotécnica” para co-construir las dinámicas problema-solución en la implementación del proyecto, integrando las definiciones situadas de innovación de cada uno de los actores involucrados. En la co-construcción de la trayectoria sociotécnica, se identifican los actores sociales relevantes y se exploran sus diversas perspectivas sobre la innovación educativa, las cuales interactúan en el diseño y ejecución del proyecto GAMBI. Este enfoque permite analizar cómo las decisiones y acciones tecnológicas están influenciadas por factores sociales, culturales, económicos y políticos. Mediante el análisis de trayectorias sociotécnicas, se identifican actores humanos y no humanos, incluyendo docentes, estudiantes, personal administrativo, desarrolladores de tecnología y otros participantes relevantes en los entornos educativos del proyecto. Este enfoque integral asegura que el proyecto sea no solo técnicamente viable, sino también socialmente aceptable y sostenible, aumentando así su impacto educativo. La biomimética, entendida como el enfoque que estudia los modelos y procesos de la naturaleza para inspirar soluciones innovadoras a problemas humanos, juega un rol central en el diseño de materiales y metodologías didácticas dentro de este proyecto. Finalmente, se destaca la no neutralidad de las políticas de educativas e innovación en Ecuador, así como la necesidad de implementar diseños basados en problemas y soluciones situadas para futuras aplicaciones.

Agradecimientos

Quiero expresar mi profundo agradecimiento a la Dra. Isarelis Pérez Ones, mi asesora en esta tesina, así como a todos los profesores que han contribuido a mi especialización; su guía ha sido esencial para entender la profunda conexión entre la ciencia y nuestra realidad social. Un agradecimiento especial al MSc. Cristian Urbina, por su invaluable orientación durante mi investigación. También extendo mi sincero reconocimiento al grupo de investigación del Proyecto GAMBI de la Universidad Nacional de Educación (UNAE), cuya dedicación y compromiso con enfoques innovadores han sido una fuente de inspiración y un pilar fundamental en el desarrollo de este trabajo.

Introducción

El proyecto de investigación e innovación educativa (I+i) titulado "Gamificación Biomimética: Innovación para el desarrollo de material didáctico bioinspirado" es una iniciativa liderada por Cristian Javier Urbina Velasco y codirigida por Charly Marlene Valarezo Encalada, ambos de la Universidad Nacional de Educación (UNAE). Este proyecto, aprobado en 2023 y con una duración de 24 meses, busca fusionar los principios de la gamificación con la biomimética para desarrollar material didáctico innovador. Su objetivo principal es mejorar el proceso de enseñanza y aprendizaje en la Educación Básica, integrando enfoques que promuevan un aprendizaje más dinámico y efectivo.

Enmarcado en la línea de investigación "Desarrollo Sostenible y Regenerativo Tecnologías para la Educación", el proyecto cuenta con financiamiento de la UNAE y tiene una cobertura internacional que incluye Ecuador y España. Colabora con diversas instituciones como la Universidad Regional Amazónica "IKIAM", la Red del Colectivo Docente Internacional LATINNOVA, el Biomimetic Sciences Institute y el FAB LAB ZOI, cada una aportando experiencia y conocimientos especializados. Un equipo científico-técnico multidisciplinario, compuesto por docentes, investigadores, personal administrativo y estudiantes de la UNAE, junto con investigadores externos, lidera y ejecuta las actividades del proyecto, encargándose de la dirección, codirección y desarrollo del material didáctico.

Para comprender la conceptualización del proyecto GAMBI, es esencial explorar conceptos clave como la biomimética. Según Janine Benyus (2009), en su obra *Biomimetismo: innovación inspirada en la naturaleza*, los principios de la biomimética pueden transformar nuestra manera de innovar y diseñar. Benyus sostiene que las comunidades naturales, al igual que las empresas innovadoras, prosperan mediante sistemas de comunicación y retroalimentación que permiten la adaptación y sostenibilidad, enfatizando que estos sistemas se basan en numerosos mensajes locales y diversos en lugar de un único mensaje universal (Benyus 2009). La perspectiva de Benyus subraya que las soluciones biomiméticas pueden ofrecer una forma eficaz de conectar la educación con principios de sostenibilidad y eficiencia observados en la naturaleza. Al integrar la biomimética en la creación de material didáctico, no solo se busca innovar en los métodos de enseñanza, sino también adoptar prácticas que imiten la eficiencia y la adaptabilidad de los sistemas naturales, promoviendo así una educación más sostenible y consciente del medio ambiente.

Por otro lado, la gamificación en la educación primaria es una herramienta poderosa para fomentar el aprendizaje y la motivación en los estudiantes. Según Vázquez Cano y Sevillano García (2022), la gamificación se ha integrado en la educación para transformar el entorno de aprendizaje en uno más atractivo y participativo. Este enfoque, que utiliza elementos de juego en contextos educativos, puede aumentar significativamente la implicación de los estudiantes al hacer que el proceso de aprendizaje sea más interactivo y entretenido. Los estudios de Halifax et al. (2019) respaldan esta afirmación al mostrar cómo la gamificación adaptativa puede mejorar la motivación intrínseca y el rendimiento académico de los estudiantes.

Sin embargo, la implementación de la gamificación debe ser cuidadosamente planificada para abordar las desigualdades tecnológicas y socioeconómicas que pueden afectar su eficacia. Pinilla y Sáez (2017) subrayan que las regiones con brechas digitales significativas, como las áreas rurales, enfrentan desafíos importantes para implementar tecnologías educativas avanzadas. Estas desigualdades pueden limitar el acceso de los estudiantes a las herramientas necesarias para participar plenamente en experiencias gamificadas (Robles-Morales et al. 2010). Para enfrentar estos retos, es crucial ajustar las herramientas de gamificación a contextos que presentan distintos niveles de acceso a la tecnología. También es esencial enfocarse en las necesidades y particularidades del usuario, en lugar de imponer soluciones tecno-educativas estandarizadas. La gamificación, cuando se ajusta a las necesidades particulares de cada usuario, puede crear un entorno de aprendizaje altamente efectivo al permitir que los niños avancen a su propio ritmo y reciban incentivos por sus logros. La adaptación personalizada en la gamificación incrementa la participación y mantiene la motivación al adaptar los desafíos y el ritmo según las necesidades individuales de los estudiantes (Vázquez Cano y Sevillano García 2022).

En este contexto, la integración de material didáctico bioinspirado en los procesos de gamificación para entornos rurales se basa en la aplicación de principios naturales al diseño educativo. Este enfoque se fundamenta en la observación de soluciones adaptativas presentes en la naturaleza, las cuales pueden ser adaptadas a la educación para desarrollar recursos innovadores y efectivos (Serón Torrecilla 2023). Según Di Bartolo (1991), los modelos biónicos y las estructuras naturales proporcionan un marco valioso para crear materiales didácticos que promuevan un aprendizaje más profundo y significativo.

Además, la bioinspiración no solo potencia la creatividad en el diseño educativo, sino que también facilita la incorporación de conceptos biológicos complejos en el proceso de enseñanza (Hasling 2018). En la metodología de bioaprendizaje, la utilización de principios

biológicos se convierte en una herramienta esencial para el desarrollo de materiales educativos. Serón Torrecilla (2023) destaca la importancia de metodologías estructuradas que faciliten la incorporación de estos principios en el diseño. Este enfoque metodológico se alinea con los estudios de López-Forniés y Berges-Muro (2014), quienes argumentan que una aproximación sistemática al diseño biomimético puede mejorar significativamente la efectividad del aprendizaje.

Sin embargo, la implementación de la bioinspiración en el diseño didáctico contextualizado debe ser el resultado de un proceso interdisciplinario. Serón Torrecilla (2023) señala que la colaboración entre distintas disciplinas es una solución efectiva para enriquecer el desarrollo de materiales didácticos bioinspirados. Este enfoque colaborativo es respaldado por Vanden Broeck (2000), quien destaca la importancia de integrar diversos conocimientos para mejorar la calidad y aplicabilidad de los recursos educativos. La cooperación entre disciplinas permite un intercambio enriquecedor de perspectivas y conocimientos, facilitando la creación de materiales didácticos que respondan a procesos territorializados y que consideren la innovación como un proceso conjunto de creación (Mercado y Sosa 2020).

Por lo tanto, esta investigación tiene como objetivo contribuir a la co-construcción de material didáctico bioinspirado, con un enfoque en su implementación como estrategia de gamificación en la educación básica. La pregunta de investigación que enmarca este estudio es: ¿Cómo se construyó la trayectoria sociotécnica del proyecto de gamificación biomimética de la UNAE? Este análisis permitirá comprender cómo las tecnologías y las prácticas sociales se entrelazan y evolucionan dentro de las dinámicas sociotécnicas del proyecto, proporcionando un marco adecuado para su comprensión. Estas trayectorias no surgen únicamente de decisiones individuales, sino que emergen de procesos autoorganizados y de interacciones complejas entre diversos actores y elementos técnicos. Thomas (2008) destaca que para entender estas trayectorias es necesario desentrañar la "caja negra" de los procesos de autoorganización que las configuran, enfocándose en cómo las relaciones entre componentes individuales generan sistemas complejos con cualidades emergentes.

En el contexto educativo, el análisis de la trayectoria sociotécnica del proyecto GAMBI requiere una evaluación de los enfoques de innovación mediante la flexibilidad interpretativa, para comprender cómo la innovación actúa como un elemento sociotécnico dentro de las instituciones y entre los actores clave, como docentes, estudiantes y personal administrativo. Es importante reconocer que las tecnologías no actúan de manera autónoma, sino que se incorporan en alianzas socio-técnicas (Thomas, Becerra & Bidinost 2019). Este enfoque

asegura que el proyecto sea viable, aceptable y sostenible, optimizando su impacto educativo. Además, es importante entender que las políticas educativas no son neutrales y que el diseño de soluciones debe estar contextualizado para ser verdaderamente efectivo y aceptado. La comprensión de estas trayectorias permite una integración adecuada de la tecnología y la sociedad, fomentando un diálogo continuo y la adaptación para garantizar que las soluciones sean beneficiosas para todos los involucrados (Thomas 2008).

Definición de la situación problemática

El proyecto GAMBI (Gamificación Biomimética) representa una iniciativa pionera en la integración de la biomimética y la gamificación en la creación de material didáctico innovador. Sin embargo, a medida que el proyecto avanza, surge una problemática central relacionada con la diversidad de visiones y entendimientos sobre la innovación. Esta diversidad no solo refleja las múltiples perspectivas de los actores involucrados, sino también la compleja interacción de elementos sociotécnicos que condicionan el éxito del proyecto. La diversidad interpretativa de la innovación educativa y su implementación en contextos específicos, como el ecuatoriano, plantea desafíos que requieren una exploración detallada.

Uno de los principales retos en este contexto es la coexistencia de distintas interpretaciones de lo que constituye "innovación" en el ámbito educativo. Estas interpretaciones varían no solo entre los actores clave, como docentes, estudiantes y personal administrativo, sino también entre las instituciones participantes que operan en diferentes territorialidades y contextos socioeconómicos. Cada actor y cada institución trae consigo un conjunto de expectativas, experiencias previas y conocimientos que influyen en su percepción de la innovación. Esta diversidad de perspectivas puede llevar a conflictos o malentendidos si no se gestionan adecuadamente, especialmente cuando se trata de implementar un proyecto que aspira a ser innovador en su enfoque pedagógico y tecnológico.

Además, la complejidad de la situación se ve exacerbada por la naturaleza intrínsecamente sociotécnica del proyecto GAMBI. La innovación no es un fenómeno puramente técnico; está profundamente arraigada en contextos sociales, culturales y políticos que afectan su desarrollo y aceptación. Las tecnologías educativas, como las utilizadas en GAMBI, no operan de manera aislada; están integradas en redes de relaciones sociales y prácticas que condicionan su uso y efectividad. En este sentido, es crucial entender cómo estas tecnologías se insertan en las dinámicas sociales de las comunidades educativas y cómo las alianzas sociotécnicas influyen en el éxito del proyecto.

El análisis de la trayectoria sociotécnica del proyecto GAMBI, desde una perspectiva de Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS), es esencial para desentrañar estas dinámicas complejas. Este análisis permite identificar cómo las posiciones de innovación emergen y evolucionan en diferentes contextos territoriales. Las instituciones y actores involucrados en el proyecto no solo deben adaptarse a las condiciones locales, sino que también deben negociar y reinterpretar las ideas de innovación para alinearlas con las necesidades y expectativas de sus comunidades. Este proceso de ajuste y redefinición es esencial para asegurar que el proyecto no solo sea factible desde un punto de vista educativo y técnico, sino que además tenga respaldo social y perdure en el tiempo.

La flexibilidad interpretativa se convierte en un concepto clave en este proceso. La capacidad de los actores para interpretar y adaptar las tecnologías y enfoques innovadores a sus contextos específicos es lo que determinará el éxito o fracaso del proyecto. Esta flexibilidad no solo implica la adaptación técnica, sino también la capacidad de los actores para negociar y construir consenso en torno a qué significa realmente la innovación en sus contextos particulares. Como señala Lawler, “la flexibilidad interpretativa de los artefactos tecnológicos refleja cómo los significados y usos pueden ser construidos socialmente y varían según los contextos culturales y prácticos” (Lawler 2003, 45). Sin esta flexibilidad, es probable que surjan resistencias o malentendidos que podrían obstaculizar la implementación efectiva del proyecto.

En este sentido, abordar esta problemática desde la perspectiva CTS implica no solo identificar la trayectoria sociotécnica del proyecto, sino también desarrollar un marco conceptual y metodológico que permita una integración efectiva de las distintas perspectivas de innovación. Esto requiere una comprensión profunda de las interacciones entre tecnología, prácticas sociales, actores humanos y marcos institucionales. Asimismo, es esencial considerar cómo las territorialidades específicas influyen en la forma en que se perciben y se implementan las innovaciones.

Justificación

La justificación de esta investigación radica en la necesidad de comprender y abordar la compleja interacción entre los aspectos sociales y tecnológicos en la implementación de proyectos innovadores en el ámbito educativo, particularmente en el caso del proyecto de Gamificación Biomimética de la UNAE. Si bien la gamificación biomimética ofrece un enfoque motivador y prometedor para mejorar el proceso de enseñanza y aprendizaje, su éxito va más allá de la simple introducción de nuevas tecnologías en el aula.

Es fundamental reconocer que la implementación efectiva de proyectos innovadores como la gamificación biomimética requiere una comprensión profunda de las dinámicas sociales y organizacionales que influyen en su adopción y efectividad. La trayectoria sociotécnica, como concepto clave en el análisis de proyectos de esta naturaleza, ofrece un marco teórico y metodológico valioso para explorar estas interacciones y comprender mejor cómo los aspectos sociales y tecnológicos se entrelazan en el contexto educativo.

Por lo tanto, esta investigación se justifica en su objetivo de examinar cómo la trayectoria sociotécnica puede enriquecer la estrategia de implementación del proyecto de gamificación biomimética de la UNAE. Al proporcionar insights y recomendaciones prácticas basadas en un análisis riguroso de las interacciones entre actores humanos y no humanos, esta investigación tiene el potencial de informar y mejorar futuras prácticas y políticas en el ámbito de la innovación educativa.

Pregunta de investigación

La pregunta que guía esta investigación es: ¿Cómo se construyó la trayectoria sociotécnica del proyecto de gamificación biomimética de la UNAE?

Este interrogante surge de la necesidad de examinar en detalle cómo ha evolucionado esta innovadora iniciativa educativa. Para responder a esta pregunta, es crucial desglosar varios aspectos clave.

En primer lugar, se investigará el origen y contexto del proyecto de gamificación biomimética en la UNAE. Esto incluye un análisis de los antecedentes, motivaciones y objetivos que impulsaron la creación de esta iniciativa, proporcionando un marco contextual para comprender su desarrollo.

A continuación, se explorarán los actores involucrados en el proyecto, tanto humanos como no humanos, y se examinarán sus interacciones y relaciones. Este análisis incluirá la identificación de los posicionamientos de innovación de los participantes, así como un estudio de las políticas públicas, normativas y enfoques interdisciplinarios en innovación para comprender la convergencia de políticas y perspectivas de las entidades involucradas en el proyecto.

Un aspecto crucial será el análisis de la estrategia de co-construcción basada en la trayectoria sociotécnica y el *Design Thinking* utilizada en el proyecto. También se examinarán las decisiones y estrategias clave que han influido en la configuración de esta trayectoria, analizando cómo se tomaron y negociaron estas decisiones, considerando las diferentes

perspectivas e intereses de los actores involucrados, así como los desafíos y obstáculos enfrentados en el proceso.

Finalmente, se evaluarán los resultados obtenidos hasta el momento en la implementación del proyecto de gamificación biomimética en la UNAE. Se analizará cómo ha evolucionado la trayectoria sociotécnica a lo largo del tiempo y cómo ha contribuido al logro de los objetivos y metas del proyecto en términos de mejora de la enseñanza y el aprendizaje.

Capítulo 1. Marco conceptual

Los proyectos de investigación y desarrollo en educación (I+D+i) integran la innovación educativa como un componente esencial. Para comprender plenamente este proceso, es necesario escapar de las perspectivas deterministas que suelen adoptar una visión lineal y rígida de la relación entre tecnología y educación. Tales perspectivas pueden, en ocasiones, pasar por alto la territorialización de los procesos de innovación, es decir, cómo estos procesos se adaptan y evolucionan en función de contextos locales específicos. En lugar de considerar la tecnología y la educación como entidades separadas, es fundamental reconocer su interdependencia y co-evolución, que se manifiestan en sus interacciones mutuas dentro de contextos particulares (Albornoz 2017). La perspectiva sociotécnica, dentro del ámbito de los estudios sociales de ciencia y tecnología (ESCT), ofrece un enfoque integral para comprender cómo la tecnología y la educación se co-construyen y se transforman mutuamente.

Desde la perspectiva de los proyectos de I+D+i en educación, el análisis sociotécnico es fundamental para entender la integración de conceptos como actores sociales, flexibilidad interpretativa, relaciones entre problema-solución (Becerra y Santos 2012). Este enfoque permite entender cómo se conceptualiza y aplica la innovación educativa en proyectos de I+D+i, así como estas innovaciones son adoptadas y adaptadas en contextos educativos específicos.

El análisis socio-técnico busca responder preguntas sobre cómo y por qué ciertas innovaciones educativas son adoptadas y persistentes, mientras que otras no logran ser integradas. De esta manera, la "flexibilidad interpretativa" se refiere a cómo los actores relevantes en el ámbito educativo interpretan y adaptan las tecnologías y enfoques innovadores, permitiendo una variedad de aplicaciones en función de sus necesidades y contextos (Bijker y Pinch 1987). Este enfoque se distingue del determinismo al considerar que los problemas y soluciones no son predefinidos, sino que emergen a través de interacciones socio-técnicas específicas y situadas históricamente (Thomas 2008). Complementando esta idea, Hughes presenta la trayectoria sociotécnica como una visión integrada de la tecnología, la educación y el contexto social, describiéndola como un "tejido sin costuras" (Hughes 1986, citado por Thomas 2008).

La trayectoria socio-técnica es una herramienta analítica valiosa para examinar el desarrollo de proyectos de innovación educativa a lo largo del tiempo. Permite analizar cómo se co-construyen los procesos, productos y relaciones dentro de estos proyectos (Thomas 2008).

Esta herramienta ayuda a identificar las fases del desarrollo de la innovación educativa y cómo las estrategias de los actores evolucionan en respuesta a problemas y soluciones emergentes (Becerra y Santos 2015).

En el contexto del Proyecto GAMBI, aplicar la trayectoria socio-técnica permitirá desentrañar cómo la innovación educativa se integra en los procesos de I+D+i y cómo los actores relevantes interpretan y aplican estos conocimientos en función de sus contextos específicos. También como las tecnologías y políticas en educación influyen en la organización social y en las estructuras de implementación, contribuyendo a resolver problemas educativos y sociales (Thomas et al. 2020). Este análisis permitirá entender cómo las políticas de I+D+i y las innovaciones educativas co-construyen dinámicas de inclusión y desarrollo en el el Proyecto GAMBI.

El Eje Transversal Investigación + Desarrollo + Innovación + Emprendimiento (IDIE) de la UNAE es un componente importante en la formación de docentes investigadores de esta Universidad. Este eje avala el desarrollo de competencias investigativas en la educación universitaria con una perspectiva crítica y reflexiva sobre las funciones sustantivas de la institución, convirtiéndose en un elemento imprescindible tanto en la formación de grado como en la de postgrado (UNAE, 2023). La investigación en la UNAE no se limita a un acto individual, sino que involucra a un esfuerzo de docentes, estudiantes, comunidad y actores regionales, nacionales e internacionales en torno a un conjunto de líneas de investigación que buscan el desarrollo e innovación del conocimiento en educación.

De acuerdo con Padrón (2020), los procesos de investigación en la UNAE se caracterizan por su naturaleza orgánica, estructural y funcional, sin seguir estereotipos rígidos. La investigación se entiende como un proceso estratégicamente diverso que responde a distintos sistemas de convicciones de desarrollo institucional. En este sentido, la investigación es definida por el Reglamento de Investigación, Innovación Educativa y Emprendimiento (2023b) como un proceso consciente, ético, responsable, sistemático, sistémico, creativo e innovador, orientado a generar nuevos conocimientos científicos y resolver problemas sociales en consonancia con la misión y visión de la institución.

De esta manera, la Convocatoria del año 2023 de Investigación, Innovación Educativa y Emprendimiento de la UNAE, fundamentó sus criterios en la generación de justicia social y educativa mediante investigaciones rigurosas y éticas, implicó generar proyectos que desarrollen conocimientos y productos innovadores, como emprendimientos y empresas

educativas. En este marco, el Proyecto GAMBI se seleccionó dentro de la sublínea "Educación, tecnologías, comunicación y sociedad", enfocada en el estudio y aplicación de tecnologías contextualizadas en el ámbito educativo, el uso de plataformas digitales y redes sociales con fines educativos, y la producción de recursos accesibles y adaptados para la educación.

Del mismo modo, el proyecto GAMBI se alinea al Eje Transversal IDIE de la UNAE que promueve la investigación, el desarrollo, la innovación y el emprendimiento para entrelazarlo en el currículo académico. Este enfoque fortalece el liderazgo educativo, el trabajo en equipo, la comunicación y la creatividad, con el objetivo de mejorar la calidad educativa a través de didácticas innovadoras, economías culturales y creativas, y la transferencia de conocimientos y tecnología. En concordancia con la LOES (Ley Orgánica de Educación Superior de Ecuador 2023) y el Reglamento de Régimen Académico del CES (Consejo de Educación Superior 2022) quienes destacan que a la investigación educativa como una labor creativa y sistemática que impulsa tanto el conocimiento científico como los saberes ancestrales, generando respuestas pertinentes a las necesidades del entorno.

En la UNAE, la investigación formativa se materializa en el currículo mediante contenidos microcurriculares, estrategias metodológicas y la integración de indicadores de logro del Eje IDIE. Las metodologías empleadas, tales como PIENSA, *Lesson Study*, Aprendizaje Basado en el Pensamiento Crítico e Investigativo, Aprendizaje Basado en Problemas, Trabajo Colaborativo y Cooperativo, y *Flipped Classroom*, facilitan la inclusión de estudiantes en proyectos de investigación y promueven la autonomía y capacidad para generar conocimientos contextualizados (2023b).

Capítulo 2. Trayectoria Sociotécnica del proyecto GAMBI

El concepto de trayectorias sociotécnicas examina la relación entre la sociedad y la tecnología, considerando múltiples actores, disciplinas y contextos. Este enfoque es esencial para entender que las innovaciones tecnológicas son el resultado de avances científicos y también de dinámicas sociales, políticas, económicas y culturales. Las trayectorias sociotécnicas permiten rastrear el desarrollo de las tecnologías a lo largo del tiempo, destacando cómo decisiones, conflictos y acuerdos influyen en su evolución.

Rip y Kemp (1998) describen las trayectorias sociotécnicas como el proceso gradual mediante el cual las tecnologías se estabilizan dentro de procesos socioeconómicos, influenciados por expectativas colectivas, normas regulatorias y arreglos institucionales. Estas trayectorias no siguen una línea recta, sino que están modeladas por las interacciones entre diferentes actores del sistema tecnológico.

Bijker (1995) introduce el concepto de "flexibilidad interpretativa", que explica cómo distintos grupos sociales pueden interpretar un mismo artefacto tecnológico de manera diferente. A medida que estos grupos negocian y alcanzan acuerdos, la tecnología se consolida en su forma actual. Este proceso es fundamental para entender las trayectorias sociotécnicas, ya que ilustra la co-construcción de la tecnología y la sociedad.

2.1. Políticas Públicas, Normativas y Enfoques Interdisciplinarios en Innovación

El proyecto GAMBI se desarrolla en un contexto nacional caracterizado por políticas públicas que promueven la integración de ciencia, tecnología, innovación y saberes ancestrales como pilares para el desarrollo sostenible. La Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación (SENESCYT), mediante el Plan Nacional de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad, Innovación y Saberes Ancestrales (Plan Nacional ESCCISA 2023), establece una ruta hacia una economía del conocimiento con un enfoque en sostenibilidad ecológica y economía circular (Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación 2023). Este Plan, con una visión al 2030, busca orientar y potenciar las capacidades de los actores generadores de conocimiento para contribuir al desarrollo sostenible, adaptándose a los desafíos emergentes del país. El proyecto GAMBI, en alineación con estas políticas, no solo fomenta la innovación educativa, sino que también integra la biomimética como un enfoque interdisciplinario que rescata la conexión con la naturaleza y los saberes ancestrales.

En Ecuador, la Constitución de 2008 (Artículos 26, 27, 28, que abordan la educación, y Artículo 277, que trata sobre la promoción de la ciencia, tecnología e innovación) y el Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación (COESCCI 2016) proporcionan un marco normativo robusto que respalda la ciencia, tecnología, innovación y saberes ancestrales (Constitución de la República del Ecuador 2008; COESCCI 2016). Estos instrumentos normativos establecen la ciencia y la innovación como derechos fundamentales y bienes de interés público, promoviendo la participación de diversos actores en la generación y difusión del conocimiento (Guaipatín y Schwartz 2014). El COESCCI, junto con la Ley Orgánica de Educación Superior (LOES), refuerza la función sustantiva de la investigación en las instituciones de educación superior y la necesidad de un diálogo continuo entre saberes ancestrales y modernos.

Además, la Ley Orgánica de Emprendimiento e Innovación (LOEI 2020) complementa esta articulación al incentivar el emprendimiento y el desarrollo tecnológico, fortaleciendo así el ecosistema de innovación en el país. Según el Artículo 3 de esta ley, la innovación es "el proceso creativo mediante el cual se genera un nuevo producto, diseño, proceso, servicio, método u organización, o añade valor a los existentes" (Asamblea Nacional del Ecuador 2020). Este marco legal busca promover un entorno favorable para la innovación, reconociendo la importancia de la colaboración entre el sector público, privado y académico para generar soluciones que impulsen el desarrollo económico y social sostenible del Ecuador.

En el contexto del Plan Nacional ESCCISA, la innovación se presenta como un proceso destinado a desarrollar nuevas ideas, métodos o productos que no solo generan valor, sino que buscan avanzar de manera equitativa y sostenible en la sociedad (Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación 2023). Este Plan concibe la innovación como un cambio en el pensamiento, los productos, los procesos o las organizaciones que resulta en la aplicación de soluciones creativas que mejoran la vida de las personas y el funcionamiento de la sociedad. Por lo tanto, la innovación no se limita a la invención de algo completamente nuevo, sino que también incluye mejoras significativas en lo existente, adaptándose a las necesidades y contextos específicos (Núñez Jover et al. 2018).

Sin embargo, es crucial reconocer que las políticas públicas de innovación no operan en un vacío de neutralidad; están imbuidas de valores, intereses y visiones particulares que influyen significativamente en su implementación y resultados (Núñez Jover et al. 2018). El Plan Nacional ESCCISA, junto con los marcos normativos mencionados, aunque ambicioso en su integración de saberes ancestrales y modernos, puede reflejar un enfoque normativo

participativo que, a pesar de pretender incluir diversas perspectivas sobre la innovación, también podría perpetuar estructuras de poder existentes y limitar una transformación genuina. En este sentido, la colaboración de la UNAE en el proyecto GAMBI, que utiliza la biomimética como enfoque interdisciplinario para la innovación educativa, ejemplifica cómo las políticas públicas de innovación, al estar basadas en marcos normativos participativos, pueden enfrentar tensiones entre intereses académicos, institucionales y comunitarios (Subsecretaría de Investigación, Innovación y Transferencia de Tecnología, SENESCYT 2023).

2.2. Posicionamientos de Innovación en el Proyecto GAMBI

El 7 de febrero de 2024, se realizó una mesa redonda que reunió a los principales participantes del proyecto GAMBI para discutir los diversos enfoques sobre innovación de los actores clave involucrados. Esta reunión permitió explorar a fondo cómo cada entidad contribuye al enfoque integral de GAMBI, que combina biomimética y gamificación en el ámbito educativo. La sesión fue complementada con una entrevista a Cristian Urbina, Director del Proyecto GAMBI, llevada a cabo el 15 de febrero de 2024, para corroborar y enriquecer los datos obtenidos (entrevista a Cristian Urbina, Director del Proyecto GAMBI, Azogues, 15 de febrero de 2024).

Urbina destacó el papel crucial de la Universidad Nacional de Educación (UNAE) en la propuesta de metodologías pedagógicas innovadoras. Según Urbina, la UNAE no solo impulsa la innovación educativa y el desarrollo de materiales didácticos alineados con el Plan Nacional ESCCISA, sino que también promueve un enfoque educativo que, en concordancia con la Ley Orgánica de Educación Superior (LOES), se basa en la creatividad y el pensamiento crítico. La definición de innovación educativa para la UNAE implica el desarrollo e implementación de métodos pedagógicos que transforman el proceso de enseñanza-aprendizaje, promoviendo un enfoque activo y participativo que responde a las necesidades cambiantes del entorno educativo (entrevista a Cristian Urbina, Director del Proyecto GAMBI, Azogues, 15 de febrero de 2024). La colaboración con la UNAE es esencial para implementar métodos de enseñanza que desafían las prácticas tradicionales y fomentan un aprendizaje activo.

Urbina define la innovación educativa como el desarrollo e implementación de métodos y prácticas pedagógicas que transforman el proceso de enseñanza-aprendizaje, promoviendo un enfoque participativo y adaptado a las necesidades cambiantes del entorno educativo. Según

Urbina, La innovación educativa es un proceso creativo y transdisciplinario que introduce nuevos o mejorados recursos, servicios o métodos educativos, los cuales favorecen el desarrollo de habilidades individuales y colectivas, impulsando la transformación de las sociedades del conocimiento (entrevista a Cristian Urbina, Director del Proyecto GAMBI, Azogues, 15 de febrero de 2024). Está orientada a generar impactos que permiten innovar no solo dentro del aula (enseñanza-aprendizaje) sino también desde el encadenamiento productivo del conocimiento (crear, enseñar, emprender y transferir). En este contexto, la selección de los actores participantes en el proyecto GAMBI se realizó en función de su alineación con esta perspectiva. Los actores seleccionados incluyen a la Universidad Regional Amazónica IKIAM, LATINNOVA, *Biomimetic Sciences Institute* (BSI), FAB LAB ZOI, la Escuela de Innovación de UNAE, estudiantes de UNAE e investigadores externos, integrando así diversas perspectivas de innovación en el proyecto (entrevista a Cristian Urbina, Director del Proyecto GAMBI, Azogues, 15 de febrero de 2024).

De esta manera, la Universidad Regional Amazónica IKIAM aporta un contexto único al proyecto debido a su proximidad con la Reserva Colonso-Chalupas. Según Lorena Rodríguez, especialista en innovación de IKIAM, la innovación se define como la capacidad de aplicar conocimientos científicos y tecnológicos para resolver problemas locales específicos, integrando la biodiversidad y los saberes tradicionales en el diseño de soluciones adaptadas a las necesidades regionales (entrevista a Lorena Rodríguez, especialista en innovación de IKIAM, Azogues, 7 de febrero de 2024). Rodríguez resaltó que la integración de la biodiversidad local en el diseño de prototipos enriquece el proyecto, asegurando que las soluciones desarrolladas sean pertinentes para la conexión entre las regiones del país. La utilización de la reserva ecológica como fuente de inspiración para los materiales didácticos permite integrar perspectivas innovadoras territoriales. Además, IKIAM facilita este proceso al organizar eventos como hackatones, que promueven la colaboración entre el conocimiento académico y los desafíos locales, fomentando así un ecosistema de innovación adaptado a las necesidades específicas de la región (notas de campo, Azogues, 7 de febrero de 2024).

LATINNOVA juega un papel decisivo al modelar estrategias comerciales e identificar oportunidades de mercado, contribuyendo significativamente a la sostenibilidad e impacto del proyecto. Según Ricardo González, MBA, LATINNOVA define la innovación como la capacidad de identificar y capitalizar nuevas oportunidades en el mercado a través de estrategias comerciales disruptivas y la aplicación de tecnologías emergentes (entrevista a Ricardo González, Quito, 7 de febrero de 2024). Además, promueve la colaboración

interdisciplinaria para desarrollar soluciones innovadoras que aborden desafíos complejos. Urbina subrayó que la colaboración con LATINNOVA es importante para traducir estas innovaciones en aplicaciones prácticas efectivas (entrevista a Cristian Urbina, Azogues, 15 de febrero de 2024).

Del mismo modo, el *Biomimetic Sciences Institute* (BSI) aporta su experiencia técnica en biomimética, mejorando la calidad de los desarrollos y facilitando la expansión del proyecto a redes internacionales desde su sede en Barcelona, España. Según el BSI, la innovación se enfoca en la aplicación de principios de la biomimética para desarrollar soluciones tecnológicas inspiradas en procesos y sistemas naturales. Esto permite crear productos y procesos que no solo son eficientes y sostenibles, sino que también tienen el potencial de establecer nuevas normativas en la investigación aplicada (comunicación personal vía zoom, 7 de febrero de 2024).

FAB LAB ZOI, conocido por su enfoque en la fabricación digital y la democratización tecnológica, es esencial para la creación de prototipos dentro del proyecto GAMBI. La definición de innovación de FAB LAB ZOI se centra en el desarrollo y la aplicación de tecnologías digitales que permiten la creación rápida y accesible de prototipos, fomentando una cultura de innovación inclusiva y participativa (entrevista a Cristian Urbina, Azogues, 15 de febrero de 2024). Urbina destacó que esta colaboración garantiza que los desarrollos sean técnicamente sólidos y accesibles, apoyando una cultura de innovación que promueve la igualdad de oportunidades para el acceso a la tecnología. La participación de los estudiantes de octavo semestre de la carrera de Ciencias Experimentales de la UNAE en el desarrollo de prototipos, mediante eventos como hackatones y conferencias, es crucial para la generación de ideas. La inclusión de investigadores externos también permite que el proyecto mantenga un enfoque territorial en la innovación educativa (notas de campo, Azogues, 7 de febrero de 2024).

Finalmente, la Escuela de Innovación de UNAE valida la efectividad del material didáctico en entornos educativos reales, específicamente con estudiantes del 10° año de Educación General Básica. Según la definición de innovación educativa de la Escuela, se entiende como la implementación de métodos y prácticas pedagógicas innovadoras que mejoran el proceso de enseñanza-aprendizaje y responden a las necesidades cambiantes del entorno educativo. Este proceso garantiza que los materiales se ajusten a los objetivos pedagógicos del proyecto (entrevista a Cristian Urbina, Azogues, 15 de febrero de 2024). La experiencia y el feedback obtenidos durante estas pruebas son fundamentales para la evolución del material didáctico y

su implementación en otros contextos educativos, subrayando el compromiso de la Escuela con la innovación educativa y la excelencia en el aprendizaje (notas de campo, Azogues, 7 de febrero de 2024).

Tabla 2.1. Matriz de Posicionamientos de Innovación en el Proyecto GAMBI

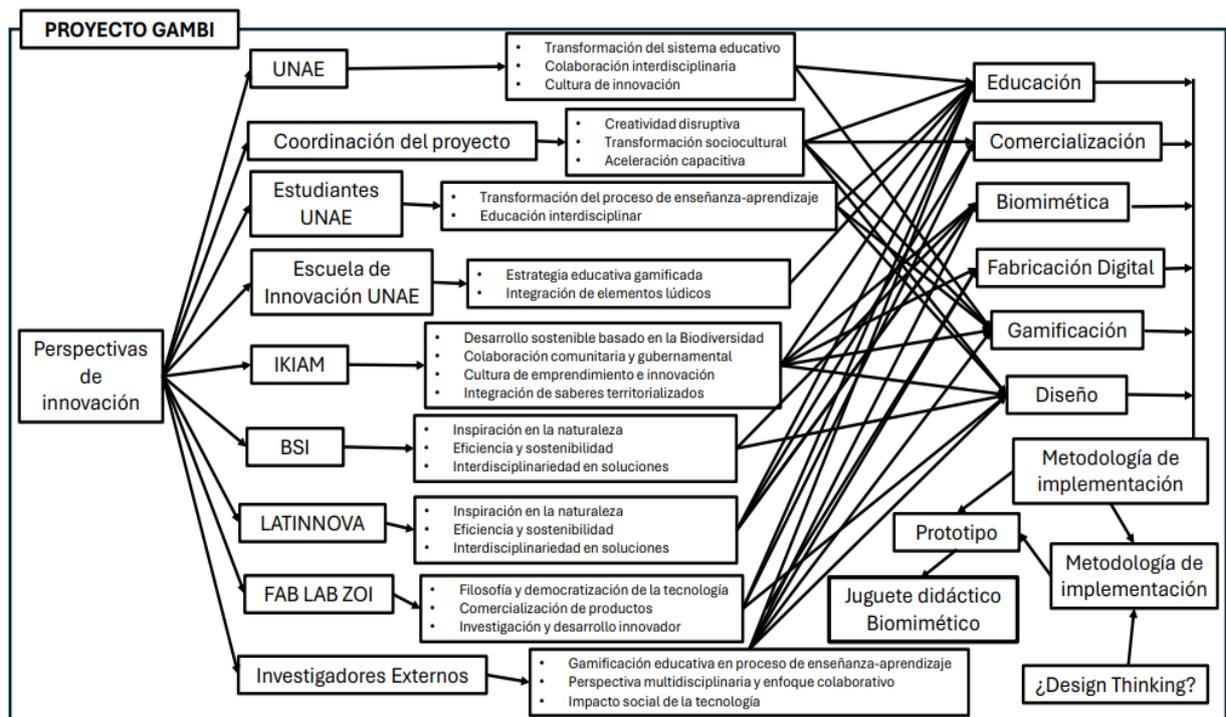
Entidad	Rol en el Proyecto GAMBI	Posicionamiento de Innovación
Universidad Nacional de Educación (UNAE)	Fomenta metodologías pedagógicas innovadoras centradas en la creatividad y el pensamiento crítico.	Impulsa enfoques educativos que desafían las prácticas tradicionales y promueven un aprendizaje activo.
Universidad Regional Amazónica IKIAM	Integra la biodiversidad local en el diseño de prototipos, adaptando soluciones a las necesidades de la región amazónica.	Asegura la pertinencia de las soluciones al contexto regional mediante eventos como hackatones.
LATINNOVA	Modela estrategias comerciales y encuentra oportunidades de mercado, contribuyendo a la sostenibilidad del proyecto.	Traduce innovaciones en aplicaciones prácticas efectivas y sostenibles.
Biomimetic Sciences Institute (BSI)	Proporciona experiencia técnica en biomimética, elevando la calidad de los desarrollos y facilitando la expansión internacional.	Mejora la calidad de los desarrollos y promueve la expansión del proyecto a redes internacionales.
FAB LAB ZOI	Enfocado en la fabricación digital y la democratización tecnológica, esencial para la creación de prototipos.	Asegura que los desarrollos sean técnicamente sólidos y accesibles.
Escuela de Innovación UNAE	Valida el material didáctico en entornos educativos reales, asegurando que cumpla con los objetivos pedagógicos.	Evalúa la efectividad y adaptabilidad del material en contextos educativos reales, garantizando su relevancia y utilidad.
Estudiantes UNAE	Participan en la prueba y retroalimentación del material didáctico, aportando perspectivas frescas sobre su aplicabilidad.	Contribuyen con feedback valioso para la mejora del material didáctico y adaptabilidad en diversos contextos educativos.
Investigadores externos	Proporcionan perspectivas adicionales y análisis independientes sobre la eficacia y el impacto del proyecto.	Enriquecen el proyecto con una visión externa crítica y análisis riguroso de los resultados y procesos.

Fuente: Elaborado por el autor con base en Informe de Avance del Proyecto GAMBI UNAE (2024).

Para clarificar cómo se estructuran las posiciones de innovación, se ejemplificó mediante la creación de un prototipo didáctico bioinspirado, demostrando cómo las entidades se articulan para desarrollarlo. Este enfoque permitió visualizar de manera práctica cómo las diferentes perspectivas de innovación convergen en un esfuerzo común. La Figura 2.1, Perspectiva de

Innovación de los Actores Involucrados en la creación del prototipo de juguete didáctico biomimético del proyecto GAMBI, esquematiza estas interacciones, subrayando cómo la colaboración interdisciplinaria es esencial para el desarrollo de materiales educativos efectivos y alineados con los objetivos del proyecto.

Figura 2.1. Perspectiva de Innovación de los Actores Involucrados en la creación del prototipo de juguete didáctico biomimético del proyecto GAMBI



Fuente: Elaborado por el autor con base en UNAE (2024).

2.3. Convergencia de Políticas Públicas y Perspectivas de Entidades en el Proyecto GAMBI

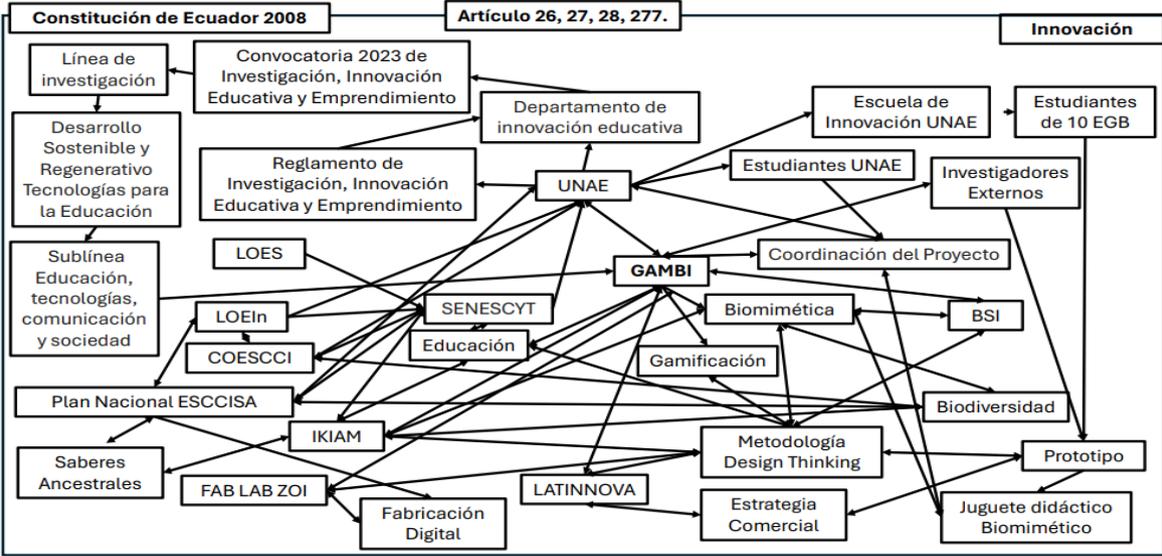
El proyecto GAMBI se desarrolla en un entorno nacional que fomenta la integración de ciencia, tecnología, innovación y saberes ancestrales, en línea con el Plan Nacional ESCCISA y la Ley Orgánica de Emprendimiento e Innovación (LOEIn). Estas políticas públicas buscan un equilibrio entre sostenibilidad y modernidad, apoyando la convergencia de enfoques interdisciplinarios. El proyecto se enriquece con la participación de entidades diversas: la Universidad Nacional de Educación (UNAE), que aplica la biomimética en pedagogía y valida el material didáctico mediante su Escuela de Innovación; el Biomimetic Sciences Institute (BSI), especializado en soluciones inspiradas en la naturaleza; la Universidad Regional Amazónica IKIAM, que valora saberes ancestrales y biodiversidad; LATINNOVA,

enfocada en estrategias comerciales y desarrollo tecnológico; y FAB LAB ZOI, dedicado a la fabricación digital y prototipos.

Estas perspectivas diversas proporcionan una visión integral de la innovación educativa dentro del marco normativo. El Plan Nacional ESCCISA promueve una economía basada en el conocimiento y sostenibilidad ecológica (Plan Nacional ESCCISA 2022), mientras que la LOEIn impulsa la generación de ideas innovadoras (Ley Orgánica de Emprendimiento e Innovación 2021). Aunque el equilibrio entre modernidad y tradición puede enfrentarse a desafíos estructurales, las entidades participantes aportan enfoques variados que enriquecen y sostienen el proyecto GAMBI, combinando creatividad, desarrollo tecnológico y respeto por las tradiciones locales.

La Figura 2.2 ilustra la trayectoria sociotécnica del proyecto GAMBI, mostrando cómo las distintas entidades colaboran e influyen en el desarrollo del proyecto. Esta figura representa las interconexiones entre los enfoques de innovación, las políticas públicas y los aportes específicos de cada entidad, desde la integración de la biomimética en la educación hasta la aplicación de principios biomiméticos en soluciones tecnológicas. La trayectoria sociotécnica pone de relieve cómo las colaboraciones interdisciplinarias y el diálogo entre conocimientos ancestrales y modernos moldean la evolución y el impacto del proyecto.

Figura 2.2. Trayectoria sociotécnica para la creación del prototipo de juguete didáctico biomimético del proyecto GAMBI



Fuente: Elaborado por el autor con base en UNAE (2024).

Para evaluar la convergencia entre las políticas públicas y las perspectivas de las entidades, se llevó a cabo un análisis estadístico utilizando una matriz de correlación. Esta matriz permite observar la relación entre las perspectivas de innovación de las entidades y las políticas públicas relevantes. Los cálculos de correlación se realizaron aplicando la fórmula de correlación de Pearson, que mide la fuerza y dirección de la relación lineal entre dos variables, en una escala de -1 a 1, donde 1 indica una correlación positiva perfecta y -1 una correlación negativa perfecta (Hernández Lalinde et al. 2018, 587). Este tipo de análisis correlacional no solo reúne importantes detalles del fenómeno bajo estudio, sino que también permite identificar factores de mayor importancia relativa y estimar sus grados de asociación. Sin embargo, es fundamental no confundir correlación con causalidad, ya que la presencia de una correlación entre dos variables no implica necesariamente que una cause a la otra; este tipo de inferencias requiere un estudio más profundo (Chaverri Chaves y Arguedas Ramírez 2020, 49–76).

La fórmula de Pearson es:

$$r = \frac{n(\sum xy) - (\sum x)(\sum y)}{\sqrt{[n\sum x^2 - (\sum x)^2][n\sum y^2 - (\sum y)^2]}}$$

Donde:

r es el coeficiente de correlación de Pearson.

n es el número de pares de datos.

x y y son las variables para las que se calcula la correlación.

$\sum xy$ es la suma de los productos de los pares de datos.

$\sum x$ y $\sum y$ son las sumas de las variables individuales.

$\sum x^2$ y $\sum y^2$ son las sumas de los cuadrados de las variables.

A continuación, se presentan los resultados del coeficiente de correlación en la Tabla 2.2, que muestra la Matriz de Correlación de Perspectivas de Innovación y Políticas Públicas. Este análisis permite visualizar la relación entre las perspectivas de innovación de las distintas entidades y las políticas públicas relevantes, facilitando la comprensión de cómo estos factores se interrelacionan.

Tabla 2.2. Matriz de Correlación de Perspectivas de Innovación y Políticas Públicas

Perspectiva/ Política	Plan Nacional ESCCISA	COESCCI	LOEIn	UNAE	BSI	IKIAM	LATINNOVA	FAB LAB ZOI
Gamificación	0,8	0,6	0,5	0,9	0,7	0,4	0,5	0,6
Biomimética	0,9	0,8	0,6	0,8	0,9	0,7	0,4	0,8
Saberes Ancestrales	0,7	0,7	0,6	0,5	0,3	0,9	0,4	0,5
Estrategias Comerciales	0,6	0,5	0,7	0,4	0,6	0,3	0,8	0,6
Fabricación Digital	0,7	0,6	0,5	0,6	0,7	0,5	0,5	0,9

Fuente: Elaborado por el autor con base en (COESCCI 2016); (Plan Nacional ESCCISA 2023); (LOEI 2020).

Los cálculos de correlación se realizaron en varias etapas: primero, se recopiló información cualitativa sobre las perspectivas de las entidades y las políticas públicas. Luego, se asignaron valores numéricos representativos a cada perspectiva en función de su alineación con las políticas. Finalmente, se aplicó la fórmula de Pearson para calcular los coeficientes de correlación entre cada par de variables, lo que permitió la creación de la matriz.

El análisis de esta matriz revela que la biomimética y la gamificación muestran una alta correlación con las políticas públicas, especialmente con el Plan Nacional ESCCISA y el COESCCI. La biomimética, en particular, tiene una correlación alta con el Plan Nacional ESCCISA (0,9) y con el COESCCI (0,8), indicando una fuerte alineación con las políticas que promueven la sostenibilidad y la integración de saberes ancestrales. La gamificación también presenta una correlación significativa, especialmente con el Plan Nacional ESCCISA (0,8), lo que sugiere un consenso en su valor para la innovación educativa.

En contraste, los saberes ancestrales y las estrategias comerciales tienen una correlación menor con algunas políticas públicas, particularmente con el LOEIn, que muestra una correlación relativamente baja con ambas perspectivas (0,5 y 0,6, respectivamente). Esto refleja un menor alineamiento en comparación con las perspectivas más técnicas y metodológicas como la biomimética y la gamificación.

Además, el design thinking se destaca como una metodología aplicable para integrar estas diversas perspectivas de innovación. Su enfoque iterativo y colaborativo permite la combinación eficaz de técnicas como la biomimética y la gamificación con el conocimiento territorializado y estrategias comerciales. En el proyecto GAMBI, el design thinking facilita la creación de prototipos que abordan las necesidades específicas del entorno educativo, fusionando los enfoques identificados a través de la matriz de correlación. Esta metodología garantiza que los prototipos educativos sean innovadores y estén alineados con los objetivos del proyecto, maximizando la integración de las perspectivas analizadas.

Capítulo 3. Estrategia de Co-construcción Basada en la Trayectoria Sociotécnica y *Design Thinking* para el Proyecto GAMBI

La delimitación de la trayectoria sociotécnica y el análisis de los enfoques sobre innovación en el Proyecto GAMBI 2024 han identificado al *Design Thinking* como un elemento central. Esta metodología se ha consolidado como una herramienta esencial para el diseño e implementación del proyecto, facilitando la integración de enfoques interdisciplinarios y la generación de soluciones innovadoras adaptadas a las necesidades específicas de las comunidades participantes.

La trayectoria sociotécnica, que abarca la evolución y la interacción de aspectos sociales y técnicos durante el ciclo de vida del proyecto, proporciona una perspectiva valiosa para comprender el desarrollo e implementación de innovaciones en contextos reales. En el caso del Proyecto GAMBI, esta trayectoria ha demostrado que el *Design Thinking* no solo alinea los objetivos del proyecto con las necesidades de los usuarios, sino que también fomenta una colaboración efectiva entre los diversos actores involucrados.

Como metodología centrada en el usuario, el *Design Thinking* se ha establecido como un enfoque clave para enfrentar los desafíos complejos del proyecto. Su capacidad para promover la empatía, definir problemas claramente y generar soluciones creativas se ajusta perfectamente a los objetivos de GAMBI, que buscan resolver problemas específicos y promover la innovación y sostenibilidad en el ámbito educativo y social. Según Aguirre-Villalobos, Guzmán y González (2023), el *Design Thinking* sigue una serie de etapas iterativas: empatizar, definir, idear, prototipar y testear. Estas etapas permiten una comprensión profunda del problema desde la perspectiva del usuario y la creación de soluciones efectivas basadas en esa comprensión.

El *Design Thinking*, apoyado en la metodología de Experiencia de Usuario (UX), sitúa al usuario en el centro del proceso de diseño, asegurando que las soluciones sean tanto funcionales como relevantes y satisfactorias (Buley 2013; Soegaard 2018). Esta perspectiva es crucial para el desarrollo de soluciones efectivas en contextos educativos e innovadores, aportando un enfoque colaborativo y experimental que enriquece el Proyecto GAMBI (Gothelf & Seiden 2021; Mootee 2013).

3.1. Estrategia de Co-construcción Basada en la Trayectoria Sociotécnica y *Design Thinking*

La estrategia de co-construcción en el Proyecto GAMBI integra el *Design Thinking* con la trayectoria sociotécnica para fomentar una participación y colaborativa en el diseño e implementación del proyecto. Esta estrategia asegura que las soluciones sean adaptadas y sostenibles al involucrar a estudiantes, docentes, comunidades locales y expertos en talleres y sesiones de trabajo.

El *Design Thinking* organiza el proceso en fases iterativas: empatizar, definir, idear, prototipar y testear, con la participación continua de los actores para validar y ajustar las soluciones. La trayectoria sociotécnica evalúa cómo las soluciones impactan los aspectos técnicos y sociales, y se ocupa de superar barreras socioculturales. Un enfoque etnográfico permite analizar las decisiones sociotécnicas y entender las elecciones subyacentes en la implementación del *Design Thinking*, mientras que la autoetnografía ofrece una perspectiva interna valiosa. Para reducir sesgos, se triangula la información utilizando diarios de campo, grabaciones y análisis documental (Kavanagh, McGarraghy, & Kelly 2015; Kitchin 2017; Seaver 2017; Bucher 2016; Seaver 2013, 2017, 2018).

3.2. Aplicación de la Metodología *Design Thinking* para la Creación de los Prototipos del Proyecto GAMBI

Para ilustrar el desarrollo de la metodología de *Design Thinking* en el Proyecto GAMBI, el proceso se divide en seis momentos clave, que sintetizan el flujo de acontecimientos y las decisiones sociotécnicas involucradas (Tabla 3.1).

Tabla 3.1. Proceso de Desarrollo de la Metodología de *Design Thinking* en el Proyecto GAMBI

Momentos	Descripción y Principales Elecciones Sociotécnicas	Actores Involucrados
Primer Momento: Definiendo la Visión	Establecimiento de los objetivos del proyecto y definición del alcance del <i>Design Thinking</i> .	Coordinadores del proyecto, especialistas en educación, y miembros del equipo de investigación.
Segundo Momento: Formando el Equipo	Selección de los miembros del equipo con habilidades complementarias para el desarrollo del proyecto.	Equipo multidisciplinario compuesto por diseñadores, pedagogos, y expertos en tecnología.
Tercer Momento: Creación de la Metodología	Desarrollo de la metodología de <i>Design Thinking</i> , incluyendo la definición de fases, herramientas y técnicas específicas.	Equipo de desarrollo y asesores externos.

Cuarto Momento: Implementación Piloto	Ejecución de una fase piloto para probar la metodología en un entorno controlado y recopilación de retroalimentación.	Participantes de la fase piloto, incluyendo estudiantes y facilitadores.
Quinto Momento: Evaluación y Ajustes	Análisis de la retroalimentación obtenida durante la fase piloto y ajustes necesarios a la metodología.	Equipo de desarrollo, evaluadores y participantes.
Sexto Momento: Implementación Completa	Implementación a gran escala de la metodología ajustada, con seguimiento continuo y evaluación del impacto.	Todos los actores involucrados en el proyecto y nuevos participantes.

Elaborado por el autor con base en UNAE (2024).

En consecuencia, repensar el *Design Thinking* como un esfuerzo colaborativo en el Proyecto GAMBI ha permitido identificar y alinear diversos aparatajes comunes entre las visiones de innovación de los participantes. Al integrar la metodología con la trayectoria sociotécnica, se ha facilitado un enfoque que no solo aborda problemas desde una perspectiva técnica, sino que también toma en cuenta las dinámicas sociales y culturales que influyen en su implementación. Este enfoque colaborativo ha sido clave para descubrir y consolidar puntos en común entre las distintas perspectivas sobre innovación, permitiendo que las soluciones desarrolladas sean más inclusivas, adaptadas a las necesidades locales y sostenibles a largo plazo. La interacción constante entre los actores y el análisis continuo del impacto sociotécnico han enriquecido el proceso, evidenciando cómo la colaboración efectiva puede fortalecer la capacidad de la metodología.

Capítulo 4. Resultados

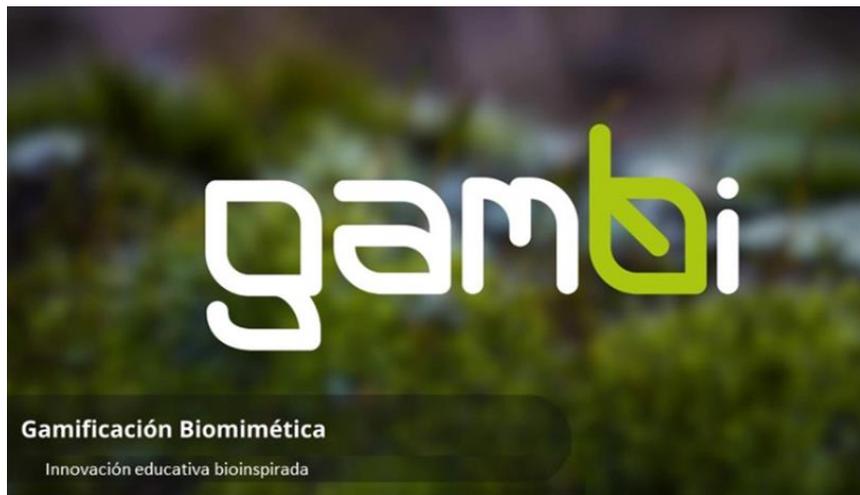
El capítulo de resultados del Proyecto GAMBI presenta un análisis detallado de los avances logrados hasta la fecha, subrayando el trabajo realizado por cada miembro del equipo y el estado actual del proyecto. La aplicación de *Design Thinking* ha sido fundamental para la evaluación continua y ajustada de las estrategias educativas propuestas. Este enfoque metodológico ha permitido al equipo adaptar y refinar las estrategias de manera constante, asegurando que las soluciones desarrolladas sean efectivas y relevantes para la comunidad educativa. Los resultados preliminares indican una mayor alineación entre los enfoques educativos y las necesidades de los estudiantes, así como una mejora notable en la participación en las actividades del Proyecto GAMBI (Informe de Avance del Proyecto GAMBI 2024).

4.1. Evaluación del Estado Actual del Proyecto

El análisis del estado actual del proyecto revela avances significativos en varias fases clave, a pesar de los desafíos enfrentados. La metodología *Design Thinking*, implementada por el Director, Cristian Urbina, ha sido crucial para la creación y evaluación de prototipos biomiméticos didácticos. Su trabajo en las fases de empatía, definición, ideación y moderación ha permitido una adaptación continua de las estrategias. Los documentos y recursos relacionados están disponibles en el Informe de Avance del Proyecto GAMBI (2024).

Lorena Edith Rodríguez Rojas, miembro externo, ha desarrollado los contenidos para el hackathon de gamificación biomimética, con evidencias accesibles en la carpeta correspondiente (Informe de Avance del Proyecto GAMBI 2024). Ricardo David González Pinos ha trabajado en aproximaciones al modelo de negocio del proyecto, detalladas en su carpeta asignada (Informe de Avance del Proyecto GAMBI 2024). Mara Alejandra Carrión Pineda ha contribuido a la conceptualización del proceso GAMBI y al diseño de la imagen corporativa (Figura 4.4.1), con detalles disponibles en el informe (Informe de Avance del Proyecto GAMBI 2024). Mónica Zhindón Bravo ha promovido GAMBI a través de conferencias sobre innovación educativa y prototipado ágil, cuyas presentaciones se encuentran en la carpeta dedicada (Informe de Avance del Proyecto GAMBI 2024). Pablo Vicente Rodríguez Espinoza ha desarrollado contenidos para MOOC en gamificación biomimética, creación de juegos y comercialización de juguetes educativos, con evidencias documentadas en su carpeta correspondiente (Informe de Avance del Proyecto GAMBI 2024).

Figura 4.1. Imagen corporativa del proyecto GAMBI



Fuente: GAMBI (2024).

El equipo ha mostrado avances significativos en la implementación de la metodología *Design Thinking*, alcanzando un 100% de avance en su desarrollo y aplicación. La fase de empatía y la conceptualización de los prototipos didácticos han sido fundamentales, aunque la finalización del prototipo está pendiente del proceso de contratación pública. A pesar de los desafíos con la contratación pública, se han desarrollado aproximaciones para facilitar las acciones del próximo año, con un avance del 50%. Se ha completado exitosamente el desarrollo del Bootcamp de innovación y emprendimiento, así como el Hackathon de gamificación interinstitucional con IKIAM (Figura 4.4.2), ambos alcanzando un avance del 100% (Informe de Avance del Proyecto GAMBI 2024).

Figura 4.2. Hackathon de gamificación interinstitucional con IKIAM



Fuente: GAMBI (2024).

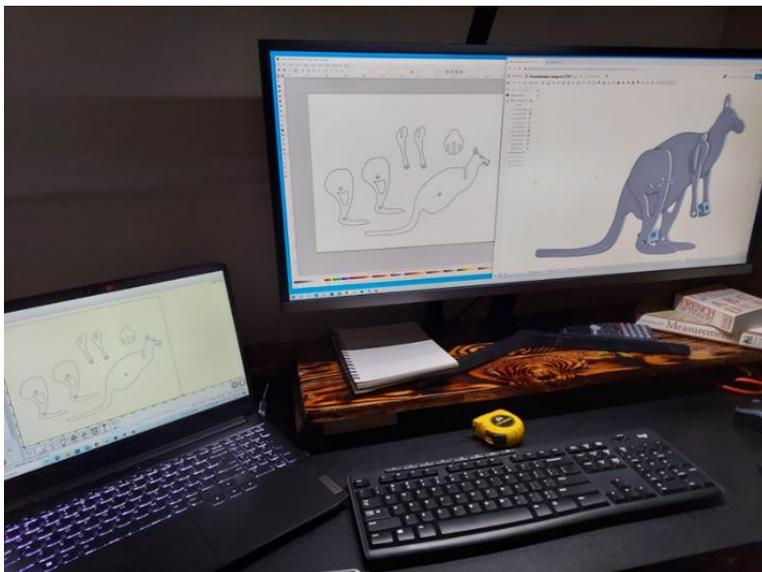
4.2. Indicadores de Logro

Los indicadores de logro muestran una mejora significativa en la participación en las actividades del Proyecto GAMBI, evidenciada en el aumento de la comprensión en áreas relacionadas con la gamificación y biomimética. La satisfacción de los participantes también ha sido alta, reflejada en las entrevistas y grupos focales. Los datos cuantitativos y cualitativos respaldan estos análisis, proporcionando una visión detallada del progreso del proyecto y destacando las áreas de éxito y las oportunidades de mejora (Informe de Avance del Proyecto GAMBI 2024).

4.3. Resultados de los Primeros Prototipos

Los primeros prototipos desarrollados, como el canguro biomimético (Figura 4.3.1) diseñado para explicar la Ley de Hooke, han demostrado ser efectivos en ilustrar principios científicos de manera práctica y visualmente impactante. Sin embargo, se recomienda realizar ajustes para mejorar la durabilidad y precisión del prototipo. La co-construcción de estos prototipos a través del *Design Thinking* ha permitido una iteración constante basada en la retroalimentación obtenida, mejorando así su efectividad y adaptabilidad (Informe de Avance del Proyecto GAMBI 2024).

Figura 4.3. Diseño de prototipo



Fuente: GAMBI (2024).

4.4. *Design Thinking* y Materiales Didácticos

El proceso de desarrollo de materiales didácticos bioinspirados comenzó con la creación de la identidad gráfica del proyecto GAMBI, que busca fusionar la ludología con la biomimética para ofrecer soluciones educativas innovadoras y sostenibles. La fase de empatía, un principio central del *Design Thinking*, ha sido crucial para comprender las necesidades y experiencias de los estudiantes y maestros, orientando el diseño de los prototipos. La co-construcción de estos materiales se ha llevado a cabo mediante la integración de la retroalimentación continua y la adaptación a las necesidades emergentes, asegurando su relevancia y eficacia (Informe de Avance del Proyecto GAMBI 2024).

4.5. Resultados de Generación de Cursos a través de la Plataforma MOOC

Se analizó varios cursos MOOC relevantes para el proyecto:

MOOC 1: Estrategias de Comercialización para Juguetes Educativos: Este curso ha proporcionado una comprensión profunda del proceso de comercialización de juguetes educativos, destacando la importancia de estrategias específicas para el éxito en el mercado. Sin embargo, se sugiere mejorar con estudios de caso y una interacción más práctica (Informe de Avance del Proyecto GAMBI 2024).

MOOC 2: Diseño y Creación de Juguetes Educativos: El curso ha abordado el diseño y la creación de juguetes educativos, enfatizando la integración de conceptos pedagógicos y principios STEM. Se recomienda profundizar en la evaluación del impacto educativo y proporcionar más ejemplos prácticos (Informe de Avance del Proyecto GAMBI 2024).

MOOC 3: Explorando la Gamificación Biomimética: Este curso ha introducido un enfoque innovador combinando gamificación con biomimética. Aunque ha ofrecido una perspectiva única, podría mejorarse con recursos prácticos adicionales y ejercicios específicos. La co-construcción de los contenidos del MOOC ha sido una estrategia clave para adaptar los recursos educativos a las necesidades del proyecto (Informe de Avance del Proyecto GAMBI 2024).

4.6. Importancia de Socializar la Trayectoria Sociotécnica

La socialización de la trayectoria sociotécnica del Proyecto GAMBI ha sido fundamental para asegurar una comprensión amplia y compartida de los desarrollos y resultados. Este proceso facilita una integración más eficaz de los avances en la comunidad educativa y fomenta la colaboración interdisciplinaria. Compartir la experiencia y los aprendizajes adquiridos

promueve una visión compartida del impacto de la biomimética y la gamificación en la educación, permitiendo la replicación de prácticas exitosas y la adaptación de estrategias según las necesidades emergentes. Uno de los éxitos más destacados ha sido la integración del *Design Thinking* a partir de la discusión de flexibilidad interpretativa de los posicionamientos de innovación, facilitada por la socialización de la trayectoria sociotécnica (Informe de Avance del Proyecto GAMBI 2024).

4.7. Perspectivas de Innovación y Transdisciplinariedad

El Proyecto GAMBI ha integrado diversas perspectivas de innovación para abordar los desafíos educativos y de investigación. La innovación se ha entendido como un proceso continuo y adaptativo, caracterizado por la implementación de metodologías como *Design Thinking* y la aplicación de principios biomiméticos en el diseño de materiales didácticos. La importancia de la transdisciplinariedad en este contexto radica en la capacidad de combinar conocimientos y enfoques de diferentes disciplinas para generar soluciones más completas y sostenibles.

La colaboración entre expertos en gamificación, biomimética, pedagogía y tecnología ha permitido desarrollar un enfoque holístico que abarca desde la creación de prototipos hasta la evaluación de su impacto en la educación. La co-construcción de los prototipos y contenidos MOOC mediante la aplicación del *Design Thinking* ha sido crucial para asegurar la adaptación y mejora continua de las soluciones propuestas. Esta integración de múltiples disciplinas no solo enriquece el proceso de desarrollo, sino que también facilita la adaptación de estrategias a las necesidades específicas de los estudiantes y la comunidad educativa.

La transdisciplinariedad ha demostrado ser crucial para la creación de un entorno educativo más innovador y efectivo, donde los conocimientos especializados se combinan para resolver problemas complejos de manera integral. La capacidad de superar las barreras entre disciplinas y trabajar en colaboración ha sido esencial para el éxito del Proyecto GAMBI, destacando la importancia de enfoques transdisciplinarios en la innovación educativa (Informe de Avance del Proyecto GAMBI 2024).

Conclusiones

El Proyecto GAMBI ha demostrado la relevancia de integrar perspectivas sociotécnicas para abordar los desafíos educativos actuales. La aplicación del *Design Thinking* ha sido esencial para el desarrollo y ajuste de estrategias educativas, permitiendo una adaptación continua según las necesidades reales de los usuarios. Esta flexibilidad ha facilitado la creación de prototipos biomiméticos que cumplen mejor con los requisitos educativos, evidenciando cómo la combinación de enfoques innovadores puede mejorar significativamente los resultados educativos.

La trayectoria sociotécnica del proyecto ha subrayado la importancia de la colaboración interdisciplinaria. La cooperación entre expertos en gamificación, biomimética y educación ha generado soluciones que son tanto innovadoras como sostenibles. La integración de diversas perspectivas ha sido fundamental para abordar problemas complejos y desarrollar estrategias efectivas que promuevan un aprendizaje más significativo y participativo.

La metodología *Design Thinking* ha permitido una evaluación continua y ajustada de las estrategias educativas, facilitando la creación de prototipos que responden a las necesidades emergentes de la comunidad educativa. La capacidad de iterar y ajustar las estrategias basadas en la retroalimentación ha sido crucial para el éxito del proyecto.

La implementación del Bootcamp de innovación y el Hackathon de gamificación interinstitucional con IKIAM ha evidenciado la eficacia de las estrategias desarrolladas, mostrando resultados positivos en la participación y el rendimiento académico. Estos eventos han proporcionado una plataforma para compartir conocimientos y experiencias, promoviendo una cultura de innovación y colaboración que ha beneficiado a todos los participantes.

Sin embargo, es crucial reconocer que las políticas de innovación, como las analizadas en capítulos anteriores, no son neutrales. Estas políticas se implementan en contextos específicos y están imbuidas de valores y objetivos que pueden influir en quién se beneficia y cómo. Además, la articulación de proyectos como GAMBI responde a un entramado que refleja los intereses particulares de las instituciones que los promueven, lo cual puede tener un impacto desigual en los distintos grupos de participantes.

Referencias

- Aguirre-Villalobos, Erwin Roberto, Guzmán, Consuelo y Gozález, Lorena. 2023. Metodología Design Thinking en la enseñanza universitaria para el desarrollo y logros de aprendizaje en arquitectura. *Revista de Ciencias Sociales*.
<https://doi.org/10.31876/rcs.v29i2.39992>
- Albornoz, Mario. 2017. *Innovación Educativa y Contexto Territorial*. Editorial Educativa.
- Becerra, Manuel, y Héctor Santos. 2012. *Perspectivas Socio-Técnicas en Innovación Educativa*. Ediciones Académicas.
- Benyus, Janine M. 2009. *Biomimicry: Innovation Inspired by Nature*. HarperCollins eBooks.
- Bijker, Wiebe E., y Trevor Pinch. 1987. *The Social Construction of Technological Systems: New Directions in the Sociology and History of Technology*. MIT Press.
- Bijker, Wiebe E. 1995. *Of Bicycles, Bakelites, and Bulbs: Toward a Theory of Sociotechnical Change*. MIT Press.
- Braga da Silva, Elison Victor, Albino Oliveira Nunes, y Josivânia Marisa Dantas. 2021. “O ENFOQUE CTS NA EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA: UMA REVISÃO DO CAMPO ENTRE OS ANOS DE 1995 A 2020.” *Tecné Episteme y Didaxis TED* 50. <https://doi.org/10.17227/ted.num50-12129>.
- Cedeño, Holguín, y Carlos Andrés. 2024. “Trayectoria Sociotécnica del Google Meet como herramienta para fortalecer los procesos de enseñanza aprendizaje de los estudiantes universitarios de la UTLVTE pertenecientes a las etnias chachis del norte de Esmeraldas-Ecuador, durante el confinamiento por el covid-19”. Tesis de maestría, FLACSO Ecuador.
- Chaverri Chaves, Pablo, y Ana Arguedas Ramírez. 2020. “Políticas Públicas Basadas en Evidencia: una revisión del concepto y sus características.” *Revista abra* 40 (60): 49–76: <https://doi.org/10.15359/abra.40-60.2>.
- Constitución de la República del Ecuador. 2008. Registro Oficial N.º 449, 20 de octubre. Quito: Asamblea Nacional del Ecuador.
- Di Bartolo, Carmelo. 1991. *Structure Naturali e Modelli Bionici*. Departamento of Industrial Design, Istituto Europeo di Design.
- Formenton, Ricardo, y Mauro Sergio Teixeira de Araújo. 2018. “Desenvolvimento da visão de adequação sociotécnica na Educação Profissional por meio do enfoque CTS.” *Revista de Ensino de Ciências e Matemática* 9 (6): 44.
<https://doi.org/10.26843/rencima.v9i6.2076>.
- Gómez Olaya, A.P. 2015. “Desarrollo sostenible, aprendizaje desde el capital natural y discontinuidad tecnológica”. Tesis de doctorado no publicada, Universidad Complutense de Madrid, España.
- Hallifax, S., A. Serna, J. C. Marty, y É. Lavoué. 2019. *Adaptive Gamification in Education: A Literature Review of Current Trends and Developments*. Springer.
- Hasling, Karen Marie. 2018. “Perspectivas del papel de los materiales en la enseñanza del diseño de producto sostenible.” *Temas de Disseny* 34: 102-113.
- Hernández Lalinde, Juan Diego, Franklin Espinosa Castro, Johel E. Rodríguez, José Gerardo Chacón Rangel, Cristian Andrés Toloza Sierra, Marlly Karina Arenas Torrado, Sandra

- Milena Carrillo Sierra, y Valmore José Bermúdez Pirela. 2018. “Sobre el uso adecuado del coeficiente de correlación de Pearson: definición, propiedades y suposiciones”. *Archivos venezolanos de farmacología y terapéutica* 37 (5): 587–95.
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=55963207025>.
- Hughes, Thomas P. 1986. “The Evolution of Large Technological Systems.” En *The Social Construction of Technological Systems: New Directions in the Sociology and History of Technology*, editado por Wiebe E. Bijker, Thomas P. Hughes y Trevor Pinch, 51-82. MIT Press.
- Kiryakova, G., N. Angelova, y L. Yordanova. 2014. “Gamification in Education.” En *Proceedings of 9th International Balkan Education and Science Conference*.
- Ley Orgánica de Educación Superior (LOES). 2023. Registro Oficial Suplemento N.º 298, 12 de octubre. <https://www.ces.gob.ec/documentos/Normativa/LOES.pdf>
- Ley Orgánica de Emprendimiento e Innovación. 2020. Registro Oficial Suplemento N.º 151, 28 de febrero. <https://www.asambleanacional.gob.ec/es/multimedios-legislativos/60908-ley-organica-de-emprendimiento-e>.
- López-Forniés, I., y Berges-Muro, L. 2014. “Aproximación al diseño biomimético. Aprendizaje y aplicación.” *Dyna* 81 (188): 181-190.
- Mercado, M., y Sosa, B.L. 2020. “La enseñanza del diseño desde la perspectiva de la complejidad.” *Actas de Diseño* 26: 110-114.
- Meyer, M., y Norman, D.A. 2020. “Changing Design Education for the 21st Century.” She Ji: *The Journal of Design Economics and Innovation* 6 (1): 13-49.
- Padrón, María. 2020. *Investigación y Desarrollo en la UNAE: Un Enfoque Crítico*. Editorial Universitaria.
- Pinilla, V., y L. A. Sáez. 2017. *La despoblación rural en España: génesis de un problema y políticas innovadoras*. Informes CEDDAR, vol. 2. Zaragoza.
- Pinch, Trevor J., y Wiebe E. Bijker. 1984. “The Social Construction of Facts and Artefacts: Or How the Sociology of Science and the Sociology of Technology Might Benefit Each Other”. *Social Studies of Science* 14 (3): 399–441.
<https://doi.org/10.1177/030631284014003004>.
- UNAE. 2023. *Reglamento de Investigación, Innovación Educativa y Emprendimiento*. Universidad Nacional de Educación (UNAE).
- CES. 2023. *Reglamento de Régimen Académico del Consejo de Educación Superior*. 2023. Registro Oficial Edición Especial 854, 25 de enero.
<https://www.ces.gob.ec/lotaip/2018/Enero/Anexos%20Procu/An-lit-a2-Reglamento%20de%20R%C3%A9gimen%20Acad%C3%A9mico.pdf>
- Reyes Reina, Darío, Leonardo Drummond Vilaça, Samira Spolidorio, y Matheus Ícaro Martins. 2020. “El desarrollo sociotécnico de un chatbot o ¿Cómo se construye una caja negra?” *Revista Tecnología e Sociedad* 16 (39): 23.
<https://doi.org/10.3895/rts.v16n39.10213>.
- Rip, Arie, y Robbert Kemp. 1998. “Technological Change.” En *Human Choice and Climate Change: Resources and Technology*, editado por Stephen Rayner y Elizabeth L. Malone, vol. 2: 327–399. Columbus: Battelle Press.

- Robles-Morales, J. M., C. Torres-Albero, y Ó. Molina-Molina. 2010. "Las Fuentes de las Desigualdades Tecnológicas en España: Un Estudio Sobre las Nuevas Formas de Desigualdad Social." *Sistema* 218: 3-22.
- Sailer, M., y L. Homner. 2020. "The Gamification of Learning: A Meta-Analysis." *Educational Psychology Review* 32: 77-112. <https://doi.org/10.1007/s10648-019-09498-w>.
- Serón Torrecilla, Francisco Javier. 2023. "La Bioinspiración y el bioaprendizaje en el diseño Propuestas cruzadas." *Cuadernos del Centro de Estudios en Diseño y Comunicación* 178. <https://doi.org/10.18682/cdc.vi178.8644>.
- Speck, O., Speck, D., Horn, R., Gantner, J., y Sedlbuer, K.P. 2017. "Biomimetic, Bioinspired, Biomorph Sustainable? An Attempt to Classify and Clarify Biology-Derived Technical Developments." *Bionspiration & Biomimetics* 12(1).
- Thomas, Greg. 2008. *The Social Construction of Innovation: The Role of Trajectories in Technology Development*. Cambridge University Press.
- Thomas, Greg, et al. 2020. *Dynamics of Innovation in Education: Case Studies and Theoretical Perspectives*. Oxford University Press.
- Universidad Nacional de Educación (UNAE). 2023. *Modelo Educativo-Pedagógico*. UNAE.
- UNAE. 2024. *Informe de Avance del Proyecto GAMBI*. No publicado.
- Vanden Broeck, F. 2000. *El diseño de la naturaleza o de la naturaleza del diseño*. Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco, División de Ciencias y Artes para el Diseño, Departamento de Medio Ambiente. <https://hdl.handle.net/11191/2574>
- Vázquez Cano, Esteban, y María Luisa Sevillano García. 2022. *La gamificación como recurso educativo en educación primaria*. Dykinson.