

ECOALFABETIZACIÓN Y GAMIFICACIÓN PARA LA CONSTRUCCIÓN DE CULTURA AMBIENTAL

TECO como estudio de caso

YOIS PASCUAS RENGIFO / HANER CAMILO PEREA YARA / BERNARDO GARCÍA QUIROGA

Resumen:

La ecoalfabetización busca reconocer la importancia de proteger los ecosistemas a través de actitudes y comportamientos que contribuyan a establecer una relación de sostenibilidad con el medio ambiente. Este artículo presenta el desarrollo de una mediación didáctica-tecnológica compuesta por la aplicación denominada TECO, cuyo objetivo es contribuir a generar actitudes, prácticas y comportamientos ambientales que permitan hacer frente a la problemática generada por residuos electrónicos (celulares, tabletas) y con ello proyectar la construcción de cultura ambiental desde la Amazonía colombiana. La elaboración del escenario virtual gamificado parte del desarrollo de contenidos y actividades para ecoalfabetizar, resolviendo retos y juegos virtuales. Finalmente, se consideran estas estrategias innovadoras y motivadoras como factores indispensables en la construcción de cultura ambiental, aspectos que dan una línea de base para la continuación de proyectos de investigación.

Abstract:

Ecoliteracy seeks to recognize the importance of protecting ecosystems through attitudes and behaviors that contribute to establishing a sustainable relationship with the environment. This article presents the development of didactic/technological mediation composed of the application called TECO, whose objective is to contribute to the generation of environmental attitudes, practices, and behaviors that facilitate dealing with the problems of electronic waste (cell phones, tablets) and thus project the construction of an environmental culture in the Colombian Amazon. The elaboration of the gamified virtual scenario is based on the development of content and activities for ecoliteracy, through virtual games and challenges. Such innovative and motivating strategies are considered essential in the construction of environmental culture and provide a baseline for continuing research projects.

Palabras clave: alfabetización; ecología; educación ambiental; informática educativa; gamificación.

Keywords: literacy; ecology; environmental education; educational IT; gamification.

Yois Pascuas Rengifo, Haner Camilo Perea Yara, Bernardo García Quiroga: profesores en la Universidad de la Amazonía, Doctorado en Educación y Cultura Ambiental. Carrera 3F - Barrio Porvenir, Florencia, Caquetá, Colombia. CE: y.pascuas@udla.edu.co; h.perea@udla.edu.co; b.garciaquiros@gmail.com

Introducción

Construir cultura ambiental desde una institución educativa requiere de propuestas que aporten un sólido desarrollo conceptual y un proceso organizado e innovador de aplicación en las aulas y en la institución. Esto es lo que garantiza un proceso de construcción de soluciones culturales alternativas para la crisis ambiental que conlleven transformaciones en la interacción del ser humano con sus ecosistemas. En el marco de este proceso, se asumen nuevas concepciones y prácticas para la conservación y el cuidado de la naturaleza desde, principalmente, la teoría, la práctica y los contextos educativos. Es en esta situación compleja que se consolida una categoría de análisis para la construcción de cultura ambiental, la ecoalfabetización, cuyo objetivo es reconocer la importancia de proteger los ecosistemas y el desarrollo sostenible (Capra, 1998; Hampson, 2012; Stanger, 2011; Cardelús y Middendorf, 2013; Ho, 2014). Un individuo ecoalfabetizado debe comprender y conocer el lugar donde se encuentra, los ecosistemas que lo integran, los principios ecológicos que lo rigen, sus conexiones globales y locales desde un enfoque sistémico (Peacock, 2006:29; Pitman, Daniels y Sutton, 2017); asimismo, debe incentivar la sensibilidad, las actitudes positivas y el conocimiento ambiental (Hammond y Herron, 2012). En relación con lo anterior, Hempel (2014) supone que una sociedad ecoalfabetizada contribuiría al respeto de los límites de los sistemas ambientales (Muller, 2014). Por ello, la ecoalfabetización fue la categoría de análisis rectora de esta investigación y, por tanto, el marco teórico y metodológico para la propuesta de innovación en tanto mediación didáctica-tecnológica para ecoalfabetizar y construir cultura ambiental.

De forma complementaria, se asumió la gamificación como una estrategia para la inclusión de elementos del juego en ambientes y/o contextos que usualmente no lo son, con el objetivo de enriquecer la experiencia y participación de los sujetos, dando elementos motivacionales e incentivos (problemáticas ambientales contextuales, actividades lúdicas incitadoras a la acción, procesos de argumentación en clase para sustentar desarrollos y resultados; puntos, medallas, diplomas, tablas de clasificación, como reconocimiento al compromiso asumido) (Deterding, O'Hara, Sicart, Dixon *et al.*, 2011). Según Pascuas, Vargas y Muñoz (2017:64), “la palabra gamificación está compuesta por *gami* (*game*: juego), y los afijos “-i-fica-ción” que indicarían un proceso de ‘hacer, convertir en,

producir'. De esta manera, se podría entender como una transformación de actividades orientadas por la actividad de jugar". La gamificación ha sido utilizada principalmente en contextos como el empresarial y de los negocios, pero en el campo educativo se ha dado su articulación con las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC), y usada como una estrategia didáctica, innovadora y motivadora dado que incorpora las ventajas del juego en el proceso formal de enseñanza y aprendizaje. Es decir, en el marco de prácticas sociales de aula, estudiantes y profesores abordan problemáticas ambientales del contexto sociocultural inmediato, apoyados en actividades lúdicas que permitan desarrollar procesos crecientes de comprensión, argumentación y compromiso para la acción ecoalfabetizadora y de construcción progresiva de cultura ambiental grupal e institucional.

Para el cuidado del medio ambiente, desde el enfoque de la gamificación, se han hecho propuestas desde incentivar el reciclaje (Hsin y Soman, 2013), hasta la implementación de proyectos para la reducción de la contaminación (Mazur y Farley, 2016) y la reducción de consumo energético (Brewer, Lee, y Johnson, 2011). Estas experiencias buscan que los participantes cumplan con un objetivo en particular en pro de cuidar el medio ambiente, todas se desarrollan en escenarios motivadores y divertidos (Pascuas, Vargas y Muñoz, 2017). Los argumentos anteriores soportan el porqué, en esta investigación, la gamificación se aplicó como un elemento de la estrategia para la construcción de cultura ambiental con los estudiantes, en el marco de una propuesta de mediación didáctica-tecnológica implementada en el aula durante siete meses.

La articulación de la gamificación y la ecoalfabetización se asume como el núcleo y el punto de partida para innovar en el proceso de construcción de la cultura ambiental desde las instituciones educativas que integren mediaciones didácticas y tecnológicas en sus proyectos ambientales escolares (PRAE) y, en general de forma transversal, en su currículo. El presente artículo contiene la descripción de elementos incorporados en un escenario virtual gamificado, que es parte de una mediación didáctica-tecnológica asumida institucionalmente para contribuir a generar actitudes, prácticas y comportamientos ambientales que permitan hacer frente a la problemática generada por el consumo irresponsable de dispositivos electrónicos y la generación de sus residuos, y se proyecte a la construcción de cultura ambiental desde la Amazonía colombiana (OTCA, 2014; Pascuas, Chico y

Hernández, 2018). Cabe resaltar aquí que la Amazonía se ha convertido en una fuente importante de recursos extraídos principalmente de manera ilegal, entre los que se destacan el oro y el coltán, en consecuencia, además de la destrucción de la naturaleza, se desencadenan situaciones como la violencia generada por las bandas criminales, el reclutamiento forzado, la prostitución y la expulsión de pueblos indígenas, entre otros (Sierra, 2019; Pascuas, Cruz y Betancourt, 2018).

La integración de las temáticas gamificación, ecoalfabetización y residuos electrónicos en el marco de una mediación didáctica-tecnológica, se asume como una acción intencional, direccionada por el docente, con el propósito de contribuir a cambiar actitudes y comportamientos frente al manejo de los residuos electrónicos y para la construcción de cultura ambiental. Esta acción intencional se instaló en el marco de la relación de conocimiento docente-estudiante-cultura ambiental (Ramírez y Chávez, 2012). Es decir, se asume que, en el desarrollo sociocultural del sujeto cognoscente, en su relación con el objeto de conocimiento, existen mediaciones dadas por instrumentos materiales, psicológicos, tecnológicos, etc. Por tanto, de forma específica, la mediación didáctica-tecnológica, denominada TECO, estuvo focalizada en la generación de cultura ambiental y para articular la relación sujeto cognoscente-objeto de conocimiento, con el fin de orientar el desarrollo y el logro de los propósitos de investigación planificados y emergentes.

De esta manera, se desarrolló el proceso de formulación e implementación didáctica tecnológica con estudiantes de educación básica secundaria de la institución Antonio Ricaurte de Florencia, Caquetá Colombia (norte de la Amazonía continental) (IEAR, 2019), para hacer visible en el aula y la institución educativa la contribución de esta investigación y el aporte de experiencias sobre ecoalfabetización y construcción de cultura ambiental desde la innovación.

Este artículo de investigación es producto del desarrollo del proyecto denominado “Ecoalfabetización y gamificación: una alternativa didáctica frente a los residuos electrónicos”; se encuentra dividido en siete secciones que inician con la introducción, prosigue con la metodología de desarrollo e implementación del caso de estudio, continuando con los resultados en función de la metodología, descripción de los aspectos técnicos de la mediación didáctica-tecnológica, seguido del análisis y discusión de los resultados y limitaciones. Finalmente, se argumentan las conclusiones de esta experiencia con propuestas para futuros estudios.

Metodología para la implementación didáctica de TECO

Diseño metodológico

Esta investigación se orientó bajo el enfoque mixto; se consideró importante esta articulación porque proporcionó una mejor comprensión del problema dado que permitió recopilar y producir información desde las perspectivas cualitativa y cuantitativa, fusionándolas, enlazándolas o integrándolas (Creswell, 2012).

El objetivo de la investigación fue implementar una mediación didáctica-tecnológica, orientada teórica y metodológicamente por la ecoalfabetización y la gamificación para enfrentar los desafíos de los residuos electrónicos y contribuir a construir cultura ambiental con estudiantes de educación básica secundaria de una institución educativa de Florencia, Caquetá, Colombia. Para avanzar hacia este objetivo, se partió de la construcción conceptual sobre ecoalfabetización como categoría de análisis rectora, luego se desarrolló la categoría gamificación, como un componente esencial de la mediación didáctica-tecnológica que se aplicaría en el aula en el contexto de un proceso innovador orientado por los siete movimientos de la innovación, propuestos por Ponti (2010). Luego, se diseñó la aplicación, es decir, el escenario virtual gamificado. Asimismo, un objetivo específico fue conocer los argumentos de los jugadores respecto de la aplicación TECO, sus procesos y resultados, especialmente, desde el punto de vista de la gamificación y el tema de los residuos electrónicos en la Amazonía, para esto se aplicó una encuesta y se realizaron entrevistas focalizadas a estudiantes. La información recolectada y producida se analizó con estadística descriptiva y análisis textual a las entrevistas.

Diseño de la aplicación TECO

Para desarrollar el escenario virtual gamificado se tuvieron en cuenta contenidos y actividades orientadas a ecoalfabetizar frente al desafío de los residuos electrónicos, propuestas como retos y juegos virtuales. Se tuvo como referencia el modelo de gamificación CANVAS (Innovación y Diseño de Experiencias de Aprendizaje, 2016), dado que este permite sistematizar y simplificar el proceso de diseño. Para facilitar su comprensión se partió de descomponer los elementos que integraron el escenario virtual gamificado en nueve apartados. Se inició con la definición del objetivo general y específicos del escenario, seguido del perfil de los jugadores, las actitudes esperadas, los componentes o elementos que contendría, la mecánica o estructura, la dinámica o reglas,

la gestión para el seguimiento y monitoreo, los riesgos potenciales durante la implementación y finalmente la estética que incluyó la identidad visual. Se exponen los elementos que hacen parte de la estrategia de la aplicación denominada TECO. Estos apartados se resumen en la figura 1.

FIGURA 1

Modelo de gamificación CANVAS para TECO

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 6. Dinámica Historia narrada Progreso en niveles El estudiante obtendrá una medalla al finalizar el nivel y por tiempo se dará la correspondiente.  | 4. Componentes 4 niveles, Señor Teco Medallas Personajes biodiversidad Certificado Tablas de clasificación, general y por grupos Desbloques de contenidos | 1. Objetivo Interactuar con un escenario virtual gamificado para ecoalfabetizar frente al desafío de los residuos electrónicos. | 9. Estética Icono TECO app  | 2. Perfil de jugadores Estudiantes de básica secundaria (6 a 9 grado), estudiantes de media técnica, estudiantes primeros semestres pregrado. |
| | 5. Mecánica Videos Infografías Juegos: retos  | | 3. Actitudes esperadas Actitudes positivas frente al manejo de los residuos eléctricos y electrónicos. | |
| 7. Gestión (seguimiento y monitoreo) Registro de estudiantes Perfil de usuario Mapa de progreso | 8. Riesgos potenciales Falsas expectativas Aficiones y/o ludopatías | | | |
| Estrategia | Público | | | |

Fuente: elaboración propia.

Objetivo del escenario virtual gamificado

Se definió como objetivo general de TECO interactuar con un escenario virtual gamificado compuesto de contenidos y actividades para ecoalfabetizar frente al desafío de los residuos electrónicos. Asimismo, se definieron tres objetivos específicos, el primero orientado a motivar a los estudiantes por medio de personajes, niveles, puntos, medallas y reconocimientos, su participación y desarrollo de las actividades de TECO; el segundo fue activar retos y actividades dependiendo del progreso, interacción y motivación de los estudiantes y, finalmente, el tercer objetivo se planteó para que se organizara en una tabla de clasificación la información sobre la participación de los estudiantes, en función del tiempo de ejecución y progreso en las actividades.

Perfil de los jugadores

Los jugadores, estudiantes de básica secundaria de la institución educativa Antonio Ricaurte, se interesan por buscar, encontrar y superar retos que fomentan las actitudes, las prácticas y comportamientos ambientales positivos, con la intención de verse reflejados en las primeras posiciones de una tabla de clasificación general, en la que se incluyen los 20 primeros puntajes; de igual modo, animados por las narrativas en videos, infografías interactivas y recompensas asignadas por el cumplimiento de actividades, que llegarán a obtener la certificación como líderes comprometidos con la ecoalfabetización.

Actitudes esperadas

Se esperaba que los estudiantes, durante la interacción con TECO, tuvieran un comportamiento proactivo, ansiosos de conocer cada una de las actividades, expectantes de las recompensas que se asignaban; todo lo anterior encaminado a incidir positivamente en sus actitudes frente al manejo de los residuos electrónicos provenientes de teléfonos celulares y tabletas.

Componentes

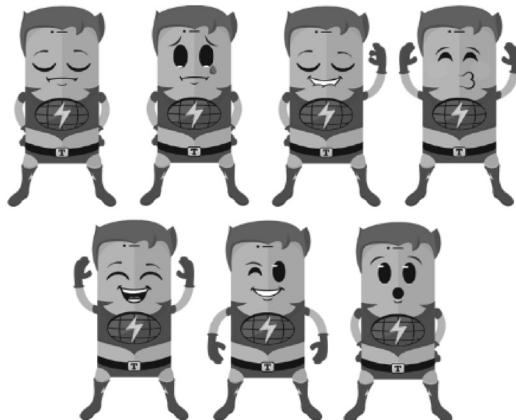
TECO está compuesto de cuatro niveles que abordan la problemática ambiental generada por los residuos electrónicos y las maneras de contribuir a mitigarla. Dentro de las 21 actividades se encuentran videos (con videoquiz), infografías interactivas y juegos identificados por el color azul, verde y naranja, respectivamente. Cada vez que se completaba una actividad se desbloqueaba la siguiente. En la figura 2, se puede apreciar un ejemplo de los gestos del avatar “Señor TECO” cuando guiaba al estudiante a completar sus retos y objetivos. TECO es una representación gráfica de un celular con rasgos propios que están inspirados en el personaje de la serie animada *El capitán planeta y los planetarios*, emitida en los años noventa, cuyo tema central es el carácter ecologista y se enfoca en que el mundo tome conciencia de la contaminación.

Cada uno de los niveles cuenta con una colección de personajes que representan la biodiversidad amazónica amenazada por los procesos de extracción de recursos y la generación de residuos (figura 3). Estos niveles se activaban dependiendo del cumplimiento de las actividades propuestas en el respectivo nivel. El jugador con el personaje seleccionado enfrentaba los juegos y los retos; en cada nivel también podía elegir un nuevo personaje.

Es así como se tienen animales terrestres, peces, insectos, aves, además un personaje fantástico que tiene el mayor valor (unicornio). Los personajes amazónicos cuentan con un efecto de sonido y ambientación que imita el sonido real del animal.

FIGURA 2

Representación de los gestos del “Señor TECO”



Fuente: elaboración propia.

FIGURA 3

Personajes de la biodiversidad amazónica presentados por niveles en TECO



Fuente: elaboración propia.

Se crearon cuatro tipos de medallas que se otorgaron dependiendo del tiempo y puntos que el estudiante adquiría interactuando con las actividades. Es así que el puntaje determinó la obtención de la medalla plástica, de plata, de oro y de diamante (figura 4). Medallas elaboradas en materiales que aluden a la recuperación de los residuos electrónicos.

FIGURA 4

Medallas del reciclaje

Fuente: elaboración propia.

La tabla de clasificación se organizó tomando como referencia el tiempo de interacción del estudiante *versus* el lapso establecido para la actividad; se obtenían mayores beneficios entre menos tiempo se gastaba en resolver los retos planteados. Los mejores resultados se podían visualizar en tablas de clasificación por grados y una tabla de clasificación general. Al finalizar, se identificó la puntuación más alta entre los estudiantes de los diferentes grados y se realizó un reconocimiento público al más comprometido con el proceso de ecoalfabetización.

Mecánica del juego

La mecánica se concibe como el proceso que orienta el funcionamiento del escenario virtual gamificado, se partió de una entrada que produce cambios en el sistema y llega a una salida. Es así como el escenario contiene videos, infografías interactivas y juegos con retos que el estudiante debía cumplir, tal como se detalla en la tabla 1 y cuyas actividades se especifican en la tabla 2.

TABLA 1

Mecánica del escenario virtual gamificado

| Mecánica | Videos | Infografías | Juegos |
|--|---|--|---|
| Acción | Visualizar el video relacionado con la actividad. Durante su ejecución se realizan preguntas de seguimiento | Reconocer datos relacionados con los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE). Al finalizar se realizan preguntas | Cinco juegos con retos y temática de los residuos electrónicos |
| Proceso | Videoquiz | Cuestionario | Puntos |
| Consecuencia | Desbloqueo de contenido, niveles, personajes Actualización del mapa de progreso. | Desbloqueo de contenido, niveles, personajes Actualización del mapa de progreso. | Desbloqueo de contenido, niveles, personajes Actualización del mapa de progreso. |
| Reconocimiento | Puntos, medallas Ubicación en la tabla de clasificación | Puntos, medallas Ubicación en la tabla de clasificación | Puntos, medallas Notificaciones de felicitaciones Ubicación en la tabla de clasificación |
| Recompensa final: certificado de participante, esto dependía de los tipos de medallas ganadas. | | | |

Fuente: elaboración propia.

TABLA 2

Actividades de TECO

| Núm. | Actividad | Detalle | Explicación al estudiante (usuario) |
|---------|-----------|--------------------------|---|
| Nivel 1 | | | |
| 1 | Video | Contexto amazónico | <i>Tu misión es identificar datos relevantes sobre el contexto amazónico. Presta mucha atención a los contenidos del video</i> |
| 2 | Video | Principios ecosistémicos | <i>Conocerás los principios ecosistémicos del planeta Tierra a través de un video, trata de describir cada uno con tus propias palabras</i> |
| 3 | Video | Biocentrismo | <i>Tu reto para este video es analizar el mensaje del video y explicarlo a las personas que te rodean</i> |

(CONTINÚA)

TABLA 2 / CONTINUACIÓN

| Núm. | Actividad | Detalle | Explicación al estudiante (usuario) |
|---------|------------|--|---|
| Nivel 1 | | | |
| 4 | Juego | Amazonia continental | <i>Deberás armar el mapa de la Amazonia continental seleccionando los países que la integran en el menor tiempo posible</i> |
| 5 | Juego | Elementos de contexto Amazónico | <i>Encuentra en el menor tiempo posible las parejas de personajes y elementos dentro de un contexto amazónico</i> |
| 6 | Video | Adolescentes como agentes del cambio | <i>Tu tarea para este video es comparar tus deberes frente a los de los adultos</i> |
| 7 | Juego | Amazonia viva | <i>Te vas a encargar de ordenar las piezas de una imagen del contexto Amazónico de tal manera que resulte la imagen original. Debes cumplir la misión asignada y obtendrás bonos extra</i> |
| Nivel 2 | | | |
| 8 | Infografía | Problemática ambiental de los RAEE | <i>Explora cada uno de los peligros de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos presentes en el mapa</i> |
| 9 | Infografía | Peso y años de vida útil de dispositivos eléctricos y electrónicos | <i>Tu reto en esta oportunidad es comparar los dispositivos y sus datos. Identifica cuáles tienen menor peso y cuáles tienen menos años de vida útil</i> |
| 10 | Juego | Sopa de letras | <i>Descubre los términos relacionados con los residuos electrónicos. Resuélvelo en el menor tiempo posible. El objetivo es agrupar los diversos términos presentados en el videojuego</i> |
| 11 | Infografía | Componentes de los RAEE | <i>Tu misión ahora es clasificar los componentes de los aparatos eléctricos y electrónicos</i> |
| 12 | Infografía | Estimaciones de metales presentes en diferentes tipos de RAEE | <i>Observa cuáles son los metales que aparecen en los aparatos eléctricos y electrónicos. Es importante que reconozcas cuáles son, ahora podrás buscar en Internet qué peligros representan para nuestra salud cada uno de ellos.</i> |
| 13 | Video | Riesgos para el ambiente y la salud | <i>Detalla cuáles son los peligros de convivir con residuos de aparatos eléctricos y electrónicos que han sido arrojados en el medio ambiente</i> |
| 14 | Video | Fabricación de dispositivos electrónicos | <i>Cuando termines de ver el video, consulta con tus padres cuál es el daño ocasionado al medio ambiente, y en qué perjudica a nuestra Región</i> |

(CONTINÚA)

TABLA 2 / CONTINUACIÓN

| Núm. | Actividad | Detalle | Explicación al estudiante (usuario) |
|----------------|---------------|--|---|
| Nivel 3 | | | |
| 15 | Video | No botar a la basura los RAEE | <i>Conoce y comparte el problema y la solución de arrojar los residuos de los aparatos eléctricos y electrónicos a la basura</i> |
| 16 | Video | ¿Dónde llevar los RAEE? | <i>Descubre en qué sitios podemos arrojar los residuos electrónicos de manera segura y gratuita. Comparte con todos los que puedas esta información</i> |
| 17 | Video | Ayudemos ¡please! | <i>Apréndete esta súper frase y dísela a todos los que conozcas</i> |
| 18 | Video | Consumismo irresponsable de tecnología | <i>Examina la siguiente oración y evalúa cuál es tu compromiso con el medio ambiente</i> |
| 19 | Juego | Limpiar la Amazonia | <i>Ayuda a limpiar la Amazonía de los residuos y depositalos en los sitios correctos (figura 5)</i> |
| Nivel 4 | | | |
| 20 | Encuesta | Test de actitudes | <i>Elige las respuestas que consideres correctas</i> |
| 21 | Certificación | Descargar tu diploma | <i>Descarga tu certificado, recuerda que puedes enviarlo a un correo electrónico o compartirlo por redes sociales</i> |

Fuente: elaboración propia.

Dinámica

En este apartado se describieron las reglas de interacción con TECO. El estudiante obtenía una medalla cada vez que completaba un nivel, según el tiempo que gastaba el usuario *versus* el tiempo que cada actividad tenía estipulada para ser completada. La diferencia entre ambos asignaba una medalla con valores de: uno, representada por el plástico; dos, por la plata; tres, por oro, y cuatro, por diamante; donde uno es bajo y cuatro es alto de acuerdo con la interacción y el cumplimiento de las actividades en el menor tiempo; exceptuando los videos, dado que al responder la pregunta de seguimiento (videoquiz) acertadamente se asignaba la medalla respectiva. Al llegar al nivel cuatro se encontraba un test de actitudes que debía responder para obtener el diploma de estudiante ecoalfabetizado frente a

los residuos electrónicos; este certificado lo acredita como un agente de cambio para abordar el tema de la problemática ambiental con su comunidad y familia (figura 5).

FIGURA 5

Juego limpiar la Amazonia

Fuente: elaboración propia.

Por otro lado, la narrativa se organizó a través de videos, dirigidos por el avatar “Señor TECO” y la voz de una niña. Estas historias narradas situaban al estudiante en el contexto amazónico y la problemática de los residuos electrónicos. Invitaba e incentivaba el desarrollo de las actividades y a la selección de los diferentes personajes amazónicos, es así como se consideró que las historias narradas favorecieron la asociación de los conceptos, ideas o datos.

Gestión

Para facilitar el seguimiento y monitoreo a la participación, desde el inicio de la interacción con TECO, el estudiante debía registrar información básica como nombre completo, edad, sexo y grado. El videojuego, luego de obtener el nombre completo del jugador, establecía de manera automá-

tica y de acuerdo con la disponibilidad en la base de datos, el nombre de usuario para que este pudiera acceder. El jugador registraba su contraseña de acceso y elegía su personaje. En los casos en que el estudiante olvidaba su contraseña, se contaba un perfil docente para hacer el cambio y poder restablecerla.

Los estudiantes podían visualizar su progreso dado que contaban con un perfil de usuario que tenía su información básica, puntuación, medallas, tiempo y la ubicación de usuarios (*ranking*) a nivel general o por grupos, representando la tabla de clasificación. Se contó con un espacio para tener un reporte completo de las actividades realizadas, el reconocimiento obtenido en cada una, además de la opción de activar y desactivar los sonidos y la música, igualmente contaban con un mapa de progreso (figura 6).

FIGURA 6

Mapa de progreso de TECO

Fuente: elaboración propia.

Riesgos potenciales

Entre los principales riesgos se encontraban que los estudiantes quisieran obtener puntajes, medallas y reconocimientos rápidamente sin haber interactuado o desarrollado las actividades; es decir, que crearan una falsa

expectativa de ganar. Por otro lado, que desarrollaran aficiones y ludopatías, consecuencia de la interacción con el escenario virtual gamificado, lo que conlleva a que los estudiantes se aíslen del mundo real. Para evitar estos riesgos, el docente hizo énfasis en el uso adecuado y eficiente del tiempo durante las interacciones.

Estética

El ícono de la aplicación TECO es uno de los elementos que se encarga de representar la identidad visual y estética del entorno gamificado. Este es una figura cúbica con bordes redondeados de color azul. El color azul simboliza simpatía, armonía, amistad y reciprocidad, sentimientos deseados para interactuar con la naturaleza. Lleva la palabra TECO en color blanco para ser identificada y leída fácilmente, posee monedas de oro cuyas caras representan al planeta Tierra y la bandera de Colombia; es decir, que el mundo se relaciona con el oro como un significado de preservación de la naturaleza como elemento valioso del ecosistema mundial. De igual forma, se añade un rayo que representa la energía eléctrica como parte de la tecnología y del equilibrio sostenible que debe existir. El resultado de la mezcla de colores entre azul, blanco, oro y verde brinda una imagen con impacto visual que representa el objetivo central de TECO. Adicionalmente, es amigable para la población objetivo como ingreso principal al videojuego, tal como se visualiza en la figura 7.

FIGURA 7
Ícono de la aplicación TECO



Fuente: elaboración propia.

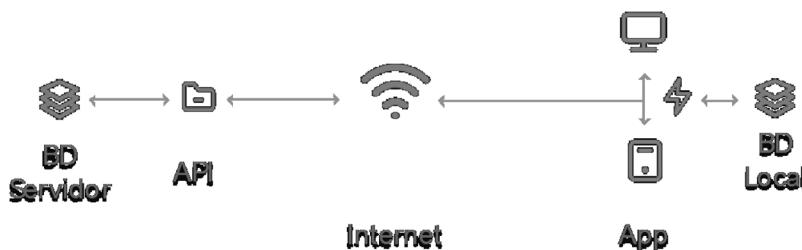
Aspectos técnicos del escenario virtual gamificado

De cada uno de los apartados del modelo de gamificación *CANVAS*, correspondientes al diseño de la mediación didáctica-tecnológica, se definieron las herramientas tecnológicas necesarias para su implementación (*software*, equipos de cómputo, servidor, tabletas). Se inició el proceso de diseño y digitalización de las actividades, se crearon los contenidos, se plantearon los escenarios a ser utilizados para la posterior vectorización y producción, y la integración de interfaces, pruebas y publicación. La arquitectura de la aplicación móvil es modelo, vista y controlador (MVC) (Pavón, 2019), lo que permitió dividir las capas sobre las que se desarrolló la aplicación, entre datos, lógica de negocio, eventos y comunicaciones.

Es así como la infraestructura tecnológica de TECO, en términos generales tiene la capacidad de intercambiar datos combinando una base de datos local y otra a través de internet. Mediante una interfaz de programación de aplicaciones (API) se dio acceso seguro a las funciones de consulta y almacenamiento a la base de datos. Además, a través de la base de datos local y con la ayuda de un controlador de la aplicación, se llevó a cabo el proceso de sincronización de datos de los usuarios en el servidor cuando el cliente (dispositivo móvil: tableta) se conectaba a internet, tal como se visualiza en la figura 8.

FIGURA 8

Plano general de la infraestructura tecnológica de TECO



Fuente: elaboración propia.

Cabe resaltar que se creó un componente que funciona como un controlador (gestor) de las peticiones y consultas que se realizan a la base de datos local que se encuentra instalada en el dispositivo, para que luego, cuando

se detectaba la conexión a internet, fueran enviadas a un API de manera cifrada para efectuar el proceso de sincronización con la base de datos de internet. El API controla las transacciones de cada usuario mediante un *token* (clave única) para dar seguridad a la transacción y evitar de esta manera posibles infiltraciones o inserción de datos desde un medio externo a la aplicación.

El escenario virtual gamificado se desarrolló con los lenguajes de programación *ActionScript* y *PHP*. Para el diseño gráfico, animaciones y empaquetamiento en versiones *Android/iOs/Windows/HTML5*, se utilizó el entorno de desarrollo integrado de *Adobe Animate*, el cual se encarga de transpilar el código de *ActionScript* en el necesario para cada versión; donde, por ejemplo, convierte los *scripts* en lenguaje nativo (java) para *Android*, y de esta manera se obtiene un *.apk* que se instala en las tabletas y celulares. Mientras tanto, el modelo entidad relación de la base de datos de TECO asocia las clases, datos y tipos de relaciones entre los datos, además consta de una estructura que permite la interconexión de usuarios en el entorno *online* y *offline* basado en la tecnología *Online2Offline*. Estos registros permiten a los usuarios conocer el estado de otros usuarios y ver la tabla de posiciones respecto de la interactividad con la aplicación. Adicionalmente, la aplicación permite su uso, aun sin acceso a internet, dado que cuenta con todos los contenidos en su interior y gestión autónoma de su base de datos local. Permite así que usuarios previamente registrados o con una sesión activa, pudieran acceder de manera *offline*.

Otro aspecto para resaltar es la portabilidad de la base de datos que se sitúa en el servidor, puesto que *SQLite* (gestor de la base de datos) permite copiar fácilmente el archivo con toda la información en cualquier dispositivo que tenga instalado un servidor con *Apache*. Asimismo, TECO, a pesar de ser una aplicación *Stand-alone*, no requiere de la configuración de *plugins* adicionales, logrando que la instalación de la aplicación fuera transparente para el usuario.

La escenografía está compuesta a partir de la adaptación y creación de ilustraciones vectoriales en formato *SVG* (del inglés *Scalable Vector Graphics*) de libre uso. Dichos entornos fueron adaptados de acuerdo con la escena, objetivo y representación de cada actividad diseñada. Se pensó en la completa inmersión del estudiante en la aplicación móvil con el fin de lograr la mayor interactividad posible a través de microinteracciones de la aplicación (sonidos, eventos entre botón/acción, entre otros). Un aspecto

para resaltar es la producción de audio cuya composición artística se basa en voz humana fusionada con sonidos naturales y música de ambiente, recurso que se focalizó en las narrativas de los videos de la aplicación.

En definitiva, se puede considerar que la interacción es el sello característico de TECO, de acuerdo con la usabilidad de la aplicación, que se representa por una interfaz intuitiva. Por ejemplo, las notificaciones de conexión, los botones, sonidos y controles de avanzar y regresar han sido focalizados para impactar en la población objetivo durante su interacción con TECO. De ahí que se permita al usuario activar o desactivar los sonidos o la música, de manera que la configuración que elija quede automáticamente guardada.

Análisis y discusión

La articulación de la ecoalfabetización y la gamificación da cuenta de las posibilidades de ecoalfabetizar acorde con nuevos enfoques pedagógicos, didácticos y curriculares contemporáneos, flexibles, promotores de transversalidad y que permitan construir conocimiento y desarrollar mejores procesos de comprensión de la relación entre los seres humanos, la naturaleza y la tecnología (de Brito Miranda, Jófilo y Carneiro-Leao, 2017), en el marco de una concepción biocéntrica para esta relación, en la cual los avances teóricos y tecnológicos de la ciencia y de la innovación educativa aportan nuevos caminos para la formación de ciudadanos ecoalfabetizados.

Rigolon afirma (2012) que las instituciones educativas deben adaptarse para que los estudiantes movilicen relaciones emocionales y racionales con la naturaleza desde el inicio de su formación escolar. Ello implica que el proceso de construcción de cultura y valores ambientales se inserte en la vida institucional y pueda trascender a la comunidad o entorno sociocultural de la escuela. Este proceso requiere de más investigaciones y proyectos de desarrollo que trabajen con niños y adolescentes, articulando los procesos de ecoalfabetización y gamificación a nuevas estrategias didácticas, curriculares y recreativas que inician en el aula, trasciendan a la institución educativa e impacten a su comunidad. Por ello, es necesario asumir como prioritarias las alternativas direccionadas a reconocer las acciones y consecuencias de la sociedad ambientalmente destructiva. Es urgente que los niños tengan una forma más profunda y sensible de convivir con la naturaleza, conocer las causas de estas problemáticas y desarrollar un compromiso creciente de participar en su solución desde la institución y desde su comunidad.

Asimismo, los investigadores y las instituciones educativas deben articularse con instituciones oficiales y privadas que aportan recursos para fomentar procesos de ecoalfabetización articulados con las TIC, asumidas principalmente como un medio de comunicación de las problemáticas ambientales y sociales, para el compromiso cívico a nivel global y local (Oberbillig, Randle, Middendorf y Cardelús, 2014; Cardelús y Middendorf, 2013).

Estas orientaciones dirigieron el diseño de la aplicación. Finalizada la interacción con TECO, se aplicó una encuesta de siete preguntas para conocer el punto de vista de los estudiantes respecto de la mediación didáctica-tecnológica. Las opciones de respuesta variaban de 1 a 5, siendo 5 la mayor calificación. Se obtuvieron 120 respuestas y los resultados se visualizan en la tabla 3.

TABLA 3

Número de respuestas por preguntas

| Calificación | P1 | P2 | P3 | P4 | P5 | P6 | P7 |
|--------------|----|----|----|----|----|----|----|
| 1 | 1 | 2 | 2 | 4 | 1 | 1 | 3 |
| 2 | 0 | 1 | 0 | 5 | 3 | 8 | 2 |
| 3 | 12 | 9 | 11 | 10 | 14 | 11 | 11 |
| 4 | 29 | 30 | 41 | 38 | 31 | 27 | 29 |
| 5 | 78 | 78 | 66 | 63 | 71 | 73 | 75 |

Fuente: elaboración propia.

En relación con la pregunta 1 (P1): “me agrada que los personajes y el señor TECO estén relacionados con los residuos electrónicos y con la Amazonia”, los resultados obtenidos demuestran que a 65% de los estudiantes les agrado interactuar, aprendieron, se divirtieron desarrollando actividades pertinentes con los personajes de la biodiversidad amazónica y el “Señor TECO” como protagonista. Al igual que la anterior pregunta, la P2: “TECO me permitió desarrollar actividades con las que aprendí y me divertí”, fue calificada por 78 estudiantes con la mayor puntuación. En la pregunta 3: “los niveles de TECO tienen organizadas las actividades e información”, se

destaca una puntuación positiva (entre 4 y 5). Se podría decir, entonces, que la organización de las actividades por niveles permitió dar una secuencia a los temas tratados, 55% de los estudiantes identificaron la relación señor TECO-residuos electrónicos-Amazonia. Ello evidencia que comprendieron la importancia de esta problemática y de comprometerse en su solución.

En las respuestas de la pregunta 4: “los videos e infografías interactivas me parecieron interesantes y entretenidos”, se evidencia un grupo considerable de estudiantes que califican entre 1, 2 y 3, equivalentes a 15%, esto se explicaría a la expectativa de encontrar solo juegos dentro de TECO, así como a los videoquiz que fueron utilizados para atraer, involucrar y conectar al estudiante con la experiencia interactiva de las problemáticas y demostrar conocimiento; pero un aspecto positivo es que 85% de los estudiantes expresan que los videos que abordan la problemática ambiental generada por los dispositivos y residuos electrónicos y la Amazonia son interesantes y entretenidos.

Respecto de la pregunta 5: “para aparecer en la tabla de clasificación de TECO me motivé a aprender más para conseguir más puntos”, para los estudiantes, la tabla de clasificación o *ranking* fue el núcleo de la motivación y compromiso, dado que querían obtener más puntos y continuar más tiempo en su interacción con la intención de estar incluidos entre los 20 primeros lugares. Adicionalmente, la obtención de puntos, medallas y el diploma aumenta el interés de los estudiantes hasta el punto de estar de acuerdo con aportar a vecinos y familiares el cómo cuidar la Amazonia (63%). La pregunta 6: “recibir medallas y puntos en TECO aumentó mi interés sobre los residuos electrónicos y la Amazonia”, y la 7: “gracias a la formación y al diploma que obtuve al final de TECO, puedo aportar a mis vecinos y familiares cómo cuidar la Amazonia”, dejan en evidencia el interés y el compromiso que tienen los estudiantes para continuar aportando a la temática.

Adicionalmente, se entrevistaron estudiantes focalizados en uno de los grados, la entrevista incluyó las siguientes preguntas, P1: ¿Qué opina de los residuos electrónicos?; P2: ¿Cómo puede contribuir al cuidado de la Amazonia y evitar los problemas generados por los residuos electrónicos?; P3: Cuidar de la Amazonia, ¿cómo cambiaría su vida y la de su comunidad?; P4: ¿En qué cambiaría su vida después de haber trabajado con TECO?; P5: ¿De qué manera compartiría con otras personas lo visto y trabajado en TECO? La tabla 4 muestra las ideas principales de las respuestas dadas, refleja y evidencia que los estudiantes resaltan aspectos relacionados con el manejo de residuos

electrónicos y las implicaciones de la fabricación de los dispositivos electrónicos, es decir, apropiación del lenguaje relacionado con el tema abordado.

TABLA 4
Síntesis de entrevistas a estudiantes

| Grado estudiante | P1 | P2 | P3 | P4 | P5 |
|------------------|--|--|--|--|---|
| Sexto | Pueden volverse a reutilizar en otros aparatos | No botar a la basura los celulares dañados | No volver a contaminar más el ambiente | Con TECO aprendí que los celulares contaminan mucho | Recomendar que jugando con TECO sería una gran experiencia |
| Séptimo | Los fabricantes tienen que dar información sobre la gestión adecuada de los residuos | Utilizando menos los residuos electrónicos y reducir el consumo de energía | Dar a conocer a todo el mundo, ya que la Amazonía es uno de los sistemas centrales | Me ha informado de cosas que no sabía, como cuidar la Amazonía | Compartir la aplicación TECO. Que no los boten a la basura |
| Octavo | Los estudiantes no tenemos idea. Mediante el juego podemos entender más | Aprendiendo a darle un buen uso a los materiales que sirvan | Si se botan los residuos electrónicos en la basura puede ocurrir un desastre | Con TECO se aprende más, dónde y cómo botarlos | En mi barrio con actividades dinámicas con jóvenes. Explicaría lo regional, sobre la Amazonía |
| Noveno | Hay que saber utilizarlos y a su vez dónde dejarlos | Jugar y aprender, cómo y dónde dejarlos | Lo más importante es a futuro. Empezar por uno mismo. Tener más conocimiento sobre el tema | Ya uno no lo va a botar en la basura, si no en los lugares adecuados | Que ellos también practicaran el juego de TECO. Compartiría la información Es un juego que le puede cambiar la vida |

Fuente: elaboración propia.

Adicionalmente, la figura 9 muestra una nube de palabras de la transcripción de las entrevistas donde se destacan: TECO, residuos, ambiente, cuidar, celulares, basura, botarlos, dejando entrever que TECO es un aspecto

importante para los estudiantes, se convirtió en un referente y esperan la continuación o la integración de más niveles en la aplicación. Es decir, la disposición para trabajar las temáticas ambientales. Cabe resaltar aquí que los estudiantes disfrutaron e interactuaron con temas relacionados con las ciencias naturales y el ambiente, tanto como los juegos, los contenidos digitales, los retos, entre otros. Estos son factores necesarios para ampliar su desarrollo actitudinal ambiental en pro de mitigar problemas de su entorno y comunidad (Espejel y Flores, 2017).

FIGURA 9

Nube de palabras de las entrevistas



Fuente: elaboración propia.

Se reconoce que el potencial dado por los elementos del juego en el fortalecimiento del lenguaje para la protección y conservación de la Amazonía se da gracias a la práctica y experimentación. El lenguaje se apropiá rápidamente cuando se está en un entorno lúdico (Minerva, 2002). Cabe destacar que el lenguaje que empiezan a utilizar los estudiantes, la manera en la que se expresan, la forma en la que se comunican entre ellos, el reconocimiento de la situación real del contexto amazónico se considera parte del proceso de ecoalfabetización, lo que supone un cambio positivo que impulsa el desarrollo de actitudes favorables. En este sentido, tal como se establece en Bigas

(1996), el lenguaje es un instrumento que permite organizar el pensamiento, influyendo en las acciones. Por esto el lenguaje es un elemento prioritario en el escenario escolar para que los estudiantes reflexionen, expresen su pensamiento y actúen frente a los aspectos ambientales.

Conclusiones y trabajos futuros

Se requiere fortalecer el conocimiento y comprensión de la ecoalfabetización, su aporte y nivel de impacto cuando se articula a procesos de gamificación con mediaciones didácticas y tecnológicas para la construcción y análisis de procesos de cultura ambiental focalizados en el conocimiento y solución de problemáticas ambientales contextualizadas en el cuidado de la Amazonía. Ello, por su pertinencia, mejora la conceptualización y las prácticas de la educación ambiental y la transformación de su realidad curricular y didáctica actual en las instituciones educativas.

Los estudiantes necesitan emoción, acción e interacción para aprender; se aprende lo que se hace con gusto. Es ahí donde la gamificación, que es principalmente motivación y lúdica, busca que el estudiante juegue con las ideas de contribuir en la conservación de la Amazonía. Los estímulos brindados pueden llegar directamente al estudiante, pero estos pueden no cambiarlo definitivamente; por esta razón, es importante continuar este tipo de procesos investigativos, apoyados por docentes que aseguren buenas condiciones para que en el individuo se generen actitudes y comportamientos apropiados, que modifiquen estructuras cognitivas y sus prácticas ambientales.

Proponer y discutir experiencias de ecoalfabetización es un tema emergente y poco consolidado aun en la literatura tradicional. Igualmente, no hay suficientes experiencias que se ocupen en proponer, diseñar y aplicar soluciones de ecoalfabetización asociados a los procesos educativos desde ambientes innovadores tecnológicamente. Es por esto por lo que la articulación de la ecoalfabetización, con estrategias tecnológicas para la transformación de la cultura ambiental, especialmente dirigida a las nuevas generaciones, implica un reto pedagógico, didáctico y curricular emergente que supone generar aprendizaje bajo los aspectos necesarios para vivir ecológica y sosteniblemente en la tierra. De acuerdo con lo anterior, se podrían incentivar y fortalecer la identidad ambiental con estrategias que apoyen, motiven e interesen para desarrollar una cultura de cuidado al medio ambiente.

La estrategia presentada para ecoalfabetizar que articula ambientes virtuales gamificados, tal como se presentó, no puede potenciar, por sí sola, la

construcción de cultura ambiental. No obstante, los procesos desarrollados en el marco de la investigación y, de forma específica en la implementación didáctica, sirvieron para motivar y sentar las bases que permitan el mejoramiento de las actitudes y los comportamientos frente a los riesgos y el adecuado manejo de los residuos electrónicos. Se considera de importancia estudiar las actitudes desde varias dimensiones, con la intención de conseguir transformarlas en actitudes y comportamientos favorables de los estudiantes y la comunidad hacia la Amazonía colombiana. Se consideran procesos complejos de cambio cultural y, por tanto, a largo plazo.

El artículo aporta una línea base para generar propuestas empíricas, aplicadas a los contextos educativos de forma innovadora, que permitan la articulación de las prácticas de gamificación y la ecoalfabetización; las nuevas generaciones deben conocer la relación tecnología-cultura ambiental como consustancial a la evolución del ser humano. Un desafío biocéntrico para proteger la naturaleza: producir conservando y conservar produciendo, como lo propone el desarrollo sostenible, equilibrado y en armonía con el medio ambiente, es la alternativa para reconocer la importancia, implicación y límites de los sistemas de la trama de la vida; es la opción ineludible para la supervivencia y la calidad de vida de todos los ecosistemas, de los cuales, el hombre es apenas un elemento, no el único.

Referencias

- Bigas, Montserrat (1996). "La importancia del lenguaje oral en educación infantil", *Aula de Innovación Educativa*, vol. 46, pp. 1-4. Disponible en: <https://logopedicum.com/wp-content/uploads/2017/02/la-importancia-del-lenguaje-oral-en-educacion-infantil.pdf>
- Brewer, Robert; Lee, George y Johnson, Philip (2011). "The kukui cup: A dorm energy competition focused on sustainable behavior change and energy literacy", *44th Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS)*. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/224221164_The_Kukui_Cup_A_Dorm_Energy_Competition_Focused_on_Sustainable_Be
- Capra, Fritjof (1998). *La trama de la vida. Una nueva perspectiva de los sistemas vivos*, Barcelona: Anagrama.
- Cardelús, Catherine y Middendorf, George (2013). "Ecological literacy: The educational foundation necessary for informed public decision making", *Frontiers in Ecology and the Environment*, vol. 11, núm. 6, pp. 330-331. DOI: 10.1890/1540-9295-11.6.330
- Creswell, John (2012). *Educational research: Planning, conducting, and evaluating quantitative and qualitative research*, 4^a ed., Boston: Pearson Education.
- De Brito Miranda, Ana; Jófili, Zélia y Carneiro-Leao, Ana (2017). "Ecological literacy-preparing children for the twenty-first century", *Early Child Development and Care*, vol. 187, núm. 2, pp. 192-205. DOI: 10.1080/03004430.2016.1226353

- Deterding, Sebastian; O'Hara, Kenton; Sicart, Miguel; Dixon, Dan y Nacke, Lennart (2011). "Gamification: Using game design elements in non-gaming contexts", *CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, Nueva York: Association for Computing Machinery, pp. 2425-2428. DOI: 10.1145/1979742.1979575
- Espejel, Adelina y Flores, Aurelia (2017). "Experiencias exitosas de educación ambiental en los jóvenes del bachillerato de Tlaxcala, México", *Luna Azul*, núm. 44, pp. 294-315. DOI: 10.17151/luaz.2017.44.18
- Hampson, Gary (2012). "Eco-logical education for the long emergency", *Futures*, vol. 44, núm. 1, pp. 71-80. DOI: 10.1016/j.futures.2011.08.009
- Hammond, Sarah y Herron, Shery (2012). "The natural provenance: Ecoliteracy in higher education in Mississippi", *Environmental Education Research*, vol. 18, núm. 1, pp. 117-132. DOI: 10.1080/13504622.2011.583982
- Hempel, Monty (2014). "Ecoliteracy: knowledge is not enough", *Worldwatch Institute, State of the World 2014*, Worldwatch Institute, pp. 41-52. DOI: 10.5822/978-1-61091-542-7_4
- Ho, Sussana (2014). "The purposes outdoor education does, could and should serve in Singapore", *Adventure Education and Outdoor Learning*, vol. 14, núm. 2, pp. 153-171. DOI: 10.1080/14729679.2013.798587
- Hsin, Wendy y Soman, Dilip (2013). *A practitioner's guide to gamification of education*, Toronto: University of Toronto, pp. 22-23. Disponible en: https://www.academia.edu/33219783/A_Practitioners_Guide_To_Gamification_Of_Education
- Innovación y Diseño de Experiencias de Aprendizaje (2016). *Gamificación*, México: Tecnológico de Monterrey. Disponible en: <https://idea.itesm.mx/wp-content/uploads/2017/10/formato-canvas-para-gamification.pdf>
- IEAR (2019). "Proyecto educativo institucional", *Institución Educativa Antonio Ricaurte* (sitio web). Disponible en: www.ieur.edu.co
- Mazur, Susan y Farley, Kate (2016). *Games for Grownups: The Role of Gamification in Climate Change and Sustainability, Taxonomy of games*, Hinton: Indicia Consulting pp. 28-39. Disponible en: <http://indiciaconsulting.com/downloads/Games-for-Grownups-Climate-Change-Edition.pdf>.
- Minerva, Carmen (2002). "El juego: una estrategia importante", *Educere*, vol. 6, núm. 19, pp. 289-296. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/356/35601907.pdf>
- Muller, Brook (2014). *Ecology and the Architectural Imagination*, Nueva York: Routledge. Disponible en: https://books.google.com.mx/books?id=Ja_pAgAAQBAJ&printsec=frotncover&dq=inauthor:%22Brook+Muller%22&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwjExtjSrl7rAhXPG80KHb6YDK8Q6AEWAHoECAEQAg#v=onepage&q&f=false
- Oberbillig, Dave; Randle, Dc; Middendorf, George y Cardelús, Catherine (2014). "Outdoor learning in formal ecological education: Looking to the future", *Frontiers in Ecology and the Environment*, vol. 12, núm. 7, pp. 419-420. Disponible en: <https://esajournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1890/1540-9295-12.7.419?journalCode=fron>
- OTCA (2014). *El cambio climático en la Región Amazónica*, documento interno, Brasilia: Organización del Tratado de Cooperación Amazónica. Disponible en: <http://www.otca-oficial.info/assets/documents/20161213/21421a0c18bb6045d50c74bf3cc042f1.pdf>

- Pascuas, Yois; Vargas, Édgar y Muñoz, Juan (2017). "Experiencias motivacionales gamificadas: una revisión sistemática de literatura", *Innovación Educativa*, vol.17, núm. 75, pp.63-80. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1665-26732017000300063&lng=es&nrm=iso
- Pascuas, Yois; Chico, Diana y Hernández, Sergio (2018). "Residuos de celulares y tabletas: Incidencia del nivel de escolaridad en las actitudes y percepciones frente a su manejo", *Revista UDCA Actualidad & Divulgación Científica*, vol. 21, núm. 1, pp. 243-252. DOI: 10.31910/rudca.v21.n1.2018.683
- Pascuas, Yois; Cruz, Lucelly y Betancourt, Claritza (2018). "Residuos electrónicos: análisis de las implicaciones socioambientales y alternativas frente al metabolismo urbano", *Ciencia, Docencia y Tecnología*, vol. 29, núm. 56, pp. 242-252. DOI: 10.33255/2956/307
- Pavón, Juan (2019). "Estructura de las aplicaciones orientadas a objetos. El patrón Model-Vista-Controlador (MVC)", *Universidad Complutense* (sitio web) Disponible en: <https://www.fdi.ucm.es/profesor/jpavon/poo/2.14.MVC.pdf>
- Peacock, Alan (2006). *Alfabetización ecológica en educación primaria*, Madrid: Morata. Disponible en: <https://edmorata.es/libros/alfabetizacion-ecologica-en-educacion-primaria/>
- Pitman, Sheryn; Daniels, Christopher y Sutton, Paul (2017). "Ecological literacy and psychographics: Lifestyle contributors to ecological knowledge and understanding", *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, vol. 25, núm. 2, pp. 1-14. DOI: 10.1080/13504509.2017.1333047
- Ponti, Franc (2010). *Los siete movimientos de la innovación*, Quito: Cámara de Comercio de Quito y Grupo Editorial Norma.
- Ramirez, David y Chávez, Lázaro (2012). "El concepto de mediación en la comunidad del conocimiento", *Sinéctica*, vol. 39, pp. 1-16. Disponible en: <https://sinectica.iteso.mx/index.php/SINECTICA/article/view/78>
- Rigolon, Alessandro (2012). "A greener future: The active role of place in enhancing ecoliteracy in children", *Journal of Architectural and Planning Research*, vol. 29, núm. 3, pp. 181-203. Disponible en: <https://www.jstor.com/stable/43030975>
- Sierra, Yvette (2019). "Minería ilegal: la peor devastación en la historia de la Amazonía", *Mongabay Latam periodismo ambiental independiente*, 17 de enero. Disponible en: <https://es.mongabay.com/2019/01/mapa-mineria-ilegal-amazonia/> (consultado: 17 de marzo de 2020).
- Stanger, Nicholas (2011). "Moving "eco" back into socio-ecological models: A proposal to reorient ecological literacy into human developmental models and school systems", *Human Ecology Review*, vol. 18, núm. 2, pp. 167-172. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/285232380_Moving_eco_back_into_socio-ecological_models_A_proposal_to_reorient_ecological_literacy_into_human_developmental_models_and_school_syste

Artículo recibido: 14 de abril de 2020

Dictaminado: 18 de mayo de 2020

Segunda versión: 9 de junio de 2020

Aceptado: 16 de junio de 2020