

**TRABAJO DE FIN DE MÁSTER EN “LAS TIC EN EDUCACIÓN”  
(curso 2022-2023)**

---



**VNiVERSiDAD  
D SALAMANCA**

CAMPUS DE EXCELENCIA INTERNACIONAL

**FACULTAD DE EDUCACIÓN**

**EFFECTOS DE LA RENATURALIZACIÓN DE LOS  
PATIOS ESCOLARES EN EDUCACIÓN A TRAVÉS DE  
LA REALIDAD VIRTUAL UTILIZANDO MINECRAFT**

---

***EFFECTS OF GREENING PLAYGROUNDS ON  
EDUCATION THROUGH VIRTUAL REALITY USING  
MINECRAFT***

**La autora:**

**Vº Bº los tutores:**

Fdo.: Inés García Bohórquez

Fdo.: Francisco José García-Peñalvo Fdo.: Camilo Ruiz Méndez

**Salamanca, junio 2023**

## Índice

1.	Introducción y justificación .....	5
2.	Objetivos.....	7
3.	Marco teórico y estado de la cuestión .....	8
4.	Metodología.....	16
	4.1. Proyecto <i>GreenTEC-School</i> .....	16
5.	Resultados.....	18
	5.1. Fase de diseño e implementación.....	18
	5.1.1. Objetivos de la experiencia.....	20
	5.1.2. Descripción de la experiencia.....	20
	5.1.3. Consideraciones técnicas y de accesibilidad .....	25
	5.2. Fase de evaluación .....	25
	5.2.1. Participantes.....	26
	5.2.2. Recogida de datos .....	27
	5.2.3. Análisis de datos .....	28
	5.2.4. Resultados.....	28
6.	Discusión de los resultados.....	44
7.	Conclusiones.....	50
8.	Referencias .....	52
9.	Anexos .....	58

## RESUMEN

El cambio climático plantea una amenaza global significativa, con amplias implicaciones en la sociedad y la biodiversidad debido a las alteraciones climáticas causadas por la actividad humana. Ante esta problemática, se han realizado esfuerzos internacionales para abordar el cambio climático y sus consecuencias. En este contexto, la educación es un elemento fundamental porque proporciona el conocimiento necesario para comprender su complejidad. Sin embargo, además de entender el fenómeno, es importante conservar y mejorar nuestro entorno. Una iniciativa que se propone es la renaturalización de los patios escolares que pretende renovar las condiciones ambientales en las que los estudiantes se desarrollan para mejorar su rendimiento académico. De esta manera, se fomenta una conexión directa entre el entorno natural y el aprendizaje, promoviendo la conciencia ambiental y fortaleciendo la relación estudiante-naturaleza. El objetivo de esta investigación es estudiar los efectos de la renaturalización de los patios escolares como estrategia para mitigar los impactos del cambio climático y promover la reflexión de los alumnos sobre los beneficios de este enfoque en el aprendizaje. Para lograrlo, se ha llevado a cabo una experiencia piloto utilizando realidad virtual en *Minecraft* que proporciona información detallada sobre el entorno real. Además, se ha realizado un estudio cualitativo que ha involucrado a expertos en tecnología, educación y cambio climático, con el fin de analizar las percepciones y mejoras de esta herramienta antes de su implementación. Para ello, se han empleado entrevistas semiestructuradas para alcanzar una reflexión más profunda de las perspectivas de los participantes.

**PALABRAS CLAVE:** educación, renaturalización de patios escolares, *Minecraft*, realidad virtual, tecnología, cambio climático

## ABSTRACT

Climate change poses a significant global threat with wide-ranging implications for society and biodiversity due to the climatic disruptions caused by human activity. In response to this issue, international efforts have been made to address climate change and its consequences. In this context, education plays a crucial role as it provides the necessary knowledge to understand its complexity. However, apart from comprehending the phenomenon, conserving, and enhancing our environment is important. An initiative that is being proposed is the naturalization of school playgrounds, which aims to restore the environmental conditions in which students develop to improve their academic performance. This approach fosters a direct connection between the natural environment and learning, promoting environmental awareness and strengthening student-nature relationships. This research aims to study the effects of naturalizing school playgrounds as a strategy to mitigate the impacts of climate change and encourage students to reflect on the benefits of this approach to learning. To achieve this, a pilot experience has been conducted using virtual reality in *Minecraft*, which provides detailed information about the real environment. Additionally, a qualitative study has been carried out involving experts in technology, education, and climate change to analyse their perceptions and suggestions for improvement of this tool before its implementation. Semi-structured interviews have been employed to facilitate a deeper reflection on the participants' perspectives.

**KEYWORDS:** education, rewilding playground, *Minecraft*, virtual reality, technology, climate change

## 1. Introducción y justificación

El cambio climático representa una amenaza significativa para la humanidad y la biodiversidad del planeta. Las alteraciones en el clima, resultado de la actividad humana, tienen implicaciones generalizadas en todos los aspectos de la sociedad y determinarán nuestro futuro próximo. Existe un amplio consenso científico sobre el origen antropogénico de este fenómeno y los mecanismos que aceleran su ritmo, así como sobre la gravedad de sus consecuencias, tal como se describe en los informes del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC). En respuesta a esta problemática, se han llevado a cabo importantes esfuerzos a nivel internacional para abordar el cambio climático. Los acuerdos alcanzados en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, celebrada en Glasgow, subrayaron la importancia de lograr una economía neutral en carbono, lo cual requiere el compromiso de todos los ciudadanos (Naciones Unidas, 2021). En este contexto, el proyecto coordinado *GreenTEC-School* surge como una iniciativa para diagnosticar y diseñar soluciones a los impactos del cambio climático en la educación desde la perspectiva de la escuela integral (Mogren et al., 2019) de la Educación para el Desarrollo Sostenible (EDS).

Dentro del proyecto *GreenTEC-School* (TED2021-130300B-C21), se han establecido subproyectos específicos para abordar aspectos clave de la relación entre la educación y el cambio climático. Entre ellos se encuentran *EduHeat*, coordinado por Camilo Ruiz Méndez, y *NaturTEC KIDS*, coordinado por Sara Serrate González. *EduHeat* se centra en evaluar la vulnerabilidad climática del sistema educativo español y estudiar los efectos del calor en el aprendizaje y la adaptación en una muestra de centros educativos de Castilla y León. Para ello, se exploran soluciones basadas en la naturaleza.

En concreto, la Fundación Patrimonio Natural de Castilla y León ha puesto en marcha el "*Programa de Renaturalización y Adaptación al Cambio Climático de Patios Escolares*", una iniciativa que busca promover la integración de infraestructuras verdes en los centros educativos. Este programa tiene una duración de dos años y se estructura en dos etapas: una etapa participativa y un proyecto técnico. Durante la etapa participativa, la comunidad educativa tiene la posibilidad de sugerir y proponer los cambios que consideran esenciales en el patio escolar. Sin embargo, la satisfacción de la comunidad educativa se reduce

debido a las expectativas que se han generado durante la primera parte del proceso y el retraso en las obras (Jiménez, 2023). Este tipo de herramientas son útiles para regular las expectativas que surgen en la comunidad educativa, y en concreto, la satisfacción con el resultado final del proyecto ofreciendo un ajuste experiencia-realidad más realista.

Sin embargo, el conocimiento público sobre la ciencia del clima es escaso (Romps & Retzinger, 2019). Por ello, surgen iniciativas para poner solución a este problema y educar a la población ante esta amenaza. Por ejemplo, el Instituto de Tecnología de Massachusetts (MIT) está estudiando la tecnología *Tangible-Interactive Mapping* (TIM) para proveer información específica al usuario sobre el mundo real y descubrir nuevos conocimientos sobre su propia comunidad. *CityScope* es una plataforma de simulación que desarrolla el instituto de investigación *MIT Media Lab* utilizando esta tecnología para representar en maquetas físicas interactivas aspectos de una ciudad. Esta plataforma permite explorar escenarios urbanos y analizar datos en tiempo real (More Than Green, 2016).

En este contexto, surge la iniciativa de este TFM que se enmarca en el subproyecto *Eduheat* orientado al estudio de los efectos del calor en el aprendizaje y la adaptación al calor en una muestra de centros educativos. Para ello, se han estudiado los efectos de la renaturalización de los patios escolares mediante el uso de tecnología que proporciona información específica al usuario sobre el mundo real. En concreto, se ha seleccionado el software *Minecraft* que permite utilizar la tecnología sin desviar el foco del proceso participativo. Además del diseño de la experiencia piloto, se ha realizado un estudio cualitativo con expertos en las áreas de tecnología, educación o cambio climático para evaluar la experiencia de cara a su presentación a la comunidad educativa. Para ello, se han llevado a cabo entrevistas semiestructuradas que permiten comprender las percepciones de los participantes con mayor profundidad.

## 2. Objetivos

### Objetivo general

Evaluar el impacto de una experiencia de realidad virtual en *Minecraft* en la comprensión del proceso de renaturalización de los patios escolares mediante la retroalimentación proporcionada por un grupo de expertos en áreas de cambio climático, educación y tecnología, con el fin de identificar posibles mejoras para su futura presentación a la comunidad educativa.

### Objetivos específicos

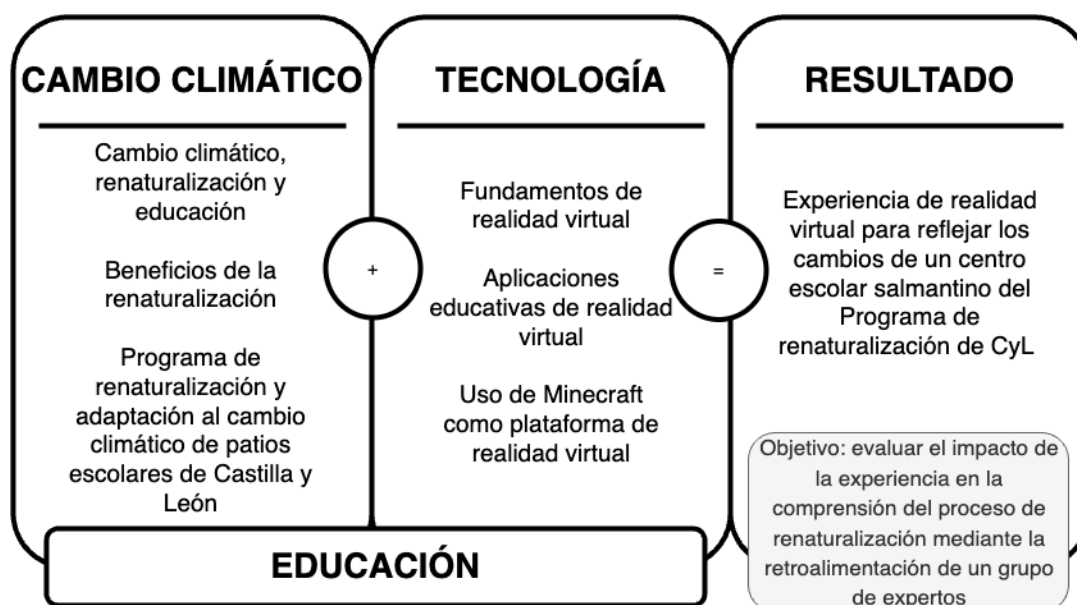
- Diseñar una experiencia de realidad virtual en *Minecraft* que represente de manera precisa y realista la renaturalización de los patios escolares, incluyendo elementos visuales e interactivos que reflejen los cambios realizados.
- Implementar la experiencia de realidad virtual en un entorno controlado, asegurando su accesibilidad y funcionamiento adecuado para los usuarios.
- Conocer la opinión de expertos sobre la efectividad de la experiencia de realidad virtual en términos de reflejar la renaturalización de los patios escolares, así como su potencial educativo y utilidad en diferentes contextos.
- Identificar las fortalezas y debilidades de la experiencia de realidad virtual en términos de su potencial educativo, su utilidad para la sensibilización sobre el cambio climático y su aplicabilidad en entornos educativos.

### 3. Marco teórico y estado de la cuestión

El presente estudio se centra en tres elementos fundamentales: cambio climático, tecnología y educación. A continuación, se expone la forma en que estos elementos se relacionan entre sí y se muestra el orden de los contenidos que se describen en esta sección (véase Ilustración 1).

#### Ilustración 1

Relación que se establece entre los elementos cambio climático, educación y tecnología en el presente estudio.



#### 3.1. Renaturalización

##### 3.1.1. Cambio climático, educación y renaturalización

El cambio climático se ha convertido en la amenaza más significativa para la humanidad y la biodiversidad del planeta, tal como lo advierten informes del IPCC (2021) y organizaciones internacionales como el Foro Económico Mundial (2020). Ante esta realidad, se hace evidente la necesidad de desarrollar estrategias de mitigación y adaptación efectivas que ayuden a reducir el impacto de esta amenaza. En este sentido, la educación desempeña un papel fundamental, como se establece en el artículo 12 del



Acuerdo de París y se contempla en los acuerdos internacionales y principales convenciones.

Las Partes deberán cooperar en la adopción de las medidas que correspondan para mejorar la educación, la formación, la sensibilización y participación del público y el acceso público a la información sobre el cambio climático, teniendo presente la importancia de estas medidas para mejorar la acción en el marco del presente Acuerdo (Acuerdo del Clima de París, 2016, p. 17).

También, a nivel nacional se incluye la educación en la ley de Cambio Climático y Transición Ecológica, art. 35:

El sistema educativo español promoverá la implicación de la sociedad española en las respuestas frente al cambio climático, reforzando el conocimiento sobre el cambio climático y sus implicaciones, la capacitación para una actividad técnica y profesional baja en carbono y resiliente frente al cambio del clima y la adquisición de la necesaria responsabilidad personal y social (Ley 7/2021, de 20 de mayo, sobre el cambio climático y la transición energética. 2021, BOE).

La educación desempeña un papel esencial en la mitigación y adaptación al cambio climático porque proporciona el conocimiento necesario para comprender sus complejidades y desafíos (Ferrari et. al, 2019). Como destacan Alcock et al. (2014), la educación ambiental fomenta la conciencia y comprensión de los problemas ambientales, impulsando así un cambio de comportamiento hacia prácticas más sostenibles. Además, esta conciencia ambiental permite que las comunidades participen activamente en la toma de decisiones informadas.

Por otro lado, también es importante conservar el entorno y mejorar las condiciones del medio ambiente en el que vivimos. En este contexto, la renaturalización se enfoca en restaurar y conservar los espacios naturales en entornos urbanos. La bibliografía disponible acerca de este concepto en español es sumamente escasa, sin embargo, el libro “Renaturalización de la ciudad” (Juvillà Ballester, 2020) explora esta idea. La

renaturalización se puede definir como el conjunto de acciones y actitudes orientadas a compensar las consecuencias producidas por el cambio climático y lograr que el entorno se vuelva más resiliente. Además, la evidencia científica respalda la relación entre la presencia de espacios verdes y la mejora de la salud mental y física de los individuos (Juvillà Ballester, 2020). En este sentido, se requiere un enfoque integral que vaya más allá de la educación y aborde también la renaturalización como estrategia complementaria. Para ello, es fundamental evaluar los espacios verdes en los entornos educativos con el objetivo de proporcionar las mejores condiciones para el desarrollo óptimo del alumnado. La presencia de áreas verdes en los centros educativos se convierte así en un factor determinante para promover el bienestar de los estudiantes al tiempo que contribuye a la creación de entornos más sostenibles y resilientes frente a los desafíos del cambio climático.

La educación y la renaturalización contribuyen a la búsqueda de soluciones efectivas frente al cambio climático y la creación de entornos sostenibles y resilientes. Así, la educación y la renaturalización se complementan entre sí. A través de la educación, se promueve la comprensión y la conciencia de la importancia de la renaturalización, mientras que la renaturalización brinda entornos propicios para la educación experiencial y el contacto directo con la naturaleza. Ambas estrategias son clave para fomentar una mentalidad sostenible, inspirar cambios en el comportamiento y trabajar hacia un futuro más resiliente frente a los desafíos del cambio climático.

### **3.1.2. Beneficios de la renaturalización**

El concepto de renaturalización, aunque relativamente nuevo, ha sido objeto de investigación en los últimos años y, como consecuencia, se ha generado una base bibliográfica que aborda sus beneficios y estrategias de implementación. En el marco de la renaturalización urbana, se han identificado diversas acciones que buscan compensar las consecuencias ocasionadas por el cambio climático. Estas medidas incluyen la incorporación de espacios verdes adicionales, la mejora de la calidad del aire y la optimización de las infraestructuras existentes (Juvillà Ballester, 2020).

La renaturalización urbana presenta una serie de beneficios significativos. En primer lugar, la reducción del efecto "isla de calor" se aborda mediante la implementación de estrategias que promueven la disipación del calor y la creación de microclimas más frescos en las zonas urbanas. Estas medidas incluyen la incorporación de vegetación, el diseño urbano basado en la naturaleza y el uso de materiales reflectantes y permeables (Alcock et al., 2014).

Otro beneficio importante de la renaturalización urbana es el aumento de la absorción de  $CO_2$ . Los espacios verdes desempeñan un papel fundamental en la captura y retención de dióxido de carbono, lo cual contribuye a la mitigación de los gases de efecto invernadero y a la reducción de la huella de carbono en áreas urbanas (Alcock et al., 2014). Este proceso ayuda a contrarrestar los efectos negativos del cambio climático y promueve la sostenibilidad ambiental en las áreas urbanas.

La renaturalización urbana no solo tiene un impacto positivo en la reducción del efecto isla de calor, el aumento de la absorción de  $CO_2$  y el control de las lluvias torrenciales e inundaciones, sino que también se ha demostrado que tiene beneficios significativos para la salud mental y el bienestar de las personas. En concreto, la presencia de espacios verdes en entornos urbanos contribuye a la reducción del estrés, la fatiga y la ansiedad (Hartig et al., 2014). Además, diversos estudios han señalado que la exposición a espacios verdes en la infancia y adolescencia está asociada a mejores resultados en la salud mental de los niños y adolescentes (Vanaken, 2018). También, la renaturalización desempeña un papel crucial en el control de las lluvias torrenciales e inundaciones. A través de estrategias que faciliten la infiltración y retención del agua, se busca gestionar de manera más efectiva los eventos climáticos extremos, disminuyendo así el riesgo de inundaciones y reduciendo los costos asociados al saneamiento de las ciudades (Alcock et al., 2014).

En el caso de los niños, algunos estudios han encontrado que la proximidad a espacios verdes se asocia con una mejora en su comportamiento y una reducción del riesgo de enfermedades mentales (Gascon et al., 2015; Putra, 2021).

La renaturalización urbana también tiene efectos positivos en el desarrollo cognitivo de los niños. Douglas et al. (2017) han encontrado una mejora en la atención y el desarrollo cognitivo en niños expuestos a espacios verdes. Asimismo, se ha observado una menor prevalencia de sobrepeso en niños que tienen acceso a espacios verdes, lo cual se atribuye a una mayor actividad física.

### **3.1.3. Programa de Renaturalización y Adaptación al Cambio Climático de Patios Escolares de Castilla y León**

Siguiendo esta idea, la Fundación Patrimonio Natural de Castilla y León ha puesto en marcha el *Programa de Renaturalización y Adaptación al Cambio Climático de Patios Escolares* (Fundación Patrimonio Natural de Castilla y León, 2021), una iniciativa que busca promover la integración de infraestructuras verdes en los centros educativos como soluciones basadas en la naturaleza. A través de la implementación de infraestructuras verdes, como huertos escolares y zonas de biodiversidad, se busca crear espacios que promuevan la conexión de los estudiantes con la naturaleza y contribuyan a la adaptación y mitigación de los efectos del cambio climático. Para llevar a cabo esta iniciativa, se seleccionan 65 centros educativos siguiendo criterios de prioridad. El Trabajo Fin de Máster se enfoca en el CEIP Alfonso X, situado en la provincia de Salamanca. Este centro escolar formará parte del programa, lo que implicará la implementación de infraestructuras verdes en su patio escolar.

## **3.2. Realidad virtual y *Minecraft***

### **3.2.1. Fundamentos de realidad virtual**

La realidad virtual (RV) es un concepto ampliamente estudiado en la literatura, y su definición ha sido objeto de debate entre los investigadores. El artículo de Gutiérrez et al. (2019) destaca la existencia de múltiples enfoques y perspectivas. Por ejemplo, algunos académicos la describen como una experiencia inmersiva que reemplaza la realidad física por un entorno ficticio (Pérez-Martínez, 2011). Además, Ott y Freina (2015) identifican tres elementos clave en esta tecnología: realismo, implicación e interactividad, los cuales

convergen dando lugar al objetivo principal que menciona Gutiérrez et. al (2019): la inmersión.

Desde la perspectiva de las motivaciones para el uso de la realidad virtual, se observa que la principal ventaja es la capacidad de ofrecer experiencias inmersivas y realistas que permiten a los usuarios explorar entornos y situaciones que de otra manera serían inaccesibles. Esta limitación puede deberse a diversas razones, como problemas de tiempo, donde los estudiantes pueden viajar en el tiempo para experimentar diferentes períodos históricos (Roussou, 2004). Por ejemplo, en el campo de la educación, la realidad virtual puede permitir a los estudiantes viajar a lugares remotos, sumergirse en culturas diferentes o incluso realizar experimentos científicos complejos en un entorno seguro y controlado (Sanchez-Vives y Slater, 2005).

### **3.2.2. Aplicaciones educativas de la realidad virtual**

Las aplicaciones educativas de la realidad virtual han demostrado ser una herramienta eficaz para abordar la conciencia sobre la crisis del cambio climático. Un ejemplo relevante es el estudio realizado por Xu et. al (2022), quienes desarrollaron una simulación de aumento del nivel del mar utilizando la realidad virtual. Esta investigación destacó el potencial de la realidad virtual para proporcionar experiencias inmersivas y educativas, permitiendo a los usuarios explorar diferentes escenarios y comprender de manera más profunda los impactos del cambio climático en un entorno seguro y controlado (p. 3-5).

Además, el estudio de Makransky y Mayer (2022) confirma estos hallazgos demostrando los beneficios de las excursiones en realidad virtual inmersiva. Los estudiantes que aprendieron sobre ciencias ambientales al realizar una excursión virtual en HMD<sup>1</sup> obtuvieron una puntuación más alta frente a los estudiantes que realizaron la excursión en vídeo. Además, el grupo de HMD mostró mayor nivel de presencia, interés y disfrute. Por otra parte, algunos estudios confirman que la realidad virtual inmersiva (IVR) brinda una experiencia en un entorno virtual tridimensional a través del uso de dispositivos que

---

<sup>1</sup> Head-Mounted display: casco de realidad virtual

proporcionan retroalimentación multisensorial (Fauville et al., 2020). Por ejemplo, la IVR rastrea con precisión los movimientos corporales del usuario, lo que permite que este sienta que sus brazos y piernas se mueven de forma natural en el mundo virtual. Esta representación precisa crea lo que se conoce como "presencia espacial", concepto definido por Wirth et al. (2007). Además, los investigadores han explorado en mayor medida esta relación y han llegado a la conclusión de que la inmersión y la presencia en la IVR pueden mejorar las respuestas empáticas (Van Loon, 2018). A medida que la tecnología avanza, las experiencias virtuales se vuelven cada vez más inmersivas al incrementarse la cantidad de información sensorial proporcionada, lo que permite a los usuarios sentirse más conectados con dichas experiencias virtuales.

La realidad virtual se presenta como una herramienta eficaz para abordar la conciencia sobre la crisis del cambio climático. Los estudios respaldan su potencial para brindar experiencias inmersivas que permitan a los usuarios explorar diversos escenarios. Estas investigaciones subrayan la capacidad de la realidad virtual para generar conciencia, educar y fomentar cambios positivos en la actitud y el comportamiento hacia el medio ambiente. El estudio de Cho y Park (2023) concluye que los participantes comprendieron de manera más intuitiva los cambios ambientales causados por el calentamiento global. Sin embargo, confirman que se necesita más investigación en el campo de la simulación inmersiva de realidad virtual para la educación ambiental. En esta línea, cabe mencionar que hay estudios que exploran los desafíos relacionados con la implementación de la realidad virtual en entornos educativos como la accesibilidad, la disponibilidad de recursos, la formación docente, la integración curricular y los costos asociados.

### **3.2.3. Uso de *Minecraft* como plataforma de realidad virtual**

El uso de los juegos digitales en el aprendizaje ha experimentado un crecimiento significativo en los últimos años. Aunque su aparición se remonta a la década de los 70, su adopción generalizada en las aulas convencionales comenzó en 2007 (Halverson, 2012). Desde entonces, se ha reconocido su potencial para promover el aprendizaje de manera efectiva.

Uno de los aspectos destacados de los juegos digitales es su capacidad para aplicar diferentes enfoques teóricos en el proceso de enseñanza y aprendizaje. Según Felicia (2009), estos juegos pueden ser utilizados para fomentar comportamientos deseados mediante un enfoque de prueba y error. Esto significa que los estudiantes pueden experimentar y aprender a través de la resolución de problemas dentro del contexto del juego, lo que les permite adquirir habilidades y conocimientos de manera más efectiva.

El uso de *Minecraft* en el ámbito educativo carece aún de evidencia, pero se reconoce su potencial educativo. Sáez-López et al. (2015) confirman esta escasez de información en cuanto al efecto de *Minecraft* en el aprendizaje. No obstante, *Minecraft Education Edition*, desarrollado específicamente con propósitos educativos ofrece entornos personalizados para abordar temas. Sin embargo, existen opiniones divergentes ante el uso educativo. Por una parte, Lindahl y Folkesson (2012) analizan las implicaciones de estos juegos digitales en el aprendizaje preescolar y finalmente, temen que los juegos vuelvan a los niños más pasivos y aislados. Por otro lado, *Minecraft* se considera una herramienta educativa prometedora al combinar el aprendizaje basado en juegos con la colaboración (Connolly et al., 2012). Sin embargo, hay autores que han definido una serie de elementos esenciales con el objetivo de alcanzar mejores resultados a nivel educativo y fomentar así el trabajo en equipo o el razonamiento crítico (Reese, 2011). En la siguiente tabla (véase Tabla 1), se definen los atributos que se deben considerar al diseñar o escoger un juego educativo: progresión, retroalimentación y comportamiento.

**Tabla 1**

Atributos para alcanzar mejores resultados a nivel educativo.

<b>Atributos de un videojuego educativo</b>	<b>Subatributos</b>
<b>Progresión</b>	Logros, niveles y puntos
<b>Retroalimentación</b>	Bonificaciones, cuentas regresivas y horarios de recompensa
<b>Comportamiento</b>	Juego infinito, colaboración comunitaria, productividad y descubrimiento.

Nota. Adaptado de (Reese, 2011).

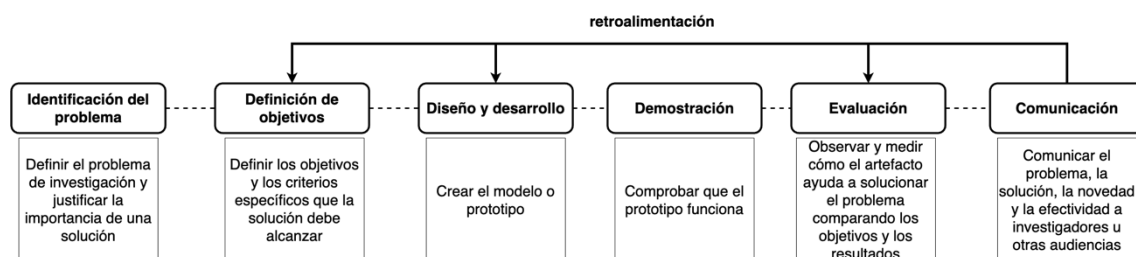
## 4. Metodología

Este trabajo se ajusta a la metodología de Investigación en Ciencias de Diseño, conocida como *Design Science Research Methodology* (Geerts, 2011) que se compone de seis etapas fundamentales (véase Ilustración 2). La primera etapa consiste en la identificación del problema. A continuación, se definen los objetivos y criterios específicos que se pretenden alcanzar con la investigación, los cuales se han descrito en las secciones *Introducción y justificación*, *Objetivos* y *Marco teórico y estado de la cuestión* respectivamente.

Después, se lleva a cabo el diseño y desarrollo de un modelo o prototipo que aborde el problema planteado. La fase de demostración tiene como objetivo verificar y comprobar el funcionamiento efectivo del prototipo. Posteriormente, se realiza una evaluación del artefacto diseñado comparando los resultados obtenidos con los objetivos establecidos. Esta etapa de evaluación se presenta en la sección de *Resultados* dividida en dos fases: fase de diseño e implementación y fase de evaluación. Es importante destacar que la ilustración muestra un ciclo continuo de construcción y evaluación, en el cual la retroalimentación obtenida durante la evaluación alimenta el proceso de diseño, generando mejoras de manera sucesiva.

### Ilustración 2

Fases de la metodología DSRM (*Design Science Research Methodology*).



Nota. Adaptado de (Geerts, 2011).

### 4.1. Proyecto *GreenTEC-School*

Este Trabajo de Fin de Máster se enmarca en un proyecto europeo amplio denominado “Aprendizaje y resiliencia en escuelas verdes a partir de soluciones basadas en la



naturaleza y tecnología disruptiva” (Ruiz Méndez & Serrate García, 2022). A continuación, se presenta una breve descripción en la cual se detalla cómo este trabajo se integra en la planificación del proyecto y se describen las acciones futuras contempladas.

El proyecto coordinado tiene como objetivo establecer un diagnóstico del estado de la educación en España frente a la transición ecológica y digital unificando dos perspectivas: los cambios biofísicos en los centros educativos y la naturalización del currículo. Para lograrlo, se promueven entornos de aprendizaje sostenibles, como ecoescuelas y campus verdes (Hartley et al., 2011; Tiyyarattachai y Hollmann, 2016), así como el uso de soluciones basadas en la naturaleza (Frantzeskaki et al., 2019; Maes y Jacobs, 2017; Nesshöver et al., 2017). Estas iniciativas permiten que educadores y alumnos integren los principios de sostenibilidad en sus prácticas cotidianas, fomentando la creación de capacidades, el desarrollo de competencias y una valoración integral de la educación. *GreenTEC-School* está financiado por la Unión Europea a través del Programa Estatal para Impulsar la Investigación Científico-Técnica y su Transferencia y tiene una duración de 2 años.

Dentro del proyecto, se han establecido subproyectos específicos para abordar aspectos clave de la relación entre la educación y el cambio climático. Entre ellos se encuentra EduHeat, coordinado por Camilo Ruiz Méndez que se centra estudiar los efectos del calor en el aprendizaje y la adaptación en una muestra de centros educativos de Castilla y León. Este Trabajo de Fin de Máster se enmarca en este subproyecto junto al Programa de renaturalización de patios escolares de la Junta de Castilla y León detallado en apartados anteriores, es decir, está situado en un marco de acción más amplio (véase

**Ilustración 3).** En concreto, a lo largo de este estudio se ha planteado el diseño, implementación y evaluación de la experiencia de realidad virtual con el objetivo de presentar la experiencia a la comunidad educativa previsto para noviembre de 2023. Por tanto, el desarrollo de este trabajo corresponde a una primera fase de diseño y evaluación

del producto con el fin de mejorar la experiencia que se ofrecerá a la comunidad educativa.

### Ilustración 3

Cronograma marco de acción.



Además, durante el desarrollo de este proyecto, se ha llevado a cabo la Jornada Regional sobre renaturalización de los patios escolares en el PRAE (Propuestas Ambientales Educativas) de Valladolid en el que se ha mostrado la herramienta a los participantes del programa. Sin embargo, no se incluye la retroalimentación de los profesores porque el tamaño de la muestra es insuficiente. Los objetivos a corto plazo están orientados a realizar *focus group* con los participantes de los centros para optimizar la herramienta y ofrecer una propuesta educativa útil enmarcada en el currículo español.

## 5. Resultados

### 5.1. Fase de diseño e implementación

La investigación en torno a la realidad virtual ha experimentado un crecimiento significativo desde 2018, según se ha descrito en la revisión de literatura (Cosío et al., 2023). Además, el informe más reciente de la Asociación Española de Videojuegos (AEVI, 2022) proporciona una visión general de la situación actual de la industria del

videojuego en España. Según este informe, el número total de usuarios asciende a 18,2 millones, con una distribución equilibrada entre hombres y mujeres: un 53% y un 47%, respectivamente. Es interesante destacar que el grupo de edad con mayor porcentaje de jugadores es el comprendido entre los 11 y los 14 años, alcanzando un 84% (véase Anexo 3: Infografía videojuegos).

Estos datos indican que la industria del videojuego goza de una gran popularidad entre los jóvenes de edades comprendidas entre los 6 y los 24 años, lo cual incluye a los alumnos de Educación Primaria y Educación Secundaria. En este sentido, resulta importante que las instituciones educativas consideren estos datos y proporcionen una educación que tome en cuenta esta industria, así como aprovechen los intereses de los estudiantes con fines educativos. Sin embargo, el diseño de entornos o experiencias de realidad virtual pueden no cumplir las necesidades de los estudiantes si las actividades se diseñan dentro de un enfoque pedagógico inapropiado (Shih y Yang, 2008). En este sentido, Huang et. al (2010) presentan el artículo *“Investigación de las actitudes de los alumnos hacia los entornos de aprendizaje de realidad virtual: Basado en un enfoque constructivista”* en el que proponen cuatro principios orientados a los educadores para lograr una experiencia de realidad virtual educativa apropiada:

- *Aprendizaje a través de la interacción.*
- *Aprendizaje a través de la resolución de problemas para promover la creatividad:* la imaginación y la inmersión son herramientas efectivas para desarrollar habilidades de resolución de problemas en un contexto abstracto y espontáneo como es la experiencia de realidad virtual.
- *Motivar a los estudiantes:* los estudios demuestran que los entornos de aprendizaje virtual inmersivos elevan el interés y la motivación del estudiante en comparación con el aprendizaje en un entorno en 2D.
- *Utilizar la realidad virtual como una herramienta de apoyo para el aprendizaje:* los retos de la experiencia están en línea con la pedagogía de “Zona de desarrollo próximo” de Vygotsky (1978) porque proporciona herramientas de apoyo y orientación.

Los principios mencionados han sido considerados en el proceso de diseño de la experiencia, teniendo en cuenta aspectos técnicos, de accesibilidad y planificación de la investigación. La elección de *Minecraft* como plataforma se justifica mediante la literatura presentada previamente, la cual destaca este videojuego como una herramienta educativa con gran potencial. En el informe anual de AEVI (2022), Andrea Plaza y Miguel Ángel Salcedo, director de Educación y CEO de *L3TCraf* respectivamente, mencionan lo siguiente:

*Minecraft Education* se ha convertido en un pilar estratégico para nuestra compañía, a través del cual hemos logrado transmitir un mensaje transformador e innovador a más de 650 profesores y centros educativos en España, donde aproximadamente 8.000 estudiantes utilizan esta herramienta a diario para aprender diversos contenidos en sus aulas. (p. 44)

### **5.1.1. Objetivos de la experiencia**

Los objetivos de la experiencia se han formulado en alineación con el objetivo general de la investigación (véase Sección 2: Objetivos). Además, se ha tenido en cuenta la segmentación del público objetivo al que se dirige la experiencia.

- Representar de manera precisa y realista el patio escolar del CEIP Alfonso X en la experiencia de realidad virtual en *Minecraft*.
- Crear elementos visuales e interactivos que reflejen los cambios realizados en el patio escolar.
- Incluir información sobre los beneficios de los cambios en el patio escolar.
- Asegurar la accesibilidad y el correcto funcionamiento de la experiencia de realidad virtual en un entorno controlado para los usuarios.

### **5.1.2. Descripción de la experiencia**

La experiencia de realidad virtual ha sido diseñada con el objetivo de acercar a la comunidad educativa la estrategia de renaturalización de los patios escolares como medida de adaptación y mitigación frente al cambio climático. En concreto, pretende

mostrar la transformación del entorno de un centro educativo antes y después de implementar el *Programa de Renaturalización de los Patios Escolares* establecido por la Junta de Castilla y León. Actualmente en fase de desarrollo, esta experiencia brinda la oportunidad de anticipar visualmente los cambios y concienciar a la comunidad educativa a los beneficios asociados. De esta manera, es posible regular las expectativas que se forman en torno a este proyecto y mejorar el nivel de satisfacción general de la comunidad.

Por otra parte, el objetivo en las fases posteriores de este proyecto es dar un uso pedagógico a la herramienta, para lo cual se incorporan elementos que anticipan las futuras modificaciones. La herramienta posee un elevado potencial educativo, tal como se ha evidenciado en secciones previas, y permite trabajar contenidos didácticos orientados a la educación ambiental y tecnológica, así como la adquisición de competencias digitales. De esta manera, se busca aprovechar al máximo las funcionalidades de la herramienta y su capacidad para brindar una experiencia de aprendizaje enriquecedora.

El escenario que se ha diseñado se ha basado en los planos del patio escolar del CEIP Alfonso X El Sabio (véase Anexo 2: Planos) situado en Salamanca. Además, se ha tenido en cuenta la orientación del centro para los cambios y adaptaciones que se plantean. El viento predominante en Salamanca durante la mayor parte del año es de componente oeste. Esta información ayuda a determinar la ubicación estratégica de elementos naturales, como árboles y arbustos, para crear barreras naturales que protejan el patio de los vientos fuertes y fríos que soplan desde esa dirección.

También, es relevante para planificar la disposición de elementos como áreas de sombra y crear así espacios más agradables para los estudiantes. En este sentido, *Minecraft* tiene un sistema preciso de direcciones cardinales en el que el sol y la luna salen por el este, y se ponen por el oeste. Ambas trayectorias están fijas con relación a las estrellas. También es posible observar las nubes. Sin embargo, el clima depende del bioma que se selecciona.

Para situar el plano del centro educativo correctamente en *Minecraft*, es necesario desplegar la pantalla de información que muestra los datos del uso de la memoria, las coordenadas del jugador o los FPS (fotogramas por segundo). Para ello, se mueve al usuario por el plano hasta encontrar las coordenadas en las que se pretende diseñar el plano.

En los planos, se observa el perímetro del centro en color rosa y varias subzonas en las que se divide el área del patio escolar. Estas zonas sirven para organizar los espacios en los que se planean los cambios. También, es posible observar el lugar exacto de la vegetación previa a las modificaciones. En la primera versión, se presenta una recreación del patio escolar que no muestra los cambios del proceso de renaturalización. Se han definido también las subzonas del terreno para facilitar el diseño de los cambios posteriormente (véase Ilustración 4).

#### **Ilustración 4**

Planos de las dos versiones en *Minecraft* visión cenital [Captura de pantalla]



En el plano adjunto (véase

**Ilustración 5)** se muestra la representación visual del patio escolar con las modificaciones propuestas resaltadas en color verde.

Esta versión renovada incluye diversas características, como la incorporación de áreas con vegetación autóctona, el tratamiento del subsuelo mediante excavación profunda, la adición de tierra vegetal sin tamizar y la implementación de una malla elevada cubierta de vegetación para proporcionar sombra en la zona infantil.

### Ilustración 5

Plano técnico de los cambios previstos en el patio escolar del CEIP Alfonso X El Sabio (Salamanca) [Captura de pantalla]



En la segunda versión del patio (véase .

**Ilustración 6)**, que incluye los cambios implementados, los usuarios tienen la posibilidad de interactuar con el entorno. Con el objetivo de resaltar los beneficios de estas transformaciones se diseñan libros informativos ubicados en puntos clave que brindan información detallada sobre los cambios realizados permitiendo a los usuarios leer sobre los beneficios.

### **Ilustración 6**

Libro con información sobre el cordón verde en el patio escolar en *Minecraft*. [Captura de pantalla]





Además, el usuario puede interactuar con el entorno realizando tareas para transformar el entorno de manera sostenible. Algunos ejemplos son la plantación de vegetación, diseño del espacio colocando áreas temáticas como huertos escolares o zonas de descanso, construir estructuras sostenibles como invernaderos o sistemas de recolección de agua de lluvia. Incluso, el usuario puede moverse libremente y explorar el entorno, interactuar con objetos del juego como abrir puertas, recolectar recursos naturales, criar animales... También, ofrece la posibilidad de interactuar con otros jugadores permitiendo la comunicación, colaboración y construcción conjunta.

Por otra parte, en *Minecraft* los gráficos presentan un estilo distintivo que combina elementos pixelados con un diseño estilizado. Aunque los bloques y objetos en el juego están compuestos por píxeles, el resultado es una representación visual reconocible y detallada logrando transmitir una sensación de inmersión en el entorno virtual.

En cuanto al sonido, utiliza efectos de sonido ambientales para enriquecer la experiencia del jugador. Por ejemplo, al caminar sobre diferentes tipos de bloques, se puede escuchar el sonido característico del crujido de la grava o la suavidad del césped. Además, el sonido del entorno se adapta a las condiciones atmosféricas. Durante la lluvia, se pueden

escuchar las gotas golpeando el suelo. Además, incluye música de fondo que varía según la situación, como melodías relajantes mientras se explora o melodías más intensas durante momentos de acción. La duración de la experiencia es flexible e ilimitada permitiendo a los participantes explorar y participar en la renaturalización de los patios escolares a su propio ritmo. No hay niveles predefinidos ni aumento de dificultad por el momento.

### **5.1.3. Consideraciones técnicas y de accesibilidad**

La experiencia se ha desarrollado utilizando *QuestCraft* siendo compatible con las gafas de realidad virtual *Meta Quest 2*, así como con ordenador y tabletas. Se ha prestado especial atención a la accesibilidad visual, asegurando que los elementos visuales sean claros y legibles, y se han incorporado opciones de personalización para adaptarse a las necesidades individuales de los usuarios. Además, es posible añadir subtítulos para garantizar la accesibilidad auditiva. Por último, se permite a los usuarios seleccionar el idioma de su preferencia.

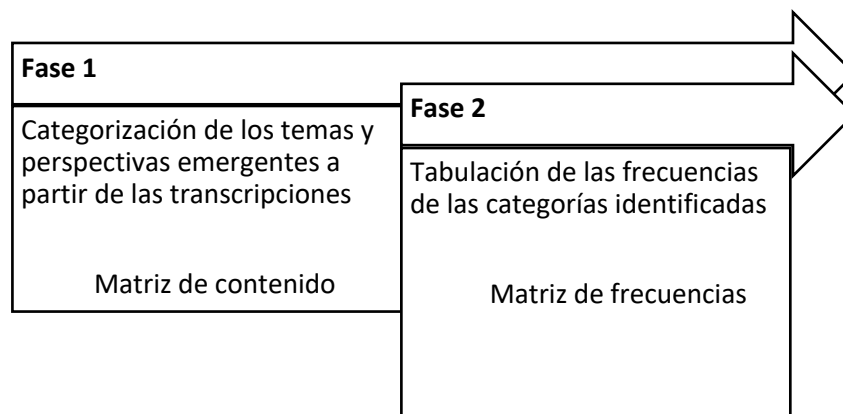
## **5.2. Fase de evaluación**

Para la evaluación del prototipo se ha utilizado una aproximación basada en métodos cualitativos (García-Peñalvo et al., 2018) y se organiza en dos fases (véase

**Ilustración 7).** En primer lugar, se realiza la categorización de las respuestas de las entrevistas para identificar temas y perspectivas emergentes. Posteriormente, se lleva a cabo la tabulación de frecuencias de las categorías identificadas.

## Ilustración 7

Fases de la metodología cualitativa



### 5.2.1. Participantes

Los participantes de este estudio son expertos activos en áreas como tecnología, cambio climático y educación ambiental de la Universidad de Salamanca. Se ha seleccionado a profesionales con una sólida formación académica y experiencia práctica en estos campos. Para la selección de la muestra, se han establecido criterios de inclusión (CI) específicos. La aplicación de estos criterios permite obtener una muestra de expertos adecuada y representativa, lo que contribuye a la validez y confiabilidad de los resultados de la investigación.

- CI1. Los participantes deben ser profesores de la Universidad de Salamanca con disponibilidad para realizar la evaluación de la experiencia de realidad virtual y a proporcionar retroalimentación constructiva.
- CI2. Los participantes deben tener una sólida formación académica y experiencia profesional en las áreas de tecnología, educación o cambio climático.<sup>2</sup>
- CI3. Los participantes deben estar activamente involucrados en sus respectivas áreas de especialización en la fecha de realización de este estudio.

<sup>2</sup> Se considerarán investigaciones previas, publicaciones en revistas académicas, participación en proyectos relacionados o experiencia docente en universidades u otras instituciones educativas.

- CI4. Los participantes deben tener experiencia práctica en el uso de tecnología en entornos educativos y en el análisis de temas relacionados con el cambio climático.<sup>3</sup>

Para verificar el cumplimiento de los criterios, se ha consultado la información disponible en las páginas web oficiales de la Universidad de Salamanca y de la producción científica de dicha institución, asegurándonos así la adecuación de los participantes seleccionados. En total se ha seleccionado una muestra de 10 participantes.

### 5.2.2. Recogida de datos

La evaluación y retroalimentación de la experiencia de realidad virtual se lleva a cabo a través de sesiones individuales en el Laboratorio de Transferencia del Conocimiento Educativo (EDUSAL-LAB) de la Facultad de Educación durante el mes de mayo 2023. Estas sesiones constan de tres partes: contextualización del estudio, visionado y entrevista semiestructurada. El uso de este laboratorio proporciona un entorno seguro para que los participantes utilicen las gafas de realidad virtual. Además, cuenta con una televisión que permite observar en tiempo real lo que el usuario experimenta y facilita las indicaciones o explicaciones necesarias durante la sesión (véase Anexo 4: Presentación diapositivas). Durante la entrevista semiestructurada, se solicita el consentimiento de los participantes para grabar el audio y realizar la transcripción posteriormente.

La encuesta se ha diseñado en base a cuatro subgrupos: general, tecnología, cambio climático y educación. Estos grupos se definen en línea con el objetivo general del estudio, que es evaluar el impacto de una experiencia de realidad virtual en *Minecraft* en la comprensión del proceso de renaturalización de los patios escolares. Se busca obtener retroalimentación de expertos en las áreas de cambio climático, educación y tecnología, con el fin de identificar posibles mejoras para su presentación futura a la comunidad educativa. La primera pregunta se enfoca en obtener la impresión general de los participantes, seguida del análisis de cada una de las áreas abordadas por la herramienta.

---

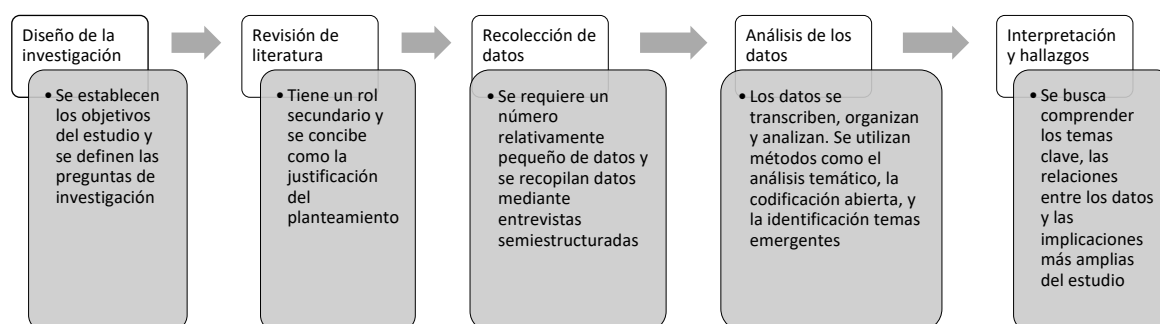
<sup>3</sup> Se considerará la implementación de proyectos educativos que incorporen tecnología o relacionados con el cambio climático.

### 5.2.3. Análisis de datos

La metodología de investigación cualitativa se enmarca en un proceso formado por cinco fases (Hernández et al., 2010): planteamiento del problema, revisión de literatura, recolección de datos, análisis de datos y reporte de resultados. En la siguiente ilustración, se definen las fases de este estudio (véase Ilustración 8).

#### Ilustración 8

Fases del proceso de investigación cualitativa.



Nota. Adaptado de (Hernández et al., 2010).

### 5.2.4. Resultados

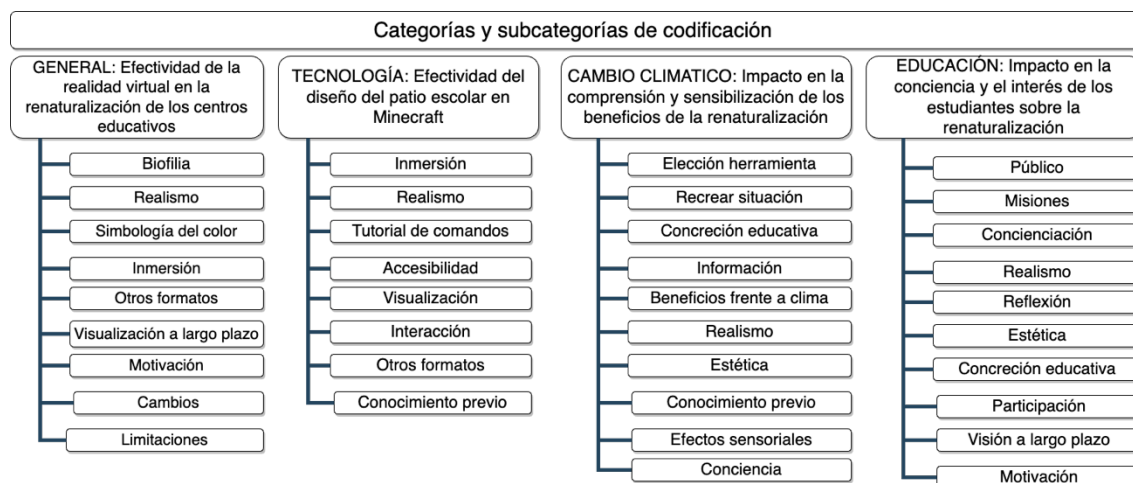
Tras completar las entrevistas, se procede a la transcripción de las grabaciones de audio utilizando *Transkriptor*, un *software* en línea que emplea inteligencia artificial para convertir el contenido auditivo en texto. A continuación, se utiliza Microsoft Excel para organizar los datos y se diseñan dos *matrices*: matriz de contenido y matriz de frecuencias de doble entrada para examinar los resultados (experto – categoría). De esta manera, el contenido fue analizado dentro del mismo sistema de codificación, y los resultados fueron comparados por categoría y experto.

La matriz de contenido asigna a los expertos un código único que garantiza la protección de los datos y permite el posterior análisis de los resultados. Esta matriz se utiliza para categorizar las respuestas, identificar temas principales y perspectivas emergentes. Para ello, se lleva a cabo un análisis exhaustivo de cada respuesta obtenida con el fin de

identificar los temas mencionados, y se registra la cita exacta en la que se hace referencia a cada elemento. A partir de los temas obtenidos, se ha diseñado un esquema que refleja todas las categorías y subcategorías de codificación (véase Ilustración 9).

### Ilustración 9

Categorías y subcategorías de codificación.



Sin embargo, es importante destacar que la matriz de contenido no refleja la naturaleza positiva o negativa de la intervención. Por esta razón, se han diseñado las siguientes tablas que capturan los aspectos críticos de cada elemento.

**Tabla 2**

Resumen de las ideas positivas y negativas expresadas por los participantes en las entrevistas categoría general.

Tema	Ideas positivas	Ideas negativas	Citas
Biofilia	-	No refleja con claridad el término "biofilia"	ESEXP_01 "Pues tal vez no del todo, me explico, ¿sabes? La renaturalización implica considerar el término "biofilia", esa conexión que poseemos los seres humanos con plantas, animales, así como poner en valor el impacto positivo en las emociones, y dentro del ambiente educativo, permite predisponer hacia el aprendizaje"

<b>Realismo</b>	-	Formato videojuego, poco realista	<p>ESEXP_01 <i>“para poder transmitir a través de la realidad virtual el cómo un ambiente se ha transformado, buscaría que fuese lo más cercano a la realidad”</i></p> <p>ESEXP_02 <i>“Es verdad que no es tan realista por lo que bueno te ves dentro, pero un poco en formato videojuego.”</i></p> <p>ESEXP_09 <i>“Es menos realista porque no deja de ser un videojuego. Sí, es menos realista que mi imaginación.”</i></p>
<b>Simbología del color</b>	Importancia del color verde	-	<p>ESEXP_02 <i>“Se ve el cambio del color gris, el color verde y eso eso dice mucho de entrada porque el el verde te hace pensar en naturaleza, entonces creo que eso es importante mostrarlo.”</i></p>
<b>Inmersión</b>	Distribución del espacio e interacción	-	<p>ESEXP_03 <i>“La experiencia virtual te permite al poder sumergirte, ¿no? en lo que es el cole.”</i></p> <p>ESEXP_08 <i>“Yo creo que sí, creo que bueno, al menos lo que hemos visto es que si queda esa esa imagen de de poder situarse en cómo va a ser. Es verdad que el el formato es muy interesante, muy interactivo y eso te da bastantes oportunidades para imaginártelo en en la realidad.”</i></p> <p>ESEXP_10 <i>“La inmersión virtual permite entender perfectamente cómo estará conformado y distribuido el nuevo entorno del patio del centro educativo”</i></p>
<b>Otros formatos</b>	RV más efectiva que representación 2D/3D	-	<p>ESEXP_03 <i>“es bastante efectivo, más más que ver el plano, por ejemplo, yo creo que sí.”</i></p> <p>ESEXP_07 <i>“Sí, a ver, entiendo que esta experiencia lo que permite es visualizar de una manera más real que en un plano que al final no está en 3D, que no puedes asumirlo como tan real, por así decirlo.”</i></p>

			ESEXP_10 “Creo que la transmisión de esta transformación es más efectiva a través de la realidad virtual que a través de un plano, o recreaciones en ordenador 2D/3D.”
<b>Visualización a largo plazo</b>	RV permite la visión a largo plazo	-	ESEXP_04 “Con la realidad virtual se hace una bastante buena idea de cómo... de cómo quedaría a largo plazo...hacerte una idea más realista.”
<b>Motivación</b>	Predisposición e interés por lo que va a ocurrir	-	ESEXP_05 “Es como ver ya lo que va a pasar, entonces te motiva a tener ganas de que se haga, empiezas a pensar cosas que puedes hacer...”
<b>Cambios</b>	RV permite observar el antes y el después	-	ESEXP_05 “Ves un antes y un después sí. Si es tu “cole”, no se han hecho cambios en el patio del centro, y lo ves en virtual, que tú lo conoces y lo ves todo diferente... yo creo que sí”  ESEXP_06 “Pues sí, porque se ve claramente la diferencia entre el antes y el después. La vegetación, el cambio del suelo...”
<b>Limitaciones</b>	-	Interactuar con la vegetación	ESEXP_07 “Quiero decir, porque en la naturaleza las plantas se huelen, se tocan y esto no lo permite.”

**Tabla 3**

Resumen de las ideas positivas y negativas expresadas por los participantes en las entrevistas categoría tecnología.

<b>Tema</b>	<b>Ideas positivas</b>	<b>Ideas negativas</b>	<b>Citas</b>
<b>Inmersión</b>	-	No consigue recrear la transformación	ESEXP_01 “Siguiendo con mi respuesta, creo que no se ha conseguido del todo, yo buscaría recrear esa transformación con fotografías panorámicas, ¿entiendes?”
<b>Realismo</b>	Dimensión de los elementos y compromiso adecuado	Pixelado y uso de otros programas	ESEXP_01 “Yo apostaría por otros programas, que permitan, ya sea un montaje con fotografías o con algunos específicos como Autocad o similares, ya que son los que justamente se utilizan para mostrar un espacio que aún no existe.”



			<p>ESEXP_03 <i>“Es verdad que no es tan realista, pero yo creo que es un compromiso adecuado...suficientemente realista ¿no? para ver cómo va a ser y también a la vez facilita, pues que cualquier persona pueda diseñar o utilizarla, yo creo.”</i></p> <p>ESEXP_05 <i>“A mí me gusta, aunque se ven los cuadrados a mí me ha sorprendido, el árbol tiene dimensión, miras hacia arriba y ves los huequitos de las ramas. A mí sí me ha gustado.”</i></p> <p>ESEXP_07 <i>“A lo mejor sí que es verdad que estamos acostumbrados ya a ver la realidad en las gafas de realidad virtual, todo mucho más, mucho más definido, mucho más realista y no deja de ser como bastante pixelado todo”</i></p>
<b>Tutorial de comandos</b>	Importancia de conocer los comandos de la herramienta	-	<p>ESEXP_02 <i>“habría primero que hacer un tutorial previo para para poder determinar los comandos para cada una de las partes.”</i></p> <p>ESEXP_03 <i>“Sí, eso es yo creo que como hemos comentado ¿no? El Minecraft tiene la ventaja de que es relativamente sencillo ¿no? a nivel tecnológico, pero a la vez permite visualizar y sumergirte y ver de forma más efectiva.”</i></p>
<b>Accesibilidad</b>	Herramienta efectiva para el público al que está orientado	-	<p>ESEXP_04 <i>“Me parece una buena herramienta, la verdad no se me ocurre otra mejor para acercarla a niños... y, sobre todo, darles la posibilidad de participar.”</i></p> <p>ESEXP_06 <i>“Entiendo que depende del público al que se dirija, pues puede ser perfectamente ideal.”</i></p> <p>ESEXP_08 <i>“Es un formato cercano para la comunidad educativa y eso puede ayudar también a que lo sientan suyo y se motiven con los cambios, así que sí.”</i></p>

			ESEXP_09 “Más fácil y más asequible para ellos, porque no es excesivamente complejo, porque lo han utilizado, porque yo por lo menos he visto a mis hijos jugando con eso”
			ESEXP_04 “Entonces, me parece una buena aplicación, porque, aunque, sencilla, te permite ver visualmente bien todos los elementos en el espacio...imaginarte con esos datos muy...claros.”
<b>Visualización</b>	Herramienta efectiva para visualizar los cambios	-	ESEXP_06 “Minecraft creo que permite verlo lo suficientemente bien como para que los estudiantes se hagan una buena idea. También es un lenguaje, una forma de visualizar las cosas en las que yo creo que ellos están más acostumbrados que nosotros”
			ESEXP_08 “Sí, totalmente, creo que sí”
<b>Interacción</b>	Permite la interacción del usuario	-	ESEXP_04 “Darles la posibilidad de participar, o sea, de que ellos también incluyan, pues alguna idea que tengan sobre la propia maqueta del proyecto.”
<b>Otros formatos</b>	Mayor interés por RV que representación en plano	-	ESEXP_07 “Lo mismo, vuelvo que es mejor que en un folio.”
<b>Conocimiento previo</b>	Conocer previamente el espacio sin renaturalizar	-	ESEXP_10 “Dado que la comunidad educativa conoce perfectamente el patio en su versión sin renaturalizar, esta experiencia inmersiva permite que las personas recreen perfectamente en su cabeza y comprendan mucho mejor cómo estará configurado el espacio tras las modificaciones.”

**Tabla 4**

Resumen de las ideas positivas y negativas expresadas por los participantes en las entrevistas categoría cambio climático.

<b>Tema</b>	<b>Ideas positivas</b>	<b>Ideas negativas</b>	<b>Citas</b>
-------------	------------------------	------------------------	--------------

<b>Elección herramienta</b>	La elección es correcta para concienciar sobre la necesidad de cuidar el entorno	La elección no es correcta, sería mejor una herramienta más realista	<p>ESEXP_01 <i>“Minecraft es una opción no muy adecuada, pero pensando en que desde mi punto de vista sería más adecuado acercarse a algo más a la realidad”</i></p> <p>ESEXP_09 <i>“Puede ayudar a que la gente esté más concienciada de la necesidad de cuidar el entorno, de plantear un entorno más habitable. Por supuesto que sí. Por supuesto que sí.”</i></p>
<b>Recrear situación</b>	Permite recrear situaciones que no existen en la vida real	-	<p>ESEXP_02 <i>“Sí, definitivamente la experiencia virtual permite recrear cosas que en la vida real no se pueden emular, entonces, definitivamente ayuda en un cien por cien.”</i></p> <p>ESEXP_10 <i>“Entonces, al final te hace ver que otro mundo es posible. O sea, que tú puedes ver que tú estás acostumbrado a ver una cosa, pero que podría ser de otra manera. Entonces, claro, esa otra manera, la que puede ser, te acerca más a lo que estamos pensando, que sería más habitable, más sostenible. En esa parte sí.”</i></p>
<b>Concreción educativa</b>	-	Necesidad de generalizar el contexto de la renaturalización a un nivel más amplio y definir una actividad educativa.	<p>ESEXP_02 <i>“para poder tener una experiencia distinta hay que entrar con un comando y poder definir cuáles son las áreas de las zonas donde vas a estar, y en ese sentido, poder definir como un mapa...”</i></p> <p>ESEXP_03 <i>“hacer una actividad que es una misión...un reto asociado con ese contexto, eso es, con el mismo diseño, hacer una misión como actividad.”</i></p> <p>ESEXP_06 <i>“Número de estrellitas que son los libros y que, pues, cuando los lean todos, pues han completado las estrellitas para que tengan todas las estrellitas.”</i></p> <p>ESEXP_07 <i>“La diferencia que ves es que un patio está sin verde, por así decirlo, o sin plantas o sin naturaleza más salvaje, y en el</i></p>

			<p><i>otro, pues si hay más elementos naturales como plantas. Para tener una conexión profunda para tener eso, necesitas tener más contenido, no sólo ver algo...</i></p> <p>ESEXP_08 <i>“No sé si a través de una tecnología podemos llegar a una comprensión tan profunda, no, pero es verdad que sí, que es un intento interesante de acercarse a comprenderlo, así que posiblemente sí, desde luego mal no hace”</i></p> <p>ESEXP_10 <i>“Tengo dudas de si esa concienciación 'micro' se generalizará en una concienciación más amplia sobre los desafíos asociados con el cambio climático, y cómo estas pequeñas acciones pueden ayudar a abordar estos desafíos globales.”</i></p>
<b>Información disponible</b>	Carácter interdisciplinar de la información	Profundizar en la información	<p>ESEXP_03 <i>“Es verdad que, en los libros, bueno, en los paneles que hemos visto, se habla de los efectos que tienen, pero no se hace realmente mucha referencia al cambio climático...en los que yo he leído... creo que es un punto que se podría profundizar o mejorar un poquito”</i></p> <p>ESEXP_05 <i>“Al final tú estás jugando, pero a la vez, lees información porque incluyes biología, ecología... si es bueno para esto, para lo otro...así que sí, yo creo que sí, que está bastante bien.”</i></p>
<b>Beneficios renaturalización Vs. clima</b>	-	Prevalecen los beneficios de la renaturalización frente a la sensibilización del cambio climático	ESEXP_03 <i>“Yo creo que ahora si lo enseñas a profes... a padres... se van a quedar más con la idea de que la sombra es buena para sus hijos, no tanto con el clima. Yo creo que los padres en general van a tener más preferencia a eso.”</i>
<b>Realismo</b>	La experiencia es realista y se observa la reproducción de la vegetación	-	ESEXP_04 <i>“Se ve bastante bien como...la estructura de plantas...de árboles...sí, la vegetación como que se reproduce, muy, muy visualmente y te hace tener una</i>

			<i>sensación bastante realista de lo que es.”</i>
<b>Estética</b>	Importancia de la estética	-	ESEXP_05 <i>“La verdad es que sabes ponerlo, así como tan...tan... bonito de plantas, de flores tan verdes como que...sí, que se nota que hay un cambio con respecto a lo que puede haber ahora ¿no? O sea, la estética también...te da esa idea”</i>
<b>Conocimiento previo</b>	-	Necesario contar con conocimiento previo sobre cambio climático	ESEXP_07 <i>“O sea, entiendo que una persona que ya viene de base con cierta conciencia y conocimiento sobre ello, y puede ayudarlo, pero si no tienes ese conocimiento...no tiene por qué.”</i>
<b>Efectos sensoriales</b>	Efectos sonoros de la experiencia	-	ESEXP_08 <i>“Se oían pajaritos. El ruido del del suelo cambiaba dependiendo de la superficie sobre la que han andaba.... Eso está, eso está bien porque te da una idea de la experiencia más completa.”</i>
<b>Conciencia</b>	La comunidad educativa toma conciencia de los beneficios		ESEXP_10 <i>“Considero que gracias a la realidad virtual creada las personas de la comunidad educativa tomarán una mayor conciencia de los beneficios de la renaturalización en su contexto particular.”</i>

**Tabla 5**

Resumen de las ideas positivas y negativas expresadas por los participantes en las entrevistas categoría educación.

<b>Tema</b>	<b>Ideas positivas</b>	<b>Ideas negativas</b>	<b>Citas</b>
<b>Público</b>	-	No es adecuada para la comunidad educativa	ESEXP_01 <i>“Pensaría hacia qué público está dirigido, ya que yo propondría probar con otros juegos más realistas como Cities skylines o algún otro como Planet coaster, Fornite creative, Satisfactory, Los SIMS, etc”</i>
<b>Misiones</b>	-	Falta crear misiones o retos “educativos”	ESEXP_01 <i>“Se me ha ocurrido que tal vez, con alguno de estos juegos se pueda crear uno en el que el protagonista tenga alguna misión y que las plantas y los árboles tengan mayor valor o le permitan tener</i>

	Contextualizar para edades muy bajas	<p><i>mejores escondites, que le den más vidas, le devuelvan el aire, la energía, una forma de decir que les conviene tener naturaleza cerca aún en un mundo virtual.”</i></p> <p>ESEXP_03 <i>“Haciendo una misión o una actividad, yo creo que sí. Ahora, como está ahora mismo está bien, pero si se profundiza y se hiciera... una interacción... como que si se interactúa más.”</i></p> <p>ESEXP_06 <i>“Supongo que el hecho de generar esa estrategia como de juegos, pero claro, también esto depende de que los estudiantes tengan esto de su disposición y puedan jugar y tal. Pero yo creo que eso, sí, que ese sería un poco el cambio.”</i></p> <p>ESEXP_07 <i>“Alguna misión sí. A ver, depende de la edad. Creo que sí, que se puede hacer de una manera más enfocada, por ejemplo, si son niños muy pequeños, creo que se le debería dar una contextualización para situarles mucho más, que además se enganchen un poco, pues eso, con que sea un poco más un juego en el que ellos elijan cómo renaturalizar el patio. Eso me parece lo más importante, hacerles partícipes y eso ya lo cumple.”</i></p>
<b>Concienciación</b>	Poder para aumentar la concienciación sobre la importancia de espacios verdes	<p>-</p> <p>ESEXP_10 <i>“Creo que esta experiencia puede ser una herramienta poderosa para aumentar la concienciación de los estudiantes sobre la importancia de disponer de espacios verdes en los patios escolares”</i></p>
<b>Realismo</b>	Contexto del centro educativo	<p>Mejorar el realismo para que la experiencia sea más vivencial</p> <p>ESEXP_07 <i>“Te puede permitir generar una imagen más realista de ese espacio. Por ejemplo, tú puedes ver un documental en el que han naturalizado un espacio, pero no es tu espacio, no es tu contexto, en el que tú estás acostumbrado a llevar a cabo tus hábitos o tu vida escolar. Sin embargo, aquí te están dando</i></p>

			ese espacio para que tú te lo imagines con tu propio centro, entonces creo que eso ayudaría mucho.”
			ESEXP_10 “ <i>Nivel de realismo más alto, que aprovechara el potencial de la realidad aumentada para que la experiencia sea aún más vivencial.</i> ”
<b>Reflexión</b>	-	Mayor tiempo para la reflexión	ESEXP_03 “Si hubiese un poco más de tiempo para reflexionar sobre lo que les estimula. Eso es, algo que les estimule a pensar. Creo que sí, es bastante potente. Yo creo que está sí, habría que pensar cómo sería..”
<b>Estética</b>	La estética fomenta el interés	-	ESEXP_03 “ <i>Más fresco en verano, por ejemplo, días de calor que pueden estar jugando y que puedan encontrar sitios de sombra más frescos ¿no? y más bonitos, o sea, es la estética.</i> ”
			ESEXP_02 “ <i>Entonces los niños, lo que van a querer ver es la experiencia como tal virtual, pero no en realidad hacer un cambio sobre la importancia, efectivamente de tener aire, porque los árboles...de renaturalizar los espacios, entonces creo que ahí le haría falta un poquito de explicación.</i> ”
<b>Concreción educativa</b>	-	Diseñar una acción o propuesta educativa más concreta	ESEXP_09 “ <i>Creo que lo primero es tener claro lo que se quiere lograr y cuáles son los objetivos planteados. Luego, se debe elegir una metodología y herramientas que ayuden a alcanzar esos objetivos.</i> ”
			ESEXP_10 “ <i>Entiendo que es necesario presentar este recurso en el marco de una acción educativa más amplia que aborde cuestiones relacionadas con la importancia de la renaturalización de los espacios urbanos (niveles meso/macro), y que la renaturalización de la escuela se presente como un</i>

			<i>proyecto (nivel micro) para colaborar en este proceso”</i>
<b>Participación</b>	Tienen la posibilidad de colaborar en el diseño y con el entorno  Interdisciplinariad ad	-	ESEXP_04 “ <i>Sí, o que no solamente sea verla, sino estudiar las propiedades que puede tener. Pues determinadas plantas, a lo mejor que hace que haya menos mosquitos ¿para qué sirven las plantas? Efectos medicinales. Para aprender en este entorno, de calcular medidas a lo mejor, pues como... ¿cuántas plantas tienes que poner aquí para que ocupe todo un panel? Ahí puedes estudiar matemáticas”</i>  ESEXP_05 “ <i>Incluso pueden derivar actividades de construir un bosque de tal tipo ¿no? Ahí están estudiando, a la vez que están jugando... A mí me parece muy bien.”</i>  ESEXP_07 “ <i>Además, me parece muy importante que no le estás dando un producto, sino que estás utilizando la tecnología un poco al servicio de la educación, algo pedagógico para que ellos puedan seguir elaborando y haciendo su propio espacio y, poder, pues eso, trabajar con ello sin que tengan que contar con un ingeniero informático que les modifique esa aplicación”</i>
<b>Visión a largo plazo</b>	Visión a largo plazo de la vegetación	-	ESEXP_06 “ <i>Creo que también les puede ayudar a ser conscientes de que lo que cambia el patio y, sobre todo, también cuando estén plantados los árboles, pero los árboles no hayan crecido, pues un poco la visión de cómo va a ser el centro. Entonces creo que puede ser muy importante en ese sentido...”</i>
<b>Motivación</b>	Herramienta atractiva	Dificultad para mantener el interés a largo plazo	ESEXP_02 “ <i>Fomenta el interés, sí...”</i>  ESEXP_03 “ <i>La renaturalización... pues yo creo que sí, que como herramienta puede ser útil a nivel educativo y pues precisamente por eso, porque es una herramienta</i>



---

*muy atractiva ¿no? Es algo como que llama bastante la atención”*

*ESEXP\_05 “Cuando son pequeños creo que es muy motivador porque es su propio centro, pueden jugar y diseñar los cambios.... Creo que estarán interesados en la experiencia y, además, les hace partícipes e interactúan con esta temática.”*

*ESEXP\_06 “Sobre todo en el antes yo creo que seguro que les motiva mucho sobre cómo puede ser el cambio cuando una vez estén los patios escolares hechos.”*

*ESEXP\_08 “Entonces, fomenta la conciencia y el interés, desde luego, porque los cambios son tan significativos entre un patio como el que planteáis en y el resultad... son tan interesantes y tan profundos que desde luego, seguramente los estudiantes después de pasar por este formato tengan ganas ya de ver ese patio naturalizado entonces, seguro que sí, sí, sí.”*

*ESEXP\_09 “En mi opinión, la experiencia despierta el interés debido a su novedad. Es emocionante presenciarlo. Sin embargo, considero que es más una cuestión de excitación que de motivación. El problema está en mantener el interés a lo largo del tiempo.”*

*ESEXP\_10 “Aunque no creo que por sí misma pueda ejercer de palanca que promueva la concienciación y el aumento de interés”*

---

- Fase 2

En esta fase, la matriz de frecuencias generales emplea un enfoque cuantitativo al tabular las frecuencias de las categorías identificadas proporcionando una visualización objetiva

de la prevalencia de cada categoría. Las intervenciones toman el valor 1 si se menciona el tema en la entrevista y el valor 0 si no se menciona. Posteriormente, el análisis de frecuencias se ha organizado en base a tres categorías: frecuencia alta ( $x < 4$ ), frecuencia intermedia ( $2 \leq x \leq 4$ ) y frecuencia baja ( $x < 2$ ).

**5.3. P1: ¿Consideras que la experiencia virtual logra transmitir de manera efectiva las transformaciones de los centros educativos en el contexto de la renaturalización? ¿Por qué?**

En esta matriz (véase Ilustración 10), se observa que los valores de las frecuencias se sitúan en el grupo intermedio y bajo porque ninguna de las subcategorías es mayor que 4. Sin embargo, podemos diferenciar las categorías más mencionadas (valor=3): *realismo*, *inmersión* y *otros formatos* que corresponden a una frecuencia intermedia. Por otra parte, *cambios* obtiene un valor de 2 que corresponde también con frecuencia intermedia.

El resto de las subcategorías se mencionan con una probabilidad de 1/10 participantes por lo que adquieren una frecuencia baja. Estas subcategorías corresponden con *biofilia*, *simbología del color*, *visualización*, *motivación* y *limitaciones*.

**Ilustración 10**

Matriz de frecuencias categoría general.

CÓDIGO	GENERAL: Efectividad de la realidad virtual en la renaturalización de los centros educativos.							
	Biofilia	Realismo	Simbología del color	Inmersión	Otros formatos	Visualización a largo plazo	Motivación	Cambios
ESEXP_01	1	1	0	0	0	0	0	0
ESEXP_02	0	0	1	0	0	0	0	0
ESEXP_03	0	1	0	1	1	0	0	0
ESEXP_04	0	0	0	0	0	1	0	0
ESEXP_05	0	0	0	0	0	0	1	1
ESEXP_06	0	0	0	0	0	0	0	1
ESEXP_07	0	0	0	0	1	0	0	0
ESEXP_08	0	0	0	1	0	0	0	0
ESEXP_09	0	1	0	0	0	0	0	0
ESEXP_10	0	0	0	1	1	0	0	0
	1	3	1	3	3	1	1	2

**5.4. P2: ¿Crees que el diseño del patio escolar en Minecraft ha permitido una mejor visualización y comprensión de cómo se verá el espacio una vez implementado?**

En esta matriz (véase Ilustración 11) que refleja la efectividad del diseño en *Minecraft*, se observa que la subcategoría *accesibilidad* es la más mencionada (5 expertos) con una frecuencia alta (se cumple la igualdad  $5 > 4$ ), seguida de la subcategoría *realismo* (4 expertos) y *visualización* (3 expertos) que cuentan con una frecuencia intermedia (los valores son mayores o iguales que 2 y menores o iguales que 4). Finalmente, las subcategorías *inmersión*, *tutorial de comandos*, *interacción*, *otros formatos* y *conocimiento previo* toman una frecuencia baja.

### Ilustración 11

Matriz de frecuencias categoría tecnología.

CÓDIGO	TECNOLOGÍA: Efectividad del diseño del patio escolar en Minecraft para visualizar y comprender la transformación del espacio.							
	Inmersión	Realismo	Tutorial comandos	Accesibilidad	Visualización	Interacción	Otros formatos	Conocimiento previo
ESEXP_01	1	1	0	0	0	0	0	0
ESEXP_02	0	0	1	0	0	0	0	0
ESEXP_03	0	1	0	1	0	0	0	0
ESEXP_04	0	0	0	1	1	1	0	0
ESEXP_05	0	1	0	0	0	0	0	0
ESEXP_06	0	0	0	1	1	0	0	0
ESEXP_07	0	1	0	0	0	0	1	0
ESEXP_08	0	0	0	1	1	0	0	0
ESEXP_09	0	0	0	1	0	0	0	0
ESEXP_10	0	0	0	0	0	0	0	1
	1	4	1	5	3	1	1	1

#### 5.5. P3: ¿Consideras que la experiencia virtual te brinda una comprensión más profunda de los beneficios y desafíos asociados a la renaturalización del patio escolar en el contexto del cambio climático? ¿Por qué?

En esta matriz (véase Ilustración 12), se observa que destaca claramente la subcategoría *concreción educativa* que ha sido mencionada hasta en 6 ocasiones. Es la única subcategoría con un rango de frecuencia alta.

Por otra parte, las variables *elección herramienta*, *recrear situación* e *información* obtienen un valor 2 que corresponde con una frecuencia intermedia-baja. Finalmente, la mayoría de las subcategorías solamente se han mencionado en una ocasión por un experto (valor 1). Éstas son: *beneficios frente al clima*, *realismo*, *estética*, *conocimiento previo*, *efectos sensoriales* y *conciencia*.

## Ilustración 12

Matriz de frecuencias categoría cambio climático.

CÓDIGO	CAMBIO CLIMATICO: Impacto en la comprensión y sensibilización sobre la renaturalización del patio escolar.								
	Elección herramienta	Recrear situación	Concreción (educativa)	Información	Beneficios vs clima	Realismo	Estética	Conocimiento prev	Conciencia
ESEXP_01	1	0	0	0	0	0	0	0	0
ESEXP_02	0	1	1	0	0	0	0	0	0
ESEXP_03	0	0	1	1	1	0	0	0	0
ESEXP_04	0	0	0	0	0	1	1	0	0
ESEXP_05	0	0	0	1	0	0	0	0	0
ESEXP_06	0	0	1	0	0	0	0	0	0
ESEXP_07	0	0	1	0	0	0	0	1	0
ESEXP_08	0	0	1	0	0	0	0	0	0
ESEXP_09	1	1	0	0	0	0	0	0	0
ESEXP_10	0	0	1	0	0	0	0	0	1
	2	2	6	2	1	1	1	1	1

### 5.6. P4: ¿En qué medida crees que la experiencia virtual con las gafas 3D fomenta la conciencia y el interés de los estudiantes sobre la importancia de la renaturalización de los patios escolares? ¿Cómo podría mejorarse?

Esta matriz (véase Ilustración 13) refleja la retroalimentación de los expertos en el ámbito educativo. Las respuestas reflejan que la subcategoría *motivación* es el tema más mencionado en esta pregunta con una frecuencia alta (valor 7). Seguido, *misiones* obtiene un valor de 4 considerándose también frecuencia alta junto con la subcategoría *motivación*. En el siguiente grupo, con frecuencia intermedia se observa *concreción educativa* (3), *participación* (3) y *realismo* (2). Finalmente, las subcategorías con frecuencia baja son *público*, *concienciación*, *reflexión* y *estética*.

## Ilustración 13

Matriz de frecuencias categoría educación.

CÓDIGO	EDUCACIÓN: Impacto en la conciencia y el interés de los estudiantes en la renaturalización del patio escolar.									
	Público	Misiones	Concienciación	Realismo	Reflexión	Estética	Concreción educativa	Participación	Motivación	
ESEXP_01	1	1	0	0	0	0	0	0	0	
ESEXP_02	0	0	0	0	0	0	1	0	1	
ESEXP_03	0	1	0	0	1	0	0	0	1	
ESEXP_04	0	0	0	0	0	1	0	1	0	
ESEXP_05	0	0	0	0	0	0	0	1	1	
ESEXP_06	0	1	0	0	0	0	0	0	1	
ESEXP_07	0	1	0	1	0	0	0	1	0	
ESEXP_08	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
ESEXP_09	0	0	0	0	0	0	1	0	1	
ESEXP_10	0	0	1	1	0	0	1	0	1	
	1	4	1	2	1	1	3	3	7	

Sin embargo, estos resultados por sí mismos nos pueden indicar algunas tendencias que debemos confirmar con el análisis de los casos de estudio individualmente. Para ello, utilizamos la matriz de contenido y las tablas que resumen las ideas mencionadas por los expertos.

## 6. Discusión de los resultados

En este apartado y el posterior, se analizan los resultados obtenidos en un orden inverso al análisis realizado, con el fin de ofrecer una visión general de los datos a través de las tablas de frecuencias y luego profundizar en los casos particulares mediante las tablas que resumen las ideas de los participantes.

### 6.1. P1: *¿Consideras que la experiencia virtual logra transmitir de manera efectiva las transformaciones de los centros educativos en el contexto de la renaturalización? ¿Por qué?*

En el apartado de resultados, vimos que los resultados revelan frecuencias intermedias y bajas para las subcategorías, destacando *realismo*, *inmersión* y *otros formatos* con mayor frecuencia. Además, la categoría de *cambios* tenía una frecuencia intermedia.

En la categoría *realismo*, se observa una inclinación ligeramente negativa. Según las citas proporcionadas, los participantes expresan su deseo de que la realidad virtual transmita de manera más fiel la transformación del entorno. Uno de los participantes menciona: "Para poder transmitir a través de la realidad virtual cómo un ambiente se ha transformado, buscaría que fuese lo más cercano a la realidad" (ESEXP\_01). Otro participante afirma: "Es menos realista porque no deja de ser un videojuego. Sí, es menos realista que mi imaginación" (ESEXP\_09).

En contraste, la subcategoría de *inmersión* se percibe de manera positiva. Los participantes señalan que la experiencia virtual les permite sumergirse en el entorno escolar y visualizar de manera efectiva cómo será el nuevo patio. Uno de ellos comenta: "La experiencia virtual te permite al poder sumergirte, ¿no? en lo que es el cole" (ESEXP\_03). Otro participante destaca: "Es verdad que el formato es muy interesante,

muy interactivo y eso te da bastantes oportunidades para imaginártelo en la realidad" (ESEXP\_08).

Por su parte, la subcategoría *otros formatos* también es valorada de manera positiva. Los participantes argumentan que esta opción resulta bastante efectiva, superando las limitaciones de un plano convencional en 2D. Uno de ellos menciona: "Sí, a ver, entiendo que esta experiencia lo que permite es visualizar de una manera más real que en un plano que al final no está en 3D, que no puedes asumirlo como tan real, por así decirlo" (ESEXP\_07).

Los resultados indican que, en general, la experiencia virtual tiene una efectividad moderada para transmitir las transformaciones de los centros educativos en el contexto de la renaturalización. Si bien los participantes expresan cierta insatisfacción con el nivel de realismo, valoran positivamente la inmersión frente a otros formatos de representación. Esto sugiere que la capacidad de sumergirse en el entorno virtual y visualizarlo de manera más auténtica y tangible es un aspecto importante para mejorar la experiencia de los usuarios. Sin embargo, cabe destacar que la elección de utilizar *Minecraft* como herramienta se justifica debido a su reconocimiento como un videojuego familiar para la comunidad educativa, además de ofrecer un equilibrio adecuado entre realismo y potencial didáctico.

#### **6.2. P2: ¿Crees que el diseño del patio escolar en *Minecraft* ha permitido una mejor visualización y comprensión de cómo se verá el espacio una vez implementado?**

Los resultados de la matriz muestran que la subcategoría *accesibilidad* es la más mencionada por los expertos, lo cual indica que *Minecraft* es considerado una herramienta efectiva para el público al que está orientado. Los participantes destacan la simplicidad tecnológica de *Minecraft* y cómo permite una visualización e inmersión efectiva en el entorno virtual. Según uno de los expertos, "*Minecraft* tiene la ventaja de que es relativamente sencillo a nivel tecnológico, pero a la vez permite visualizar y sumergirse y ver de forma más efectiva" (ESEXP\_03). Otro participante afirma, "Es un formato

cercano para la comunidad educativa y eso puede ayudar también a que lo sientan suyo y se motiven con los cambios" (ESEXP\_08).

En cuanto al realismo, se observa una perspectiva mixta. Algunos expertos mencionan que *Minecraft* no es tan realista como otras herramientas, pero consideran que ofrece un compromiso adecuado para visualizar los cambios en el entorno escolar. Según uno de los expertos, "Es verdad que no es tan realista, pero yo creo que es un compromiso adecuado...suficientemente realista ¿no? para ver cómo va a ser y también a la vez facilita, pues que cualquier persona pueda diseñar o utilizarla" (ESEXP\_03). Sin embargo, otro experto menciona, "A lo mejor sí que es verdad que estamos acostumbrados ya a ver la realidad en las gafas de realidad virtual, todo mucho más, mucho más definido, mucho más realista y no deja de ser como bastante pixelado todo" (ESEXP\_07).

En la subcategoría *visualización*, los expertos tienen una percepción positiva. Destacan que *Minecraft* es una herramienta efectiva para visualizar los cambios en el entorno, ya que permite una representación clara y visualmente atractiva de los elementos espaciales. Según uno de los expertos, "*Minecraft* creo que permite verlo lo suficientemente bien como para que los estudiantes se hagan una buena idea. También es un lenguaje, una forma de visualizar las cosas en las que yo creo que ellos están más acostumbrados que nosotros" (ESEXP\_06).

Según los datos anteriores, se puede concluir que el diseño del patio escolar en *Minecraft* ha demostrado ser efectivo para la visualización y comprensión del espacio. Los expertos consideran que *Minecraft* es una herramienta accesible y adecuada para el público escolar. Además, permite una visualización clara y efectiva de los elementos del entorno escolar. Aunque hay opiniones mixtas sobre el realismo, se percibe como una herramienta adecuada para representar los cambios.

**6.3. P3: ¿Consideras que la experiencia virtual te brinda una comprensión más profunda de los beneficios y desafíos asociados a la renaturalización del patio escolar en el contexto del cambio climático? ¿Por qué?**

Los datos reflejan que la subcategoría *concreción educativa* se ha mencionado un total de 6 veces, lo que indica una alta frecuencia. En esta subcategoría, los expertos resaltan la necesidad de generalizar el contexto de la renaturalización a un nivel más amplio y definir actividades educativas específicas. Uno de los expertos manifiesta (ESEXP\_02), "para poder tener una experiencia distinta hay que entrar con un comando y poder definir cuáles son las áreas de las zonas donde vas a estar, y en ese sentido, poder definir como un mapa...". Otro experto (ESEXP\_03) menciona la importancia de realizar actividades como misiones asociadas al diseño, afirmando que "hacer una actividad que es una misión...un reto asociado con ese contexto, eso es, con el mismo diseño, hacer una misión como actividad.". Los expertos sugieren ideas como definir zonas del patio mediante comandos y realizar misiones asociadas al diseño. Además, se resalta la importancia de establecer metas concretas, como completar libros o estrellitas, para fomentar una conexión profunda con la naturaleza. Sin embargo, existe cierta incertidumbre sobre si la tecnología puede brindar una comprensión profunda, aunque se reconoce que es un intento interesante.

En cuanto la *elección de herramienta*, hay opiniones divergentes. Mientras un experto (ESEXP\_01) considera que *Minecraft* no es una opción muy adecuada y sugiere acercarse a algo más realista, otro experto (ESEXP\_09) destaca que puede ayudar a concienciar sobre la necesidad de cuidar el entorno y plantear un entorno más habitable, afirmando: "Puede ayudar a que la gente esté más concienciada de la necesidad de cuidar el entorno, de plantear un entorno más habitable. Por supuesto que sí. Por supuesto que sí."

En *recrear situación*, los expertos resaltan la capacidad de la experiencia virtual en *Minecraft* para recrear situaciones que no se pueden emular en la vida real. Como menciona un experto (ESEXP\_02), "Sí, definitivamente la experiencia virtual permite recrear cosas que en la vida real no se pueden emular, entonces, definitivamente ayuda en un cien por cien." Esta afirmación enfatiza el valor de la experiencia virtual como una herramienta única para la recreación de situaciones. Además, otro experto destaca cómo esta capacidad de recreación en *Minecraft* permite visualizar y acercarse a un entorno más habitable y sostenible. En sus palabras (ESEXP\_10), "Entonces, al final te hace ver que otro mundo es posible. O sea, que tú puedes ver que tú estás acostumbrado a ver una cosa,



pero que podría ser de otra manera. Entonces, claro, esa otra manera, sería más habitable, más sostenible."

En cuanto a *información disponible*, se destaca su carácter interdisciplinario y su inclusión de temas como biología y ecología, como menciona un experto (ESEXP\_05): "Al final tú estás jugando, pero a la vez, lees información porque incluyes biología, ecología... si es bueno para esto, para lo otro... así que sí, yo creo que sí, que está bastante bien." Sin embargo, otro experto sugiere la necesidad de profundizar en la información proporcionada, especialmente en lo relacionado con el cambio climático, mencionando (ESEXP\_03): "Es verdad que, en los libros, bueno, en los paneles que hemos visto, se habla de los efectos que tienen, pero no se hace realmente mucha referencia al cambio climático... en los que yo he leído... creo que es un punto que se podría profundizar o mejorar un poquito."

Según los datos anteriores, la conclusión es que la experiencia virtual en *Minecraft* puede brindar una comprensión más profunda de los beneficios y desafíos asociados a la renaturalización del patio escolar en el contexto del cambio climático. Los expertos destacan la capacidad de la experiencia virtual para recrear situaciones que no se pueden emular en la vida real, lo cual permite visualizar y acercarse a un entorno más habitable y sostenible. Además, se resalta el carácter interdisciplinario de la información disponible en *Minecraft*, que incluye temas como biología y ecología, lo cual es considerado positivo.

Sin embargo, existe cierta incertidumbre sobre si la tecnología puede brindar una comprensión tan profunda como se busca, aunque se reconoce que es un intento interesante. También, se plantea la necesidad de profundizar en la información proporcionada, especialmente en lo relacionado con el cambio climático.

**6.4. P4: *¿En qué medida crees que la experiencia virtual con las gafas 3D fomenta la conciencia y el interés de los estudiantes sobre la importancia de la renaturalización de los patios escolares? ¿Cómo podría mejorarse?***

Los resultados indican que la *motivación* y las *misiones* fueron los temas más mencionados por los expertos, seguidos de cerca por la *concreción educativa*, la *participación* y el *realismo*. Las subcategorías de *público*, *concienciación*, *reflexión* y *estética* tuvieron una frecuencia baja en las respuestas.

En la subcategoría *motivación* algunos expertos destacan que la herramienta es atractiva y fomenta el interés de los estudiantes. Por ejemplo, ESEXP\_02 menciona: "Fomenta el interés, sí...". ESEXP\_03 también enfatiza que la renaturalización es una herramienta muy atractiva y llamativa para los estudiantes: "La renaturalización... pues yo creo que sí, que como herramienta puede ser útil a nivel educativo y pues precisamente por eso, porque es una herramienta muy atractiva". Por otro lado, ESEXP\_09 plantea una visión más crítica al señalar: "En mi opinión, la experiencia despierta el interés debido a su novedad. Es emocionante presenciarlo. Sin embargo, considero que es más una cuestión de excitación que de motivación. El problema está en mantener el interés a lo largo del tiempo".

Estos comentarios reflejan una dicotomía en la percepción de la motivación proporcionada por la experiencia de renaturalización. Mientras algunos expertos destacan su capacidad para fomentar el interés y la conciencia, otros señalan la dificultad de mantener ese interés a largo plazo.

En la categoría *misiones*, los expertos consideran fundamental crear actividades que brinden un propósito claro y una dirección definida. ESEXP\_01 sugiere la idea de una misión que permita a los estudiantes valorar la naturaleza y obtener beneficios dentro del juego, mencionando: "Se me ha ocurrido que tal vez, con alguno de estos juegos se pueda crear uno en el que el protagonista tenga alguna misión, que los árboles y plantas tengan una función, le devuelvan el aire, la energía, una forma de decir que les conviene tener naturaleza cerca aún en un mundo virtual". Por otro lado, ESEXP\_07 propone contextualizar las misiones de acuerdo con la edad de los niños y permitirles participar en decisiones relacionadas con la renaturalización del patio, expresando: "Si son niños muy pequeños, creo que se le debería dar una contextualización para situarles mucho más, que además se enganchen un poco".

Estos comentarios subrayan la importancia de proporcionar actividades desafiantes y significativas que mantengan el interés y la participación de los estudiantes. La inclusión de misiones educativas puede mejorar la experiencia de renaturalización al otorgar a los estudiantes un sentido de propósito y responsabilidad en el proceso.

## **7. Conclusiones**

Después de realizar el análisis y discusión de los resultados, se obtienen una serie de conclusiones que permiten evaluar si se han cumplido los objetivos del estudio. En la primera fase, se diseñó una experiencia de realidad virtual en Minecraft que representaba de manera precisa y realista la renaturalización de patios escolares. Se implementó en un entorno controlado y accesible, y se obtuvo la retroalimentación de expertos mediante entrevistas semiestructuradas para evaluar su efectividad.

La experiencia virtual muestra una efectividad moderada en la transmisión de los cambios sobre el proceso de renaturalización. Aunque algunos participantes manifestaron cierta insatisfacción con el nivel de realismo, valoraron de manera positiva la inmersión que ofrece en comparación con otros formatos de representación. Además, destacaron que la herramienta logra un equilibrio adecuado entre el realismo y el potencial didáctico. No obstante, se considerarán otras alternativas de videojuegos que sean más realistas y accesibles para la comunidad educativa.

En el área de cambio climático, los expertos reconocen la capacidad de esta experiencia para recrear situaciones que no se pueden replicar en la vida real, lo cual permite acercarse a un entorno más habitable y sostenible. Asimismo, se destaca el carácter interdisciplinario de la información presentada en los libros, proporcionando una perspectiva más completa y enriquecedora. Sin embargo, se sugiere profundizar en el contenido relacionado con el cambio climático de los libros para maximizar el potencial educativo de la herramienta.

En cuanto al fomento de la conciencia y el interés, la experiencia virtual se percibe como una herramienta motivadora que puede despertar el interés y la conciencia de los estudiantes como indicaban los estudios de Makransky y Mayer (2022) o Cho y Park

(2023). Sin embargo, algunos expertos muestran su preocupación por la dificultad de mantener el interés a largo plazo. Para ello, consideran fundamental crear misiones y actividades que brinden un propósito claro y una dirección definida para mantener el compromiso de los estudiantes. Algunos ejemplos que se han mencionado en el marco teórico consisten en incluir bonificaciones, cuentas regresivas, colaboración comunitaria o niveles (Reese, 2011).

A pesar de los resultados positivos, se identificaron áreas de mejora fundamentalmente en términos de *realismo, profundización en la información proporcionada y conservación del interés a largo plazo*. Estas conclusiones sirven como base para mejorar la experiencia virtual en Minecraft y su presentación a la comunidad educativa. En concreto, la continuación de este estudio se asienta en el ciclo de retroalimentación (*Design Science Research Methodology*) para mejorar la experiencia de realidad virtual en Minecraft. Asimismo, se plantea la posibilidad de crear un servidor de Minecraft que permita a los alumnos conectarse simultáneamente y llevar a cabo la sesión diseñada, lo cual potenciaría la interacción y colaboración entre los estudiantes. Además, se consideran las mejoras propuestas por los expertos, en concreto, definir actividades educativas específicas que complementen la experiencia. Una posibilidad es proponer una actividad en la que los estudiantes formen equipos y diseñen un patio escolar virtual renaturalizado en *Minecraft*. Estos equipos podrían investigar y seleccionar especies nativas de plantas y animales para integrar en el diseño, promoviendo la biodiversidad y la comprensión del entorno natural. Además, el servidor ofrece la posibilidad de diseñar de manera colaborativa. Al finalizar, se podrían compartir los diseños y guiar un proceso reflexivo sobre los beneficios de la renaturalización.

## 8. Referencias

- Alcock, I., White, M. P., Wheeler, B. W., Fleming, L. E., & Depledge, M. H. (2014). Longitudinal Effects on Mental Health of Moving to Greener and Less Green Urban Areas. *Environmental Science and Technology*, 48(2), 1247-1255. <https://doi.org/10.1021/es403688w>
- Cho, Y., & Park, K. U. (2023). Designing Immersive Virtual Reality Simulation for Environmental Science Education. *Electronics*, 12(2), 315. <https://doi.org/10.3390/electronics12020315>
- Connolly, T., Boyle, E., MacArthur, E., Hainey, T., & Boyle, J. (2012). A systematic literature review of empirical evidence on computer games and serious games. *Computers & Education*, 59(2), 661-686. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.03.004>
- Cosio, L. D., Buruk, O. T., Galeote, D. F., De Villiers Bosman, I., & Hamari, J. (2023). Virtual and Augmented Reality for Environmental Sustainability: A Systematic Review. <https://doi.org/10.1145/3544548.3581147>
- Douglas, O., Lennon, M., & Scott, M. (2017). Green space benefits for health and well being: A life-course approach for urban planning, design and management. *Cities*, 66, 53-62. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2017.03.011>
- Fauville, G., Queiroz, A. C. M., & Bailenson, J. N. (2020). Virtual reality as a promising tool to promote climate change awareness. En Elsevier eBooks (pp. 91-108). <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-816958-2.00005-8>
- Felicia, P. (2009). Digital games in schools a handbook for teachers. Belgium: European Schoolnet [http://games.eun.org/upload/gis\\_handbook\\_en.pdf](http://games.eun.org/upload/gis_handbook_en.pdf)

- Ferrari-Lagos, E., Martínez-Abad, F., y Ruíz, C. (2019). Education to mobilize society for Climate Change action: The Climate competence in education. ACM International Conference Proceeding Series. <https://doi.org/10.1145/3362789.3362853>
- Foro Económico Mundial. (2020). Nature Risk Rising: Why the Crisis Engulfing Nature Matters for Business and the Economy (1.a ed.). Janet Hill y Floris Landi. [https://www3.weforum.org/docs/WEF\\_New\\_Nature\\_Economy\\_Report\\_2020.pdf](https://www3.weforum.org/docs/WEF_New_Nature_Economy_Report_2020.pdf)
- Frantzeskaki, N., McPhearson, T., Collier, M., Kendal, D., Bulkeley, H., Dumitru, A., Walsh, C., Noble, K., Van Wyk, E., Ordóñez, C., Oke, C., & Pintér, L. (2019). Nature-Based Solutions for Urban Climate Change Adaptation: Linking Science, Policy, and Practice Communities for Evidence-Based Decision-Making. *BioScience*, 69(6), 455-466. <https://doi.org/10.1093/biosci/biz042>
- Fundación Patrimonio Natural de Castilla y León. (2021, 1 septiembre). REACT-UE Renaturalización de las escuelas. Recuperado 7 de junio de 2023, de <https://patrimonionatural.org/proyectos/react-eu-renaturalizacion-de-escuelas>
- García-Peñalvo, F. J., Moreno López, L., & Sánchez-Gómez, M. C. (2018). Empirical evaluation of educational interactive systems. *Quality & Quantity*, 52(6), 2427-2434. <https://doi.org/10.1007/s11135-018-0808-4>
- Gascon, M., Triguero-Mas, M., Martínez, D. R., Dadvand, P., Forns, J., Plasència, A., & Nieuwenhuijsen, M. J. (2015). Mental Health Benefits of Long-Term Exposure to Residential Green and Blue Spaces: A Systematic Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 12(4), 4354-4379. <https://doi.org/10.3390/ijerph120404354>
- Gutiérrez, R. C., González-Calero, J. A., Taranilla, R. V., & Armero, J. L. P. (2019). Análisis de la motivación ante el uso de la realidad virtual en la enseñanza de la historia en futuros maestros. *EDUTEC. Revista Electrónica de Tecnología Educativa*. e-ISSN 1135-9250, 68, 1-14. <https://doi.org/10.21556/edutec.2019.68.1315>
- Hartig, T., Mitchell, R. N., De Vries, S., & Frumkin, H. (2014). Nature and Health. *Annual Review of Public Health*, 35(1), 207-228. <https://doi.org/10.1146/annurev-publhealth-032013-182443>

- Hartley, T. A., Burchfiel, C. M., Fekedulegn, D., Andrew, M. E., & Violanti, J. M. (2011). Health disparities in police officers: comparisons to the US general population. *International journal of emergency mental health*, 13(4), 211.  
[https://unfccc.int/sites/default/files/spanish\\_paris\\_agreement.pdf](https://unfccc.int/sites/default/files/spanish_paris_agreement.pdf)
- Huang, H., Rauch, U., & Liaw, S. (2010). Investigating learners' attitudes toward virtual reality learning environments: Based on a constructivist approach. *Computers & education*, 55(3), 1171-1182. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2010.05.014>
- Jiménez, J.M [Director general de Infraestructuras y Sostenibilidad Ambiental de la Consejería de Medio Ambiente, Vivienda y Ordenación del Territorio de la Junta de Castilla y León (31 mayo 2023). Programa de Renaturalización y Adaptación al Cambio Climático de Patios Escolares. [Discurso principal] PRAE, Valladolid.
- Ley 7/2021, de 20 de mayo, de cambio climático y transición energética. Boletín Oficial del Estado, 121, 21 de mayo de 2021 <https://www.boe.es/eli/es/l/2021/05/20/7/con>
- Lindahl, M., & Folkesson, A. (2012). ICT in preschool: friend or foe? The significance of norms in a changing practice. *International Journal of Early Years Education*, 20(4), 422-436. <https://doi.org/10.1080/09669760.2012.743876>
- Maes, J., & Jacobs, S. (2017). Nature-Based Solutions for Europe's Sustainable Development. *Conservation Letters*, 10(1), 121-124.  
<https://doi.org/10.1111/conl.12216>
- Makransky, G., & Mayer, R. E. (2022). Benefits of Taking a Virtual Field Trip in Immersive Virtual Reality: Evidence for the Immersion Principle in Multimedia Learning. *Educational Psychology Review*, 34(3), 1771-1798.  
<https://doi.org/10.1007/s10648-022-09675-4>

- Mogren, A., Gericke, N., & Scherp, H. Å. (2019). Whole school approaches to education for sustainable development: A model that links to school improvement. *Environmental education research*, 25(4), 508-531.
- More Than Green. (2016, 12 octubre). CityScope, an interactive Lego city by MIT [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=J04NtgkRy0I>
- Naciones Unidas (2021) Glasgow Climate Pact [Pacto clima Glasgow] [https://unfccc.int/sites/default/files/resource/cma3\\_auv\\_2\\_cover%20decision.pdf](https://unfccc.int/sites/default/files/resource/cma3_auv_2_cover%20decision.pdf)
- Naciones Unidas [ONU] Acuerdo de París de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (2015) [Archivo PDF] [https://unfccc.int/sites/default/files/spanish\\_paris\\_agreement.pdf](https://unfccc.int/sites/default/files/spanish_paris_agreement.pdf)
- Nesshöver, C., Assmuth, T., Irvine, K. N., Rusch, G. M., Waylen, K. A., Jacobs, S., Haase, D., Jones-Walters, L., Keune, H., Kovács, E. K., Krauze, K., Kylvik, M., Rey, F., Van Dijk, J. J., Vistad, O. I., Wilkinson, M., & Wittmer, H. (2017). The science, policy and practice of nature-based solutions: An interdisciplinary perspective. *Science of The Total Environment*, 579, 1215-1227. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.11.106>
- Ott, M., & Freina, L. (2015<sup>a</sup>). A literature review on immersive virtual reality in education: state of art and perspectives.. <https://doi.org/10.12753/2066-026x-15-020>
- Panel Intergubernamental sobre Cambio climático (2021). Climate change 2021. The physical science basis. Summary for policymakers. [Cambio climático 2021. La base física de la ciencia. Resumen para los responsables políticos] Cambridge University Press. [https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC\\_AR6\\_WGI\\_PM\\_final.pdf](https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_PM_final.pdf)
- Putra, I. W. G. A. E., Astell-Burt, T., Cliff, D. P., Vella, S. A., & Feng, X. (2021). Do physical activity, social interaction, and mental health mediate the association



between green space quality and child prosocial behaviour? *Urban Forestry & Urban Greening*, 64, 127264. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2021.127264>

Reese, H. W. (2011). The learning-by-doing principle. *Behavioral Development Bulletin*, 17(1), 1.

Romps, D. M., & Retzinger, J. (2019). Climate news articles lack basic climate science. *Environmental research communications*, 1(8), 081002. <https://doi.org/10.1088/2515-7620/ab37dd>

Roussou, M. (2004). Examining young learners' activity within interactive virtual environments. In *Proceedings of the 2004 conference on Interaction design and children: building a community* (pp. 167-168). ACM.

Roussou, M., Oliver, M., & N, M. S. (2006). The virtual playground: an educational virtual reality environment for evaluating interactivity and conceptual learning. *Virtual Reality*, 10(3-4), 227-240. <https://doi.org/10.1007/s10055-006-0035-5>

Sáez-López, J. M., Miller, J., Vázquez-Cano, E., & Domínguez-Garrido, M. C. (2015). Exploring application, attitudes and integration of video games: MinecraftEdu in middle school. *Journal of Educational Technology & Society*, 18(3), 114–128.

Sanchez-Vives, M. V., & Slater, M. (2005). From presence to consciousness through virtual reality. *Nature Reviews Neuroscience*, 6(4), 332-339. <https://doi.org/10.1038/nrn1651>

Shih, Y., & Yang, M. (2008). A Collaborative Virtual Environment for Situated Language Learning Using VEC3D. *Educational Technology & Society*, 11(1), 56-68. [https://www.researchgate.net/profile/Mau\\_Tsuen\\_Yang/publication/220374793\\_A\\_Collaborative\\_Virtual\\_Environment\\_for\\_Situated\\_Language\\_Learning\\_Using\\_VEC3D/links/540db97b0cf2d8daaacc686.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Mau_Tsuen_Yang/publication/220374793_A_Collaborative_Virtual_Environment_for_Situated_Language_Learning_Using_VEC3D/links/540db97b0cf2d8daaacc686.pdf)

- Slater, M., & Wilbur, S. (1997). A Framework for Immersive Virtual Environments (FIVE): Speculations on the Role of Presence in Virtual Environments. *Presence: Teleoperators & Virtual Environments*, 6(6), 603-616. <https://doi.org/10.1162/pres.1997.6.6.603>
- Tiyarattanachai, R., & Hollmann, N. (2016). Green Campus initiative and its impacts on quality of life of stakeholders in Green and Non-Green Campus universities. *SpringerPlus*, 5(1). <https://doi.org/10.1186/s40064-016-1697-4>
- Vanaken, G., & Danckaerts, M. (2018). Impact of Green Space Exposure on Children's and Adolescents' Mental Health: A Systematic Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(12), 2668. <https://doi.org/10.3390/ijerph15122668>
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in Society*. Harvard University Press.
- Xu, Z., Campbell, A.G., Dev, S., & Liang, Y. (2022). An Explore of Virtual Reality for Awareness of the Climate Change Crisis: A Simulation of Sea Level Rise. 2022 8th International Conference of the Immersive Learning Research Network (iLRN), 1-5.

## 9. Anexos

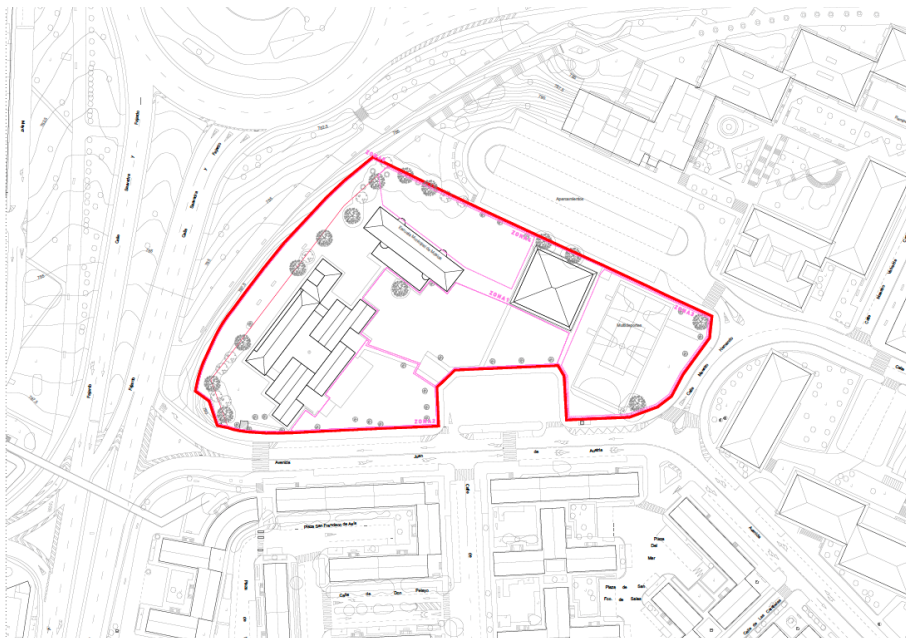
### Anexo 1: Meta Quest 2

Las Meta Quest 2 son un modelo de gafas de realidad virtual (VR) fabricadas por la empresa Oculus, que es una división de Facebook. Estas gafas ofrecen una experiencia inmersiva de realidad virtual, permitiendo a los usuarios explorar entornos virtuales tridimensionales y participar en diversas actividades interactivas. La Meta Quest 2 cuenta con un diseño compacto y autónomo, lo que significa que no requiere de cables ni de un dispositivo externo para su funcionamiento. Además, cuenta con controladores de movimiento que permiten una interacción más precisa y natural dentro del entorno virtual. Las Meta Quest 2 son ampliamente utilizadas en aplicaciones de entretenimiento, juegos, educación, simulaciones y entrenamiento, entre otros campos, ofreciendo una experiencia de inmersión y diversión para los usuarios.

### Anexo 2: Planos técnicos del centro educativo

#### Ilustración 1

Plano técnico del centro educativo I



#### Ilustración 2

Plano técnico del centro educativo II

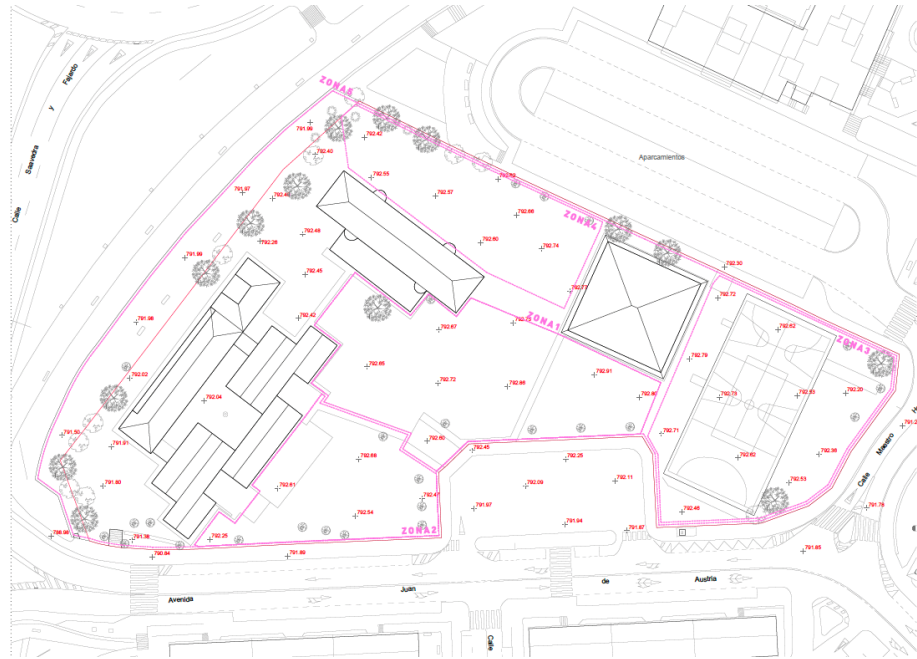
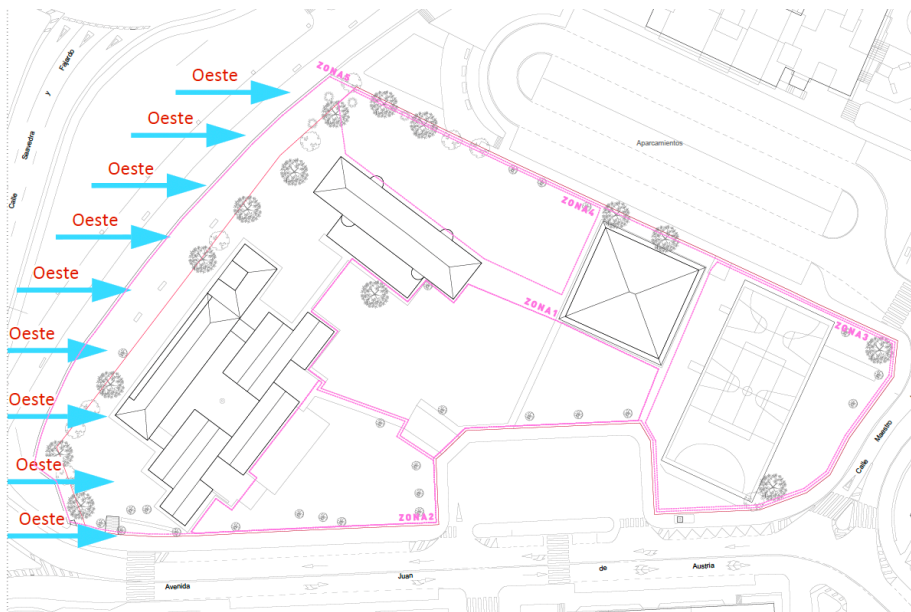


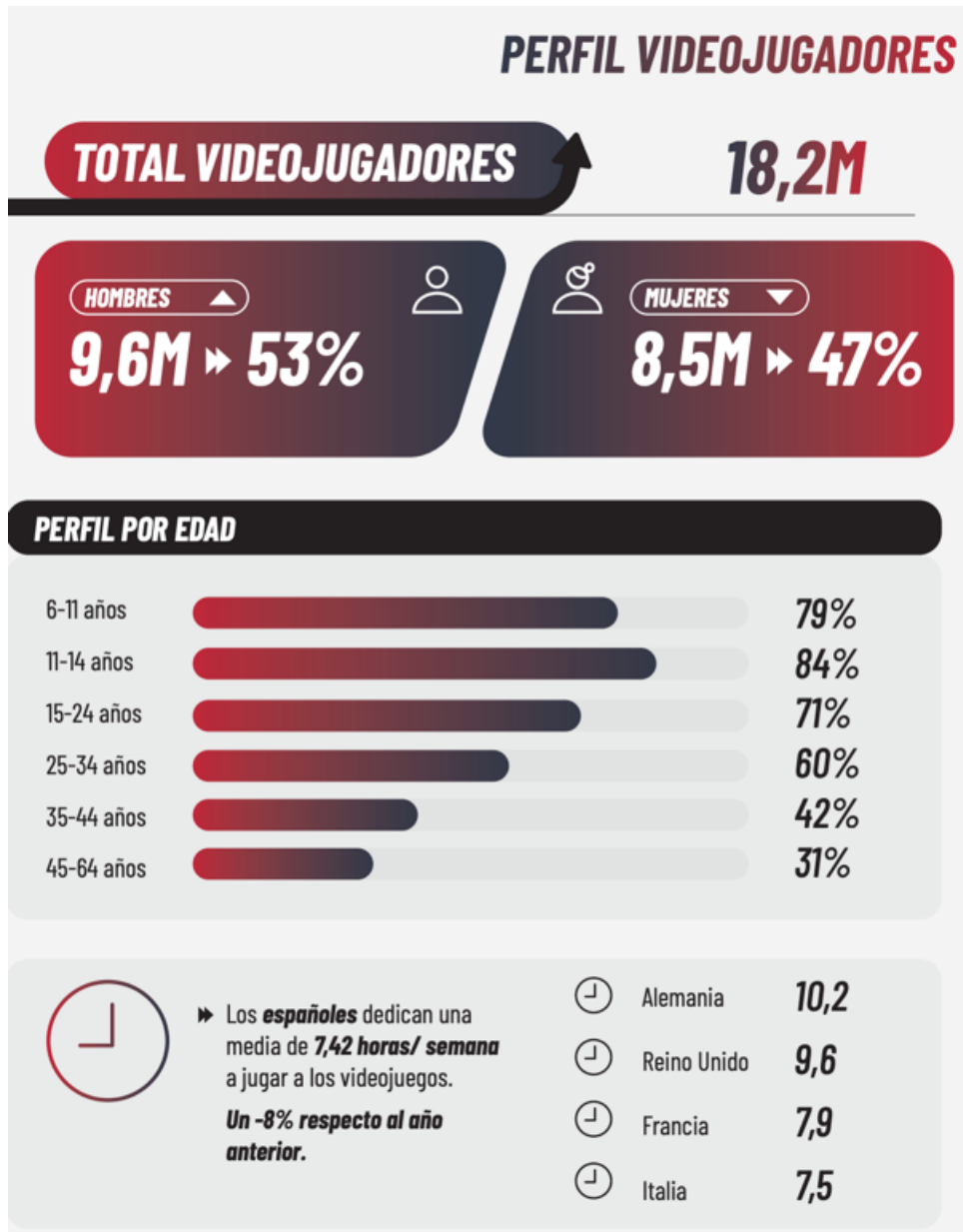
Ilustración 3

Plano técnico del centro educativo III



### Anexo 3: Infografía videojuegos

#### Ilustración 4



Anuario 2022: La industria del videojuego en España (AEVI, 2022). [Captura de pantalla]

## Anexo 4: Presentación diapositivas

Presentación con la plataforma *Canva* para la sesión de evaluación con los expertos (véase *enlace*)

