



UNIVERSIDAD DE MURCIA
ESCUELA INTERNACIONAL DE DOCTORADO
TESIS DOCTORAL

Análisis del uso de la realidad virtual para el desarrollo de las competencias STEAM en el tercer ciclo de Educación Primaria

D.^a Ascensión Robles Melgarejo
2024



UNIVERSIDAD DE MURCIA
ESCUELA INTERNACIONAL DE DOCTORADO
TESIS DOCTORAL

Análisis del uso de la realidad virtual para el desarrollo de las competencias STEAM en el tercer ciclo de Educación Primaria

Autor:

D.^a Ascensión Robles Melgarejo

Directoras:

D.^a Isabel María Solano Fernández

D.^a María del Mar Sánchez Vera



**DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y ORIGINALIDAD
DE LA TESIS PRESENTADA PARA OBTENER EL TÍTULO DE DOCTOR**

Aprobado por la Comisión General de Doctorado el 19-10-2022

D./Dña. Ascensión Robles Melgarejo
doctorando del Programa de Doctorado en

Tecnología Educativa

de la Escuela Internacional de Doctorado de la Universidad Murcia, como autor/a de la tesis presentada para la obtención del título de Doctor y titulada:

Análisis del uso de la realidad virtual para el desarrollo de las competencias STEAM en el tercer ciclo de Educación Primaria

y dirigida por,

D./Dña. Isabel María Solano Fernández

D./Dña. María del Mar Sánchez Vera

D./Dña.

DECLARO QUE:

La tesis es una obra original que no infringe los derechos de propiedad intelectual ni los derechos de propiedad industrial u otros, de acuerdo con el ordenamiento jurídico vigente, en particular, la Ley de Propiedad Intelectual (R.D. legislativo 1/1996, de 12 de abril, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Propiedad Intelectual, modificado por la Ley 2/2019, de 1 de marzo, regularizando, aclarando y armonizando las disposiciones legales vigentes sobre la materia), en particular, las disposiciones referidas al derecho de cita, cuando se han utilizado sus resultados o publicaciones.

Si la tesis hubiera sido autorizada como tesis por compendio de publicaciones o incluyese 1 o 2 publicaciones (como prevé el artículo 29.8 del reglamento), declarar que cuenta con:

- *La aceptación por escrito de los coautores de las publicaciones de que el doctorando las presente como parte de la tesis.*
- *En su caso, la renuncia por escrito de los coautores no doctores de dichos trabajos a presentarlos como parte de otras tesis doctorales en la Universidad de Murcia o en cualquier otra universidad.*

Del mismo modo, asumo ante la Universidad cualquier responsabilidad que pudiera derivarse de la autoría o falta de originalidad del contenido de la tesis presentada, en caso de plagio, de conformidad con el ordenamiento jurídico vigente.

En Murcia, a 18 de septiembre de 2024

Fdo.: Ascensión Robles Melgarejo

Esta DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y ORIGINALIDAD debe ser insertada en la primera página de la tesis presentada para la obtención del título de Doctor.

Información básica sobre protección de sus datos personales aportados

Responsable:	Universidad de Murcia. Avenida teniente Flomesta, 5. Edificio de la Convalecencia. 30003; Murcia. Delegado de Protección de Datos: dpd@um.es
Legitimación:	La Universidad de Murcia se encuentra legitimada para el tratamiento de sus datos por ser necesario para el cumplimiento de una obligación legal aplicable al responsable del tratamiento. art. 6.1.c) del Reglamento General de Protección de Datos
Finalidad:	Gestionar su declaración de autoría y originalidad
Destinatarios:	No se prevén comunicaciones de datos
erechos:	Los interesados pueden ejercer sus derechos de acceso, rectificación, cancelación, oposición, limitación del tratamiento, olvido y portabilidad a través del procedimiento establecido a tal efecto en el Registro Electrónico o mediante la presentación de la correspondiente solicitud en las Oficinas de Asistencia en Materia de Registro de la Universidad de Murcia

AGRADECIMIENTOS

A mis directoras, Isabel María y María del Mar por su amabilidad, generosidad y profesionalidad.

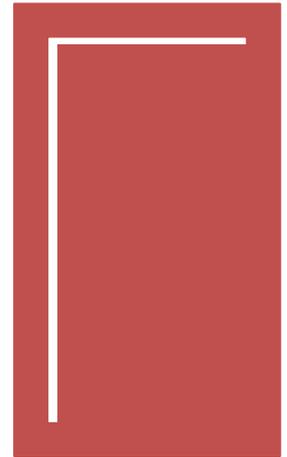
A mis padres, que, aunque ya no están, siempre los llevo en mi corazón.

A mis queridos hijos, que llenan mi vida de amor y alegría. Gracias por vuestra paciencia, vuestro cariño y por darme fuerzas cuando más lo necesitaba.

A mi hermano y su familia, gracias por vuestro apoyo incondicional.

A mis amigas, gracias por estar a mi lado. Vuestras palabras de ánimo y las risas compartidas han hecho que los momentos difíciles fueran más llevaderos.

RESUMEN



RESUMEN

La literatura existente describe ampliamente los beneficios de la realidad virtual (RV) en entornos educativos, con numerosos estudios centrados en el consumo de recursos a través de RV, explorando su impacto en el aprendizaje, el rendimiento y la motivación. Sin embargo, existe una escasez de investigaciones empíricas que involucren a estudiantes de educación primaria como creadores de contenido en RV, mientras desarrollan competencias clave para el siglo XXI. Este enfoque activo es fundamental para el desarrollo de las competencias STEM que requiere la Ley Orgánica 3/2020 (LOMLOE). El objetivo de esta investigación es diseñar, implementar y evaluar una propuesta didáctica que contribuya al desarrollo de las competencias STEAM en el alumnado del tercer ciclo de educación primaria a través de un entorno de programación basado en realidad virtual. Para ello, se adoptó un diseño metodológico enmarcado en la Investigación Basada en el Diseño (IBD), que combina métodos mixtos, cualitativos y cuantitativos, y se desarrolla a través de ciclos iterativos de análisis, diseño, implementación y evaluación. La IBD se articula en tres fases principales: (1) una investigación preliminar, desarrollando un marco teórico y analizando la autopercepción del estudiante acerca su competencia digital; (2) la fase de desarrollo y pilotaje, centrada en el análisis de la validez, practicidad y efectividad de la propuesta didáctica y (3) la evaluación final. La muestra del estudio incluyó 179 estudiantes de quinto y sexto curso de educación primaria de dos centros educativos de la ciudad de Jaén. La primera intervención se llevó a cabo con estudiantes de 5º de primaria, abarcando las áreas de ciencias naturales y lengua inglesa, siendo creadores de ecosistemas en RV. La segunda intervención se realizó con estudiantes de 6º de primaria, involucrando ciencias sociales, lengua inglesa y cultura y práctica digital, siendo representantes de su ciudad y reflexionando sobre las medidas implementadas para proteger el medioambiente. La tercera y última intervención, también se implementó con estudiantes de 6º de primaria, incluyó matemáticas, ciencias sociales, lengua inglesa y cultura y práctica digital, creando laberintos matemáticos y una exposición de Goya.

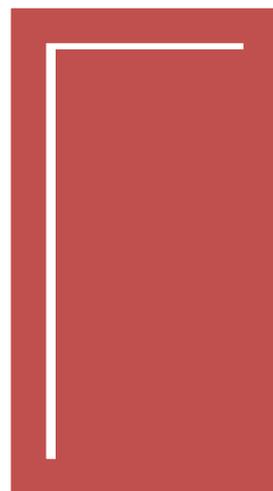
El análisis de la autopercepción de la competencia digital entre el alumnado del tercer ciclo de educación primaria revela que, aunque la mayoría se siente seguro en habilidades básicas, persisten áreas que requieren un mayor apoyo, especialmente en el uso de tecnologías avanzadas. En cuanto al análisis del grado de motivación que la creación de recursos en realidad virtual despierta en el alumnado, los resultados muestran un alto grado de motivación, la RV no solo capta y mantiene la atención, sino que también se percibe como una herramienta relevante que fomenta la confianza en el aprendizaje y genera satisfacción en el proceso educativo. Aunque la percepción del profesorado sobre la RV es positiva, se reconocen desafíos, como la necesidad de formación, la disponibilidad de recursos adecuados y el tiempo necesario para su implementación. Las actividades de creación llevadas a cabo por el alumnado en RV han fortalecido una amplia gama de competencias STEAM y competencias digitales alineadas con los estándares ISTE. Además, se destacan los principios de diseño necesarios para implementar una propuesta didáctica basada en RV, subrayando la importancia de la inmersión, la interactividad, la contextualización y la colaboración. En conclusión, el uso de la RV no solo enriquece el proceso de enseñanza aprendizaje, sino que fortalece las competencias STEAM en educación primaria.

ABSTRACT

The existing literature extensively describes the benefits of virtual reality (VR) in educational settings, with numerous studies focusing on the consumption of resources through VR, exploring its impact on learning, performance, and motivation. However, there is a lack of empirical research involving primary education students as content creators in VR while developing key competencies for the 21st century. This active approach is essential for the development of STEM competencies required by Organic Law 3/2020 (LOMLOE). The objective of this research is to design, implement, and evaluate a didactic proposal that contributes to the development of STEAM competencies in students of the third cycle of primary education through a VR-based programming environment. To achieve this, a methodological design framed in Design-Based Research (DBR) was adopted, combining mixed methods, both qualitative and quantitative, and developed through iterative cycles of analysis, design, implementation, and evaluation. The DBR is structured into three main phases: (1) a preliminary investigation, developing a theoretical framework and analyzing students' self-perception of their digital competence; (2) the development and pilot phase, focused on analyzing the validity, practicality, and effectiveness of the didactic proposal; and (3) the final evaluation. The study sample included 179 fifth and sixth-grade primary education students from two schools in the city of Jaén. The first intervention was conducted with fifth-grade students, covering the areas of natural sciences and English, where they became creators of ecosystems in VR. The second intervention was carried out with sixth-grade students, involving social sciences, English, and digital culture and practice, where they represented their city and reflected on the measures implemented to protect the environment. The third and final intervention, also implemented with sixth-grade students, included mathematics, social sciences, English, and digital culture and practice, where they created mathematical mazes and a Goya exhibition. The analysis of the self-perception of digital competence among third-cycle primary education students reveals that, although most feel confident in

basic skills, there are still areas that require more support, especially in the use of advanced technologies. Regarding the analysis of the level of motivation that creating resources in virtual reality inspires in students, the results show a high level of motivation; VR not only captures and maintains attention but is also perceived as a relevant tool that fosters learning confidence and generates satisfaction in the educational process. Although the perception of teachers about VR is positive, challenges are recognized, such as the need for training, the availability of adequate resources, and the time required for its implementation. The creation activities carried out by the students in VR have strengthened a wide range of STEAM competencies and digital competencies aligned with ISTE standards. Additionally, the necessary design principles for implementing a VR-based didactic proposal are highlighted, emphasizing the importance of immersion, interactivity, contextualization, and collaboration. In conclusion, the use of VR not only enriches the teaching-learning process but also strengthens STEAM competencies in primary education.

ÍNDICE DE CONTENIDO



CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN	25
1.1 Justificación	26
1.2 Objetivos de la investigación	27
1.3 Enfoque y estructura de la investigación	28
BLOQUE I. MARCO TEÓRICO	32
CAPÍTULO 2. LA ENSEÑANZA STEAM EN EDUCACIÓN PRIMARIA	34
2.1 El término STEAM	35
2.2 Marco legislativo de la Educación STEAM en Primaria	38
2.3 Tecnología Educativa en la educación STEAM	44
2.3.1 Inteligencia artificial	47
2.3.2 Realidad Aumentada	50
2.3.3 Pensamiento computacional y robótica educativa	52
2.4 Metodologías en la educación STEAM	56
2.4.1 Aprendizaje basado en proyectos	57
2.4.2 Aprendizaje basado en problemas	58
2.4.3 Aprendizaje por indagación	60
2.4.4 Diseño de ingeniería	61
CAPÍTULO 3. REALIDAD VIRTUAL PARA LA ENSEÑANZA STEAM	65
3.1 Introducción	66
3.2 Realidad extendida, virtual, aumentada y mixta	67
3.3 Realidad virtual en educación	69
3.4 Desafíos para integrar la realidad virtual en el aula	75
3.5 Herramientas de creación de Realidad Virtual	78
3.6 CoSpaces Edu como entorno virtual de aprendizaje	82
3.7 Conclusiones del marco teórico	85
BLOQUE II. MARCO METODOLÓGICO	87
CAPÍTULO 4. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	89
4.1 Problema y Objetivos de la investigación	90
4.2 Investigación basada en el diseño: descripción y características	91

4.3 Descripción de las fases de la investigación	97
4.3.1 Fase 1: Investigación preliminar	97
4.3.2 Fase 2: Desarrollo y pilotaje	99
4.3.3 Fase 3: Evaluación	101
4.4 Criterios de calidad	102
4.5 Contexto y participantes	103
4.6 Técnicas e instrumentos de recogida de datos	105
4.6.1 Cuestionario de Autopercepción de la Competencia Digital del Alumnado (CACDA).	106
4.6.2 Observación participante.	109
4.6.3 Artefactos creados.	111
4.6.4 Entrevista con los docentes.	112
4.6.5 Cuestionario de motivación del alumnado	118
4.7 Análisis y triangulación de datos	123
	129
BLOQUE III. INTERVENCIÓN Y DESARROLLO DE LAS ITERACIONES	129
CAPÍTULO 5. INTERVENCIÓN. CICLOS ITERATIVOS Y REDISEÑO DE LA PROPUESTA DIDÁCTICA	131
5.1 Implementación del primer diseño de la propuesta didáctica	132
5.2 Rediseño de la primera propuesta didáctica	144
5.2.1 Desafíos de la primera propuesta didáctica	144
5.2.2 Rediseño de la primera propuesta didáctica	148
5.3 Implementación de la segunda propuesta didáctica	149
5.3 Rediseño de la segunda propuesta didáctica	162
5.3.1 Desafíos de la propuesta	162
5.3.2 Rediseño de la segunda propuesta didáctica	164
5.4 Implementación de la tercera y última propuesta didáctica	165
BLOQUE IV. RESULTADOS	181
CAPÍTULO 6. AUTOPERCEPCIÓN DE LA COMPETENCIA DIGITAL DEL ALUMNADO	183
6.1. Resultados sobre la autopercepción de la competencia digital del estudiante del tercer ciclo de educación primaria	184
6.1.1 Dimensión: Estudiante empoderado	185
6.1.2 Dimensión: Ciudadano digital	187
6.1.3 Dimensión: Creador de conocimiento	188

6.1.4 Dimensión: Diseñador innovador	189
6.1.5 Dimensión: Pensador computacional	190
6.1.6 Dimensión: Comunicador creativo	191
6.1.7 Dimensión: Colaborador global	193
6.1.8 Diferencias entre los grupos según el sexo	194
CAPÍTULO 7. MOTIVACIÓN DEL ALUMNADO COMO CREADOR DE CONTENIDOS EN REALIDAD VIRTUAL	198
7.1 Resultados del “Instructional Material Motivational Survey” (IMMS).	199
7.2.1 Dimensión Atención	200
7.2.2 Dimensión Relevancia	202
7.2.3 Dimensión Confianza	203
7.2.4 Dimensión Satisfacción	205
CAPÍTULO 8. PERCEPCIÓN DEL PROFESORADO TRAS LA PROPUESTA DIDÁCTICA EN REALIDAD VIRTUAL	209
8.1 Resultados sobre la percepción del profesorado acerca de las posibilidades didácticas de la RV en el aula de primaria tras la experiencia	210
8.3.1 Aportes pedagógicos	212
8.3.2 Aprendizaje	215
8.3.4 Desafíos	218
8.3.5 Programación RV	221
8.3.6 Uso de la Plataforma	223
CAPÍTULO 9. COMPETENCIAS STEAM QUE SE FORTALECEN EN EL ALUMNADO EN EL PROCESO DE CREACIÓN	227
9.1. Análisis de las competencias STEAM que se fortalecen en el proceso de creación del alumnado dentro de un entorno de realidad virtual.	228
9.1.1 Elementos clave incorporados por el alumnado de 5° de primaria.	230
9.1.2 Elementos clave incorporados por el alumnado de 6° de primaria	233
CAPÍTULO 10. CONCLUSIONES Y DISCUSIÓN	241
10.1 Conclusiones	242
OE 1.1. Analizar distintos enfoques de integración curricular STEAM en educación primaria	242
OE 1.2. Conocer la autopercepción de la competencia digital del alumnado del tercer ciclo de educación primaria.	244
OE 2.1. Conocer el grado de motivación que la creación de recursos en realidad virtual despierta en el alumnado	246
OE 2.2. Analizar la percepción del profesorado sobre las posibilidades didácticas de la RV en el aula de primaria tras la experiencia	248
OE 2.3. Conocer que habilidades STEAM se fortalecen en el proceso de creación del alumnado dentro de un entorno de realidad virtual.	249

10.2 Discusión	252
10.3 Limitaciones, logros y prospectiva	256
10.4 Principios de diseño	257
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	264
ANEXOS	299
ANEXO 1: INFORME FAVORABLE DE LA COMISIÓN DE ÉTICA	300
ANEXO 2: HOJA DE INFORMACIÓN DEL PROYECTO AL ALUMNADO	301
ANEXO 3: DECLARACIÓN DE CONSENTIMIENTO INFORMADO	303
ANEXO 4: COMPETENCIA DIGITAL DEL ALUMNADO (CACDA)	304
ANEXO 5: INSTRUMENTO IMMS	312
ANEXO 6: ENTREVISTA DOCENTES	322
ANEXO 7: INDICACIONES AL ALUMNADO PARA INICIAR LA PROPUESTA DIDÁCTICA DE LOS ECOSISTEMAS	323
ANEXO 8: ACTIVIDADES EN SEESAW DE LA PRIMERA PROPUESTA DIDÁCTICA	324
ANEXO 9: ACTIVIDADES EN SEESAW DE LA SEGUNDA PROPUESTA DIDÁCTICA	325
ANEXO 10: ACTIVIDADES EN SEESAW DE LA TERCERA PROPUESTA DIDÁCTICA	326

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Proceso de la investigación	29
Figura 2	Clasificación de las tecnologías avanzadas	46
Figura 3	Representación simplificada del continuo realidad-virtualidad	68
Figura 4	Modelo genérico de investigación en diseño educativo	96
Figura 5	Iteraciones de ciclos de refinado	99
Figura 6	Secuenciación de las iteraciones en la mejora progresiva de prototipos	100
Figura 7	Técnicas e instrumentos utilizados en la fase de desarrollo y pilotaje	101
Figura 8	Técnicas e instrumentos utilizados en la fase de evaluación	102
Figura 9	Dimensiones asociadas a los estándares para estudiantes.....	107
Figura 10	Nube de palabras con frecuencia de conceptos de la entrevista a docentes	114
Figura 11	Densidad de codificación en NVivo de la entrevista a docentes.....	114
Figura 12	Análisis de conglomerados con las ideas aportadas por los docentes	115
Figura 13	Mapa jerárquico en comparación con el número de referencias de codificación ..	116
Figura 14	Referencias cruzadas entre docentes y nodos creados	117
Figura 15	Gráfica de la matriz de codificación	117
Figura 16	Elementos del modelo de ARCS de Keller	118
Figura 17	Esquema del desarrollo de las sesiones.....	133
Figura 18	Indicaciones al alumnado para iniciar el proyecto	134
Figura 19	Visualización del código de texto de acceso a la plataforma Seesaw.....	135
Figura 20	Actividades en la plataforma Seesaw	136
Figura 21	Estudiantes creando en colaboración su ecosistema	141
Figura 22	Lista de verificación de la escena en Cospaces Edu	141
Figura 23	Visualización de un ecosistema creado por los estudiantes desde el navegador y un dispositivo móvil en RV	142
Figura 24	Esquema del desarrollo de las sesiones.....	151
Figura 25	Estudiantes trabajando en su porfolio	152
Figura 26	Actividades en la plataforma Seesaw	153
Figura 27	Estudiante realizando el reto 1 trabajando con el modo de rotación	157
Figura 28	Ejemplos de la ciudad creada por los estudiantes en RV	160
Figura 29	Bloques de control en CoBlocks acciones en paralelo	165
Figura 30	Esquema del desarrollo de las sesiones.....	167
Figura 31	Actividades en la plataforma Seesaw	169
Figura 32	Estudiante creando su museo.....	176
Figura 33	Ejemplos de proyectos creados por los estudiantes en RV	177
Figura 34	Autopercepción de la competencia digital en porcentajes	185
Figura 35	Mapa conceptual para la aproximación al objeto de estudio.....	210
Figura 36	Codificación axial de las dimensiones de estudio	211
Figura 37	Mapa jerárquico con el conjunto de las categorías y subcategorías de análisis	212
Figura 38	Mapa jerárquico de resultados de la categoría “Aportes pedagógicos” y las subcategorías que incluye	214
Figura 39	Mapa jerárquico de resultados de la categoría “Aprendizaje” y las subcategorías que incluye.....	216
Figura 40	Mapa jerárquico de resultados de la categoría “Competencias STEAM” y las subcategorías que incluye	218
Figura 41	Mapa jerárquico de resultados de la categoría “Desafíos” y las subcategorías que incluye.....	221
Figura 42	Mapa jerárquico de resultados de la categoría “Programación RV” y las subcategorías que incluye.....	223
Figura 43	Mapa jerárquico de resultados de la categoría “Uso de la plataforma” y las subcategorías que incluye	225
Figura 44	Elementos clave incorporados a la 1ª propuesta didáctica. Ecosistemas.....	230
Figura 45	Ejemplo de creación de alumnos utilizando círculo plano para estanque	231

Figura 46	Ejemplo de creación alumnos con imagen de fondo en el suelo	231
Figura 47	Ejemplo de creación de alumnos que integra conceptos de codificación y matemáticas	232
Figura 48	Ejemplo incorporación de sonido a la escena	233
Figura 49	Elementos clave incorporados a la 2ª propuesta didáctica. Ciudad respetuosa con el medioambiente	234
Figura 50	Ejemplo de creación de un alumno	235
Figura 51	Ejemplo de codificación de un alumno	236
Figura 52	Elementos clave incorporados a la 3ª propuesta didáctica. Retos matemáticos y Goya	237
Figura 53	Ejemplo de escenas creadas por el alumnado	238
Figura 54	Ejemplo de museo creado por el alumnado	238
Figura 55	Ejemplo de entrada al laberinto matemático creada por el alumnado	239

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Descriptores operativos de la competencia digital y competencia STEM	41
Tabla 2	Pensamiento computacional en el área de Conocimiento del medio natural, social y cultural	42
Tabla 3	Pensamiento computacional en el área de Matemáticas	43
Tabla 4	Tipología de metodologías en educación STEAM	62
Tabla 5	Herramientas de creación de Realidad Virtual en educación primaria	81
Tabla 6	Características de la IBD	93
Tabla 7	Técnicas e instrumentos utilizados en la fase de investigación preliminar	99
Tabla 8	Criterios de calidad relacionados con las fases en la investigación de diseño	102
Tabla 9	Distribución de la muestra por grupos y sexo	104
Tabla 10	Recomendaciones grupos expertos en la categoría Claridad	108
Tabla 11	Recomendaciones grupos expertos en la categoría Relevancia	109
Tabla 12	Cuestionario de Autopercepción de la Competencia Digital del Alumnado	109
Tabla 13	Estructura del diario de la investigadora	110
Tabla 14	Preguntas del IMMS adaptadas	120
Tabla 15	Ítems de IMMS	122
Tabla 16	Alfa de Cronbach para cada dimensión	123
Tabla 17	Medias y desviaciones típicas del IMMS	123
Tabla 18	Relación entre los objetivos de la investigación y los instrumentos de recogida de datos	126
Tabla 19	Contenidos, competencias, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje ..	132
Tabla 20	Lección de introducción a Cospaces Edu	137
Tabla 21	Esquema del desarrollo del primer reto	139
Tabla 22	Rúbrica de evaluación de la propuesta didáctica ecosistemas	143
Tabla 23	Desafíos de la primera propuesta didáctica y medidas educativas.....	147
Tabla 24	Observaciones en relación con la secuencia de enseñanza-aprendizaje	149
Tabla 25	Contenidos, competencias, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje ..	150
Tabla 26	Lección de introducción a Cospaces Edu	154
Tabla 27	Esquema del desarrollo del primer reto	156
Tabla 28	Esquema del desarrollo del segundo reto.....	158
Tabla 29	Lista de verificación de la escena en Cospaces Edu	160
Tabla 30	Rúbrica de evaluación de la propuesta didáctica ciudad respetuosa medioambiente	161
Tabla 31	Desafíos de la propuesta didáctica 2.....	163
Tabla 32	Observaciones en relación con la secuencia de enseñanza-aprendizaje	164
Tabla 33	Contenidos, competencias, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje ..	166
Tabla 34	Lección de introducción a Cospaces Edu	170
Tabla 35	Esquema del desarrollo del primer reto	172
Tabla 36	Esquema del desarrollo del segundo reto	174
Tabla 37	Lista de verificación de la escena en Cospaces Edu	175
Tabla 38	Rúbrica de evaluación de la propuesta didáctica Laberinto matemático y Goya ...	178
Tabla 39	Puntuación media, desviación típica y frecuencias (%) de la competencia digital en el tercer ciclo de educación primaria (n = 179)	184
Tabla 40	Estadísticos descriptivos de la dimensión estudiante empoderado	186
Tabla 41	Estadísticos descriptivos de la dimensión ciudadano digital	188
Tabla 42	Estadísticos descriptivos de la dimensión creador de conocimiento	189
Tabla 43	Estadísticos descriptivos de la dimensión diseñador innovador	190
Tabla 44	Estadísticos descriptivos de la dimensión pensador computacional.....	191
Tabla 45	Estadísticos descriptivos de la dimensión comunicador creativo	192
Tabla 46	Estadísticos descriptivos de la dimensión colaborador global	193
Tabla 47	Pruebas paramétricas	195
Tabla 48	U de Mann-Whitney de la variable sexo	196

Tabla 49	Medias y desviaciones típicas del IMMS por dimensiones y género	199
Tabla 50	U de Mann-Whitney para analizar la diferencia con relación al género	200
Tabla 51	Medias y desviaciones típicas por ítem y relación con el género. Dimensión Atención	201
Tabla 52	Medias y desviaciones típicas por ítem y relación con el género. Dimensión Relevancia	202
Tabla 53	Medias y desviaciones típicas por ítem y relación con el género. Dimensión Confianza	205
Tabla 54	Medias y desviaciones típicas por ítem y relación con el género. Dimensión Satisfacción	207
Tabla 55	Aportaciones de los docentes en la categoría “Aportes pedagógicos” y las subcategorías que incluye	213
Tabla 56	Aportaciones de los docentes en la categoría “Aprendizaje” y las subcategorías que incluye	215
Tabla 57	Aportaciones de los docentes en la categoría “Competencias STEAM” y las subcategorías que incluye	217
Tabla 58	Aportaciones de los docentes en la categoría “Desafíos” y las subcategorías que incluye	219
Tabla 59	Aportaciones de los docentes en la categoría “Programación RV” y las subcategorías que incluye	222
Tabla 60	Aportaciones de los docentes en la categoría “Uso de la plataforma” y las subcategorías que incluye	224
Tabla 61	Relación entre objetivos, competencias y estándares ISTE	228
Tabla 62	Resumen de los principios de diseño	258

CAPÍTULO

INTRODUCCIÓN

1

1.1 Justificación

La investigación presentada en esta Tesis Doctoral surge con la aspiración de contribuir al desarrollo de nuevos contextos en los que se empleen tecnologías avanzadas, como la realidad virtual, para promover las competencias STEAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemáticas) en los estudiantes del tercer ciclo de educación primaria, con el fin de que puedan participar y prosperar en un mundo en constante cambio y cada vez más tecnológico.

La integración de la realidad virtual en la educación primaria, especialmente en el contexto de la educación STEAM, representa una oportunidad para mejorar el aprendizaje y el desarrollo de competencias clave en los estudiantes, como la creatividad, la colaboración, la resolución de problemas complejos y el pensamiento crítico (Wiratman et al., 2023; Wu et al., 2021). Estudios recientes destacan que el uso de tecnologías avanzadas, como la RV, promueve prácticas educativas más interactivas y motivadoras, resultando especialmente beneficioso en la enseñanza de las ciencias (Arabit-García et al., 2021).

Además, la realidad virtual permite que los estudiantes no sean simples observadores, sino participantes activos en su proceso de aprendizaje, permitiéndoles manipular y explorar conceptos científicos a su propio ritmo (Coban et al., 2022; Woon et al., 2021; Villena et al., 2019). Esta tecnología facilita la conexión entre conceptos teóricos y aplicaciones prácticas, lo que mejora tanto el aprendizaje como la comprensión (Marougkas et al., 2023; Sun et al., 2023; Zhao et al., 2020). Asimismo, fomenta la curiosidad, el entusiasmo y la motivación al proporcionar un entorno de aprendizaje interactivo y colaborativo (Zhang et al., 2023; Wee et al., 2022).

En los últimos años, existe un interés creciente en investigar cómo la realidad virtual puede utilizarse para involucrar a los estudiantes como creadores de contenidos, y no solo como consumidores, permitiéndoles participar en su aprendizaje de nuevas maneras y desarrollar competencias del siglo XXI (Wu et al., 2021; Maas y Hughes, 2020). Southgate (2023)

subraya la importancia de capacitar a los estudiantes como creadores de contenido en realidad virtual, ya que esto les permite demostrar su dominio del material a través de la creatividad de sus creaciones.

En este contexto, la programación en realidad virtual ofrece a los estudiantes la oportunidad de diseñar sus propios entornos, lo que fomenta tanto la creatividad como el pensamiento computacional en un entorno atractivo e interactivo (Sukirman et al., 2022). Además, permite una visualización inmersiva de fenómenos científicos y matemáticos, brindando a los estudiantes la capacidad de programar y construir esos entornos, promoviendo un aprendizaje basado en proyectos y en la resolución de problemas (Tsai, Cheng, & Chen, 2020). Este enfoque activo es crucial para el desarrollo de las competencias STEM que exige la Ley Orgánica 3/2020 (LOMLOE), preparando a los estudiantes para enfrentar los desafíos del futuro laboral y tecnológico (Makransky & Petersen, 2021).

La presente investigación se enmarca en esta línea, buscando aportar nuevas perspectivas sobre cómo la programación en realidad virtual puede integrarse de manera efectiva en la educación primaria para potenciar las competencias STEAM.

De acuerdo con este planteamiento se trata de diseñar, implementar y evaluar una propuesta didáctica que integre un entorno de programación basado en realidad virtual dentro de la secuencia de enseñanza y aprendizaje que involucre al alumnado como creadores de contenidos mientras desarrollan las competencias clave de los aprendizajes del siglo XX.

1.2 Objetivos de la investigación

Los objetivos generales y específicos de la investigación son los siguientes:

OG 1. Diseñar, implementar y evaluar una propuesta didáctica que contribuya al desarrollo de las competencias STEAM en el alumnado del tercer ciclo de educación primaria a través de un entorno de programación basado en realidad virtual

OE 1.1. Analizar distintos enfoques de integración curricular STEAM en educación primaria

OE 1.2. Conocer la autopercepción de la competencia digital del alumnado del tercer ciclo de educación primaria.

OE 1.3 Definir los principios de diseño de la implementación de una propuesta didáctica basada en realidad virtual para el desarrollo de las competencias STEAM

OG 2. Analizar las implicaciones educativas derivadas de la implementación de una propuesta didáctica basada en realidad virtual para la adquisición de las competencias STEAM en el aula de educación primaria.

OE 2.1. Conocer el grado de motivación que la creación de recursos en realidad virtual despierta en el alumnado.

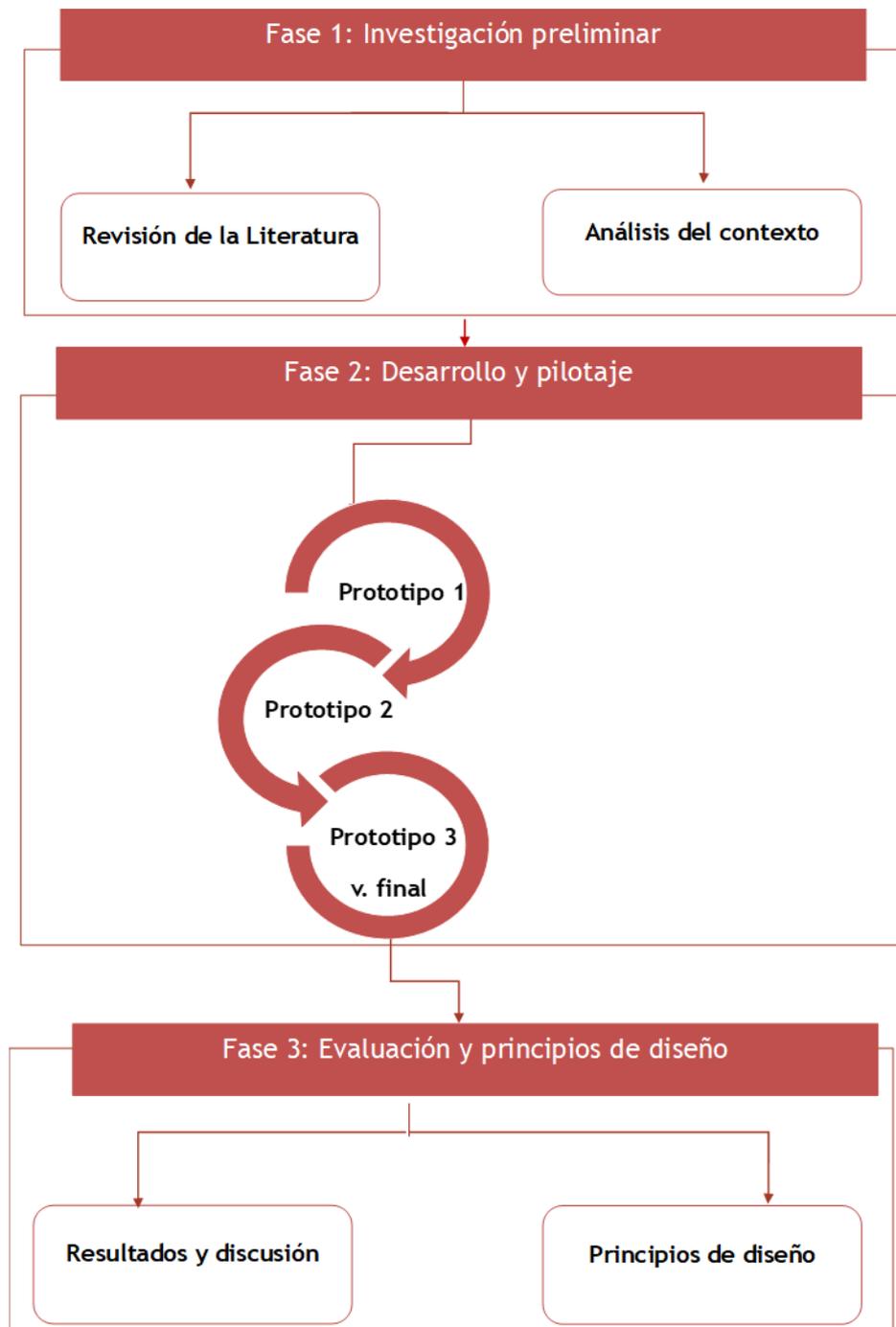
OE 2.2. Analizar la percepción del profesorado sobre las posibilidades didácticas de la RV en el aula de primaria tras la experiencia.

OE 2.3. Conocer que competencias STEAM se fortalecen en el proceso de creación del alumnado dentro de un entorno de realidad virtual.

1.3 Enfoque y estructura de la investigación

La presente investigación se enmarca en los estudios de Investigación Basada en el Diseño (en adelante, IBD), que se caracteriza por ser contextual, iterativa, participativa, colaborativa, flexible, reflexiva interactiva, integrada y pragmática (McKenney y Reeves ,2012; Plomp, 2013; Baker,2018). A partir de este enfoque la IBD se articula siguiendo las pautas de Plomp (2013) que la desarrolla en tres fases, tal y como vemos en la Figura 1.

Figura 1
Proceso de la investigación



Fuente: A partir Plomp (2013)

La primera parte del documento, que abarca los capítulos 2 y 3, presenta el marco teórico sobre la enseñanza STEAM y la realidad virtual, con un enfoque en la educación primaria. En el capítulo 4, se detalla el diseño metodológico de la investigación y la estructura de los instrumentos

utilizados, mientras que el capítulo 5 se centra en el diseño de la propuesta didáctica, los ciclos iterativos y el rediseño.

En los capítulos 6, 7, 8 y 9 del bloque de resultados, se exponen los principales hallazgos, incluyendo el análisis de la autopercepción de la competencia digital del alumnado, la motivación del alumnado como creadores de contenido en RV, la percepción del profesorado tras la propuesta didáctica en RV, y las competencias STEAM que se fortalecen en al alumnado durante el proceso de creación. Finalmente, en el capítulo 10, se presentan la conclusiones y discusión, así como las limitaciones y logros del estudio, la prospectiva y los principios de diseño.

BLOQUE I.

MARCO TEÓRICO

CAPÍTULO

LA ENSEÑANZA STEAM EN EDUCACIÓN PRIMARIA

2

2.1 El término STEAM

Ante los retos globales y la necesidad de fomentar el desarrollo económico, así como de satisfacer las demandas de conocimientos y habilidades de la sociedad moderna en el área de STEM, la educación STEM ha emergido con el propósito de promover la participación activa y el compromiso de los estudiantes en los retos científicos-tecnológicos, alentándolos a ser ciudadanos críticos y participativos e incentivándoles a desarrollar soluciones prácticas y éticas a problemas reales (Levinson y PARRISE Consortium, 2014).

El acrónimo STEM acuñado por la National Science Foundation en la década de los 90 en Estados Unidos, significa por sus siglas en inglés, “Science, Technology, Engineering y Mathematics”, siendo parte de una “estrategia tomada por científicos, tecnólogos, ingenieros y matemáticos para combinar fuerzas y crear una voz política más fuerte” (STEM Task Force Report, 2014, p. 9). Se señalaba que la competencia STEM de los estudiantes americanos estaba menos desarrollada que en otros países, y se vio la necesidad de fomentarla para dar respuesta a los desafíos globales.

En Europa el término STEM se introdujo con la publicación del informe “Europe Needs More Scientists: Report by the High Level Group on Increasing Human Resources for Science and Technology” (Constantinou et al., 2005), en el que se subrayó la importancia de la educación STEM para la competitividad futura de Europa y se recomendaron acciones para mejorar la enseñanza de las ciencias y atraer a más jóvenes a estas disciplinas.

Posteriormente, el informe Rocard et al. (2007) siguió esta línea, proponiendo métodos pedagógicos renovados, como la educación científica basada en la investigación, para hacer la educación en ciencias más atractiva y eficaz. Este enfoque ha demostrado su eficacia para aumentar el interés y los niveles de rendimiento de los estudiantes, estimulando al mismo tiempo la motivación de los docentes.

La referencia al término STEM no se limita a las disciplinas científicas y tecnológicas; también abarca la alfabetización STEM, que incluye un

conjunto de conocimientos, competencias y prácticas relacionadas con este ámbito y que debe ser promovida y desarrollada durante la educación STEM (López et al., 2020).

En la actualidad, existe un interés creciente por la educación STEAM y su influencia está presente en las políticas y prácticas educativas de todo el mundo (Belbase et al., 2021).

Desde los inicios de su aparición, no existe consenso en la comunidad científica a la hora de conceptualizar el término STEM que ha sido calificado como ambiguo (Toma y García-Carmona, 2021). En el ámbito educativo, STEM se caracteriza por su enfoque interdisciplinar o integrado, existiendo diversas definiciones en la literatura.

Sanders (2009) describe la educación STEM integrada como un “enfoque educativo que cohesiona dos o más disciplinas STEM, y/o entre una disciplina STEM y una o más materias curriculares” (p.21).

Por su parte, Moore et al. (2014) y Kelley y Knowles (2016) entienden la educación STEM integrada como un enfoque de enseñanza que integra dos o más disciplinas dentro de un contexto de problemas del mundo real con el propósito de conectarlas para mejorar el aprendizaje del estudiante.

Otros investigadores promueven la integración de las cuatro disciplinas STEM, Martín-Páez et al. (2019) la definen como el enfoque educativo que promueve la integración de contenidos y habilidades procedentes de las cuatro disciplinas dentro de una misma situación de aprendizaje para abordar problemas del mundo real.

Lo que se encuentra presente en la mayoría de las definiciones es la utilización de situaciones reales del mundo para dar sentido al aprendizaje, de hecho, Trevallion y Trevallion (2020) y Karakaya et al. (2019) sostienen que busca facilitar a los estudiantes adquirir los conocimientos y las habilidades para observar y resolver los problemas que enfrentan a través de una educación holística e integradora.

De acuerdo con Quigley y Herro (2016) “el objetivo de este enfoque es preparar a los estudiantes para resolver los problemas apremiantes del

mundo a través de la innovación, la creatividad, el pensamiento crítico, la comunicación efectiva, la colaboración y, en última instancia, nuevos conocimientos” (p.410).

Ortiz-Revilla et al. (2022) sostienen que esto conlleva la unificación de conocimientos, habilidades y actitudes, los cuales convergen en el concepto de alfabetización STEM. Mientras tanto Bybee (2013) y Sanders (2009) enfatizan en el papel crucial que la tecnología tiene propiciando oportunidades para desarrollar nuevas habilidades y estrategias (Mañas-Pérez y Roig-Vila, 2019).

De manera similar, Alkhabra et al. (2023) destacan la necesidad de hacer uso de tecnología avanzada ya que los estudiantes están acostumbrados a ella.

En los últimos años se ha subrayado la integración de las Artes y Humanidades en este enfoque para brindar una educación integral a las nuevas generaciones que se enfrentan a un futuro incierto en lo social y económico, y en el que se requieren profesionales con habilidades diversas, científicos, expertos tecnólogos, pero también profesionales en artes, humanidades y ciencias sociales para interpretar el comportamiento humano (Perales y Aróstegui, 2021). Es lo que se ha denominado enfoque STEAM, añadiendo la A de artes al acrónimo.

Gibson (2020) resaltan que la integración de las artes no sólo ayuda a los estudiantes a explorar una idea desde diferentes puntos de vista, sino que también abarca diferentes tipos del aprendizaje (visual, auditivo y kinestésico), lo que conduce a la criticidad y creatividad mental que necesitan los ciudadanos del mañana.

Por su parte Basaran y Erol (2021) subrayan que la dimensión artística desarrolla las habilidades cognitivas necesarias y formas creativas de pensar en el proceso de resolución de problemas, para que los estudiantes puedan encontrar más soluciones creativas a problemas usando su imaginación incluso en problemas técnicos.

Jesionkowska et al. (2020) hacen hincapié en que integrar las artes en el aprendizaje activo proporciona una educación más holística y atractiva.

En esta línea Aguilera y Ortiz-Revilla (2021) enfatizan los beneficios de integrar las artes, unificando el pensamiento convergente y el pensamiento divergente, creando significado personal y fomentando la automotivación.

Introducir la educación STEAM desde los primeros años resulta crucial para reducir la brecha de género en estas disciplinas. Investigaciones recientes (McMaster et al., 2023; Ruiz-Bartolomé y Greca, 2023; Bakker y Telli, 2023) analizan las competencias y la autoconfianza en STEM entre hombres y mujeres, confirmando la brecha existente entre la capacidad y la percepción de capacidad de las mujeres en actividades relacionadas con STEM.

Yelland (2021) argumenta que comenzar desde una edad temprana puede fomentar la creación de una generación de estudiantes que participen de manera activa en la adquisición de conocimientos y en el desarrollo de habilidades, sintiéndose capacitados para abordar problemas cotidianos en colaboración con otros.

La educación STEM en los primeros años proporciona un contexto para diseñar ecologías de aprendizaje activo que se conectan con la curiosidad natural de los niños sobre su mundo. Involucra a los niños en investigaciones auténticas, utilizando el pensamiento crítico y creativo de manera sistemática para desarrollar conocimientos, adquirir habilidades y cultivar disposiciones seguras para aprender. (p. 240).

2.2 Marco legislativo de la Educación STEAM en Primaria

El sistema educativo actual está experimentando cambios significativos que implican cambios tanto en las metodologías presentes en el aula como en los conocimientos que los estudiantes deben adquirir.

La Recomendación del Consejo de la Unión Europea de 22 de mayo de 2018 (2018/C 189/01) relativa a las competencias clave para el aprendizaje permanente establece que:

Toda persona requiere de un conjunto adecuado de capacidades y competencias... entendiendo por competencias como una combinación de conocimientos, capacidades y actitudes, desarrolladas con una perspectiva de aprendizaje permanente, y que pueden aplicarse en contextos diversos contribuyendo a dar respuesta a las necesidades que surgen en contexto global y cambiante (p.7).

En España, las competencias clave definidas en el currículo de nuestro sistema educativo se recogen en el artículo 2 de la Orden ECD/65/2015 de 21 de enero. Estas competencias se adquieren de manera progresiva y coherente a lo largo de las distintas etapas educativas, y son las siguientes: a) comunicación lingüística, b) competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología, c) competencia digital, d) aprender a aprender, e) competencias sociales y cívicas, f) sentido de iniciativa y espíritu emprendedor y, g) conciencia y expresiones culturales.

De estas competencias, la competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología está vinculada con STEM. Sin embargo, el aprendizaje basado en competencias se distingue por ser transversal, dinámico e integral, lo que implica que el proceso de enseñanza-aprendizaje debe abordarse desde todas las áreas del conocimiento.

Así, por ejemplo, para enseñar a resolver problemas matemáticos en la educación primaria, es indispensable que los estudiantes dominen la habilidad de comprensión lectora, que es parte de la competencia clave en comunicación lingüística. Del mismo modo, un desarrollo efectivo de la competencia tecnológica está ligado a la adquisición de la competencia digital.

En relación con el marco normativo en el plan de estudios, es importante mencionar que, desde que se promovió a nivel europeo el enfoque basado en competencias se han aplicado tres leyes educativas en España: LOE (2006), LOMCE (2013) y LOMLOE (2020).

La Ley Orgánica 8/2013 de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa (LOMCE), se encontraba en vigor durante la realización de este estudio, los contenidos relacionados con la competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología se trabajaban en las

asignaturas de Matemáticas y Ciencias de la Naturaleza.

En la Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, se modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación (LOMLOE) y configura el nuevo currículum de Primaria que se consolida con la publicación del Real Decreto 157/2022, del 1 de marzo de enseñanzas mínimas relativas a Educación Primaria.

En su artículo 9 introduce la competencia matemática y competencia en ciencia, tecnología e ingeniería, en alusión a la competencia STEM que “entraña la comprensión del mundo utilizando los métodos científicos, el pensamiento y representación matemáticos, la tecnología y los métodos de la ingeniería para transformar el entorno de forma comprometida, responsable y sostenible” (Real Decreto 157/2022, p.24406). Esta competencia se asocia a cinco descriptores operativos que se van a trabajar con el pensamiento computacional, la programación y la robótica educativa.

La LOMLOE subraya la necesidad de tener en cuenta el cambio digital que se está produciendo y que forzosamente afecta a la actividad educativa e insta a incluir un enfoque de competencia digital más moderno y amplio acorde con las recomendaciones europeas relativas a las competencias clave para el aprendizaje permanente.

En el Real Decreto también se hace referencia a la creación de contenidos digitales, más concretamente la competencia digital “incluye la alfabetización en información y datos, la comunicación y la colaboración, la educación mediática, la creación de contenidos digitales (incluida la programación), la seguridad (incluido el bienestar digital y las competencias relacionadas con la ciberseguridad), asuntos relacionados con la ciudadanía digital, la privacidad, la propiedad intelectual, la resolución de problemas y el pensamiento computacional y crítico” (Real Decreto 157/2022, p.24408).

En la Tabla 1 se destacan en color gris los aspectos de la competencia digital y de la competencia STEM que se esperan que el alumnado alcance al final del ciclo de primaria.

Tabla 1

Descriptores operativos de la competencia digital y competencia STEM

Competencia Digital (CD)	Competencia Matemática y en Ciencia, Tecnología e Ingeniería (STEM)
<p>CD1. Realiza búsquedas guiadas en internet y hace uso de estrategias sencillas para el tratamiento digital de la información (palabras clave, selección de información relevante, organización de datos...) con una actitud crítica sobre los contenidos obtenidos.</p>	<p>STEM1. Utiliza, de manera guiada, algunos métodos inductivos y deductivos propios del razonamiento matemático en situaciones conocidas, y selecciona y emplea algunas estrategias para resolver problemas reflexionando sobre las soluciones obtenidas.</p>
<p>CD2. Crea, integra y reelabora contenidos digitales en distintos formatos (texto, tabla, imagen, audio, vídeo, programa informático...) mediante el uso de diferentes herramientas digitales para expresar ideas, sentimientos y conocimientos, respetando la propiedad intelectual y los derechos de autor de los contenidos que reutiliza.</p>	<p>STEM2. Utiliza el pensamiento científico para entender y explicar algunos de los fenómenos que ocurren a su alrededor, confiando en el conocimiento como motor de desarrollo, utilizando herramientas e instrumentos adecuados, planteándose preguntas y realizando experimentos sencillos de forma guiada.</p>
<p>CD3. Participa en actividades o proyectos escolares mediante el uso de herramientas o plataformas virtuales para construir nuevo conocimiento, comunicarse, trabajar cooperativamente, y compartir datos y contenidos en entornos digitales restringidos y supervisados de manera segura, con una actitud abierta y responsable ante su uso.</p>	<p>STEM3. Realiza, de forma guiada, proyectos, diseñando, fabricando y evaluando diferentes prototipos o modelos, adaptándose ante la incertidumbre, para generar en equipo un producto creativo con un objetivo concreto, procurando la participación de todo el grupo y resolviendo pacíficamente los conflictos que puedan surgir.</p>
<p>CD4. Conoce los riesgos y adopta, con la orientación del docente, medidas preventivas al usar las tecnologías digitales para proteger los dispositivos, los datos personales, la salud y el medioambiente, y se inicia en la adopción de hábitos de uso crítico, seguro, saludable y sostenible de dichas tecnologías.</p>	<p>STEM4. Interpreta y transmite los elementos más relevantes de algunos métodos y resultados científicos, matemáticos y tecnológicos de forma clara y veraz, utilizando la terminología científica apropiada, en diferentes formatos (dibujos, diagramas, gráficos, símbolos...) y aprovechando de forma crítica, ética y responsable la cultura digital para compartir y construir nuevos conocimientos.</p>

CD5. Se inicia en el desarrollo de soluciones digitales sencillas y sostenibles (reutilización de materiales tecnológicos, programación informática por bloques, robótica educativa...) para resolver problemas concretos o retos propuestos de manera creativa, solicitando ayuda en caso necesario.

STEM5. Participa en acciones fundamentadas científicamente para promover la salud y preservar el medio ambiente y los seres vivos, aplicando principios de ética y seguridad y practicando el consumo responsable.

Fuente: Real Decreto 157/2022 de 1 de marzo, por el que se establecen la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Primaria.

En el tercer ciclo de educación primaria el área de Conocimiento del medio natural, social y cultural hace referencias explícitas al desarrollo del pensamiento computacional, la programación y la robótica educativa como se puede muestra en la Tabla 2

Sin embargo, es importante destacar que estas habilidades deben ser cultivadas de manera integral. La LOMLOE establece que las 8 competencias clave, incluida la Competencia Digital, son transversales a todas las áreas y que todos los aprendizajes contribuyen a la consecución del perfil de salida.

Tabla 2

Pensamiento computacional en el área de Conocimiento del medio natural, social y cultural

Conocimiento del Medio Natural, Social y Cultural
<p>Competencias específicas.</p> <p>3. Resolver problemas a través de proyectos de diseño y de la aplicación del pensamiento computacional, para generar cooperativamente un producto creativo e innovador que responda a necesidades concretas.</p> <p>Se conecta con los siguientes descriptores del Perfil de salida: STEM3, STEM4, CD5,</p>
<p>Criterios de evaluación.</p> <p>3.1 Plantear problemas de diseño que se resuelvan con la creación de un prototipo o solución digital, evaluando necesidades del entorno y estableciendo objetivos concretos.</p> <p>3.2 Diseñar posibles soluciones a los problemas planteados de acuerdo con técnicas sencillas de los proyectos de diseño y pensamiento computacional, mediante estrategias básicas de gestión de proyectos cooperativos, teniendo en cuenta los recursos necesarios y estableciendo criterios concretos para evaluar el proyecto.</p>

3.3 Desarrollar un producto final que dé solución a un problema de diseño, probando en equipo diferentes prototipos o soluciones digitales y utilizando de forma segura las herramientas, dispositivos, técnicas y materiales adecuados.

3.4 Comunicar el diseño de un producto final, adaptando el mensaje y el formato a la audiencia, explicando los pasos seguidos, justificando por qué ese prototipo o solución digital cumple con los requisitos del proyecto y proponiendo posibles retos para futuros proyectos.

Saberes básicos. Bloque B. Tecnología y Digitalización.

2. Proyectos de diseño y pensamiento computacional.

2.1 Fases de los proyectos de diseño: identificación de necesidades, diseño, prototipado, prueba, evaluación y comunicación.

2.2 Fases del pensamiento computacional (descomposición de una tarea en partes más sencillas, reconocimiento de patrones y creación de algoritmos sencillos para la resolución del problema...).

2.3 Materiales, herramientas, objetos, dispositivos y recursos digitales (programación por bloques, sensores, motores, simuladores, impresoras 3D...) seguros y adecuados a la consecución del proyecto.

2.4. Estrategias en situaciones de incertidumbre: adaptación y cambio de estrategia cuando sea necesario, valoración del error propio y el de los demás como oportunidad de aprendizaje

Fuente: Real Decreto 157/2022 de 1 de marzo, por el que se establecen la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Primaria.

Asimismo, en el área Matemáticas también incluye referencias explícitas al desarrollo del pensamiento computacional, la programación y la robótica educativa como se puede observar en la Tabla 3.

Tabla 3

Pensamiento computacional en el área de Matemáticas

Matemáticas
<p>Competencias específicas.</p> <p>4. Utilizar el pensamiento computacional, organizando datos, descomponiendo en partes, reconociendo patrones, generalizando e interpretando, modificando y creando algoritmos de forma guiada, para modelizar y automatizar situaciones de la vida cotidiana.</p> <p>Se conecta con los siguientes descriptores del Perfil de salida: STEM1, STEM2, STEM3, CD1, CD3, CD5.</p>
<p>Criterios de evaluación.</p>

4.1 Modelizar situaciones de la vida cotidiana utilizando, de forma pautada, principios básicos del pensamiento computacional.

4.2 Emplear herramientas tecnológicas adecuadas, de forma guiada, en el proceso de resolución de problemas

Saberes básicos.

C. Bloque Sentido espacial.

1. Figuras geométricas de dos y tres dimensiones:

- Propiedades de figuras geométricas: exploración mediante materiales manipulables (cuadrículas, geoplanos, polícubos, etc.) y herramientas digitales (programas de geometría dinámica, realidad aumentada, robótica educativa, etc.).

Bloque D. Sentido algebraico

4. Pensamiento computacional:

- Estrategias para la interpretación, modificación y creación de algoritmos sencillos (secuencias de pasos ordenados, esquemas, simulaciones, patrones repetitivos, bucles, instrucciones anidadas y condicionales, representaciones computacionales, programación por bloques, robótica educativa...).

Fuente: Real Decreto 157/2022 de 1 de marzo, por el que se establecen la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Primaria.

2.3 Tecnología Educativa en la educación STEAM

La tecnología evoluciona rápidamente y se observa un uso creciente de tecnologías emergentes en el ámbito STEAM en todos los niveles de educativos, desde educación infantil hasta educación universitaria (Leavy et al., 2023).

Existe un creciente interés por parte de docentes e investigadores en conocer y utilizar las últimas tendencias para mejorar la enseñanza y el aprendizaje (Dybé y Wen ,2022). Por lo tanto, es importante explorar y comprender las oportunidades y desafíos que presentan para transformar la educación STEM (Chi y Li, 2023).

Las tecnologías emergentes ocupan el eje central de los informes Horizon Report y el informe Educase 2023 Horizon Report Teaching and Learning Edition, ya que identifican y describen qué tecnologías tendrán un impacto significativo en la educación en los próximos años.

Chng et al. (2023) destacan la prevalencia de la investigación en entornos de educación primaria y secundaria debido a los desafíos y las oportunidades que presentan las tecnologías emergentes. Estas investigaciones tienen el propósito de presentar estrategias de enseñanza para involucrar a los estudiantes más jóvenes en STEM.

Veletsianos (2010) propone una definición del término tecnologías emergentes con un enfoque en la educación y se refiere a ellas como:

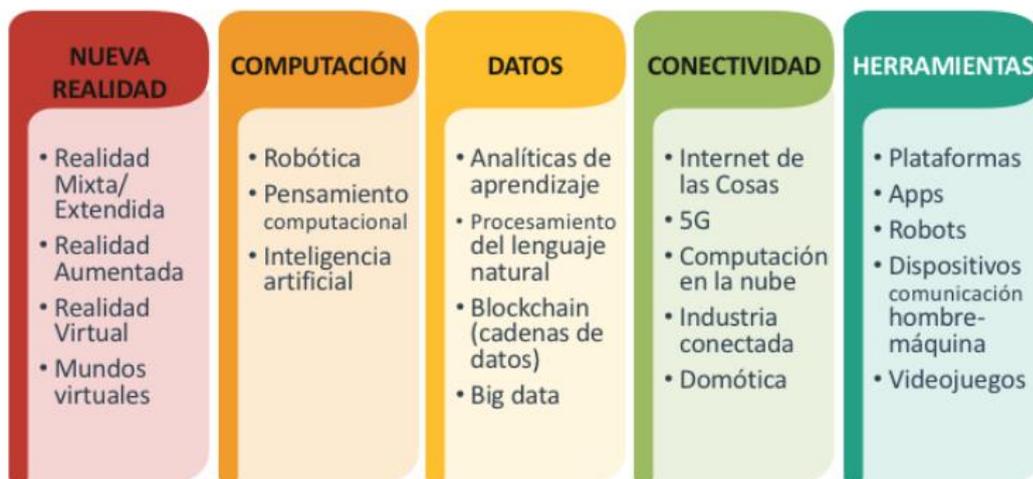
Herramientas, conceptos, innovaciones y avances utilizados en diversos contextos educativos al servicio de diversos propósitos relacionados con la educación. Además, propongo que las tecnologías emergentes (“nuevas” y “viejas”) son organismos en evolución que experimentan ciclos de sobre expectativa y, al tiempo que son potencialmente disruptivas, todavía no han sido completamente comprendidas ni tampoco suficientemente investigadas (p.3-4)

De acuerdo con Prendes y Cerdán (2021) las tecnologías emergentes o avanzadas posibilitan importantes aplicaciones prácticas en el ámbito educativo, como pueden ser el pensamiento computacional, la inteligencia artificial, la robótica, la realidad aumentada, realidad virtual o extendida, simuladores virtuales, juegos serios, impresión 3D etc.

En la Figura 2 se recoge una clasificación de tecnologías avanzadas en torno a las categorías: nueva realidad, computación, datos, conectividad y herramientas.

Figura 2

Clasificación de las tecnologías avanzadas



Fuente: Prendes y Cerdán (2021, p. 38).

Dybé y Wen (2022) por su parte realizan una revisión en la que identifican y evalúan las tendencias tecnológicas más importantes en la educación K-12 en la educación STEM entre 2011 y 2021. Identifican seis tecnologías que impactaron en la práctica educativa: la tecnología móvil, juegos, tecnología analítica, tecnología maker como la impresión 3D y la robótica, junto con otras como el internet de las cosas, la realidad virtual, aumentada, y la inteligencia artificial.

A pesar de las oportunidades que brindan para crear experiencias de aprendizaje innovadoras, presentan también una serie de desafíos como la falta investigación en relación con sus posibilidades pedagógicas (Xu y Ouyang ,2022; Chg et al.,2023). Chi y Li (2023) destacan la necesidad de que tanto docentes como estudiantes reciban la capacitación y los recursos adecuados para no ampliar la brecha digital. Subrayan la importancia de una base sólida de habilidades que incluyen el pensamiento computacional, la alfabetización digital y la alfabetización en inteligencia artificial.

Este conocimiento por parte de los docentes ayudará a disminuir la incidencia de problemas técnicos que puedan surgir a la hora de impartir una lección STEM impulsada por tecnologías emergentes y mitigar los problemas de salud que pueden plantear algunas tecnologías.

2.3.1 Inteligencia artificial

El término de inteligencia artificial (en adelante IA) fue acuñado por McCarthy en el año 1956 para referirse a las máquinas inteligentes. Desde entonces han surgido diversas definiciones:

Kaplan y Haenlein (2019) definen la IA como “la capacidad de un sistema para interpretar correctamente datos externos, aprender de dichos datos y utilizar esos aprendizajes para lograr objetivos y tareas específicos mediante una adaptación flexible” (p.17)

Según Huang y Qiao (2024) es un campo de la informática que se centra en comprender la esencia de la inteligencia y producir un nuevo tipo de máquina inteligente que simule, amplíe y expanda la inteligencia humana (p.383)

De manera similar, Wartman y Combs (2018) consideran que se caracteriza por su capacidad para realizar tareas asociadas con la inteligencia humana, como la capacidad de razonar, descubrir significados y aprender de la experiencia.

Si bien no hay una definición universalmente aceptada, hay una serie de características comunes que la definen y se refieren “al desarrollo de máquinas que tienen cierto nivel de inteligencia y capacidad de realizar funciones similares a las humanas, incluidas las cognitivas, el aprendizaje, la toma de decisiones y la adaptación al entorno” (Chen et al.,2020, p. 75267).

Actualmente la IA abarca una amplia gama de subcampos, desde el aprendizaje automático, el procesamiento del lenguaje natural, la robótica, la percepción, sistemas expertos, la planificación automatizada y programación, la representación del conocimiento y razonamiento hasta los agentes inteligentes (Russell y Norvig, 2021).

La IA ha experimentado un crecimiento significativo en los últimos años con aplicaciones en diversos campos, incluida la educación, captando la atención de investigadores y docentes (Hwang et al., 2020; Ouyang et al., 2023) La IA parece contribuir significativa a la educación través de la

personalización de las experiencias de aprendizaje (Su y Yang, 2022; Guan et al., 2020).

Además, los sistemas educativos potenciados por la IA se pueden utilizar para la mejora del diseño instruccional y pedagógico centrado en el estudiante. Monitorizan el proceso de aprendizaje, comprendiendo e identificando problemas específicos para brindar orientación, tutoría adaptativa, recomendar recursos de aprendizaje basados en sus necesidades, evaluar su aprendizaje automáticamente de manera eficaz en tiempo real. También identifican estudiantes en riesgo lo que permite una intervención oportuna (Ouyang y Xu ,2022; Chen et al., 2021; Zampirolli et al., 2021; Tsai et al., 2020; Chen et al., 2020; Ji y Han, 2019).

Existe una tendencia creciente a enseñar IA en la educación primaria y secundaria. Es importante que los estudiantes comprendan qué es y cómo funciona, además puede prepararlos para estudiar carreras relacionadas con la IA o incluso convertirse en desarrolladores de IA (Ng et al., 2023; Heintz, 2021; Chiu, 2021;).

Los docentes e investigadores reconocen que es cada vez más importante la alfabetización en IA, entendida como un conjunto de competencias que son “necesarias y que permiten al individuo evaluar críticamente las tecnologías IA, comunicarse, colaborar y utilizarlas en diferentes contextos” (Long y Magerko, 2020, p. 1). Ng et al. (2021) proponen un marco que incluye cuatro dimensiones (1) conocer y comprender, (2) aplicar y usar, (3) evaluar y crear, y (4) cuestiones éticas de la IA.

Por su parte, Casal-Otero et al. (2023) resaltan que la alfabetización en IA debe basarse en un enfoque interdisciplinario y basado en competencias para guiar el diseño de propuestas didácticas en K-12. Además, proponen para abordar la perspectiva de género centrar la alfabetización en elementos del mundo real ya que este enfoque favorece la motivación de las niñas y una mayor implicación en el aprendizaje.

En el contexto de la educación STEM, Xu y Ouyang (2022) identifican seis aplicaciones de la IA:

1) la predicción del aprendizaje, que incluye la predicción del rendimiento académico, y la predicción de estudiantes que identifica a estudiantes en riesgo de abandono, facilitando intervenciones tempranas y efectivas;

2) los sistemas de tutoría inteligente promueven un aprendizaje personalizado mediante tutorías individualizadas y recomendaciones de rutas y recursos personalizados;

3) aplicación involucra tecnologías para analizar y monitorear el comportamiento de los estudiantes, permitiendo a docentes e investigadores optimizar las estrategias pedagógicas;

4) la automatización, agiliza la generación de preguntas y la evaluación del desempeño;

5) Los robots educativos, no solo se utilizan para transmitir conocimientos, sino que también promueven habilidades operativas y enriquecen la experiencia de aprendizaje;

6) otras aplicaciones incluían el uso de los libros de texto enriquecidos con IA para fomentar la participación del alumnado animándolos a realizar preguntas y recibir sugerencias incentivando la curiosidad y el diálogo, esenciales para un aprendizaje efectivo y profundo.

Según, Chng et al. (2023) dentro del ámbito STEM la tecnología más utilizada es el procesamiento del lenguaje natural, que se utiliza popularmente en el aprendizaje de las ciencias aplicándose en áreas como el desarrollo de habilidades de argumentación, investigación científica y pensamiento crítico.

Los sistemas de tutoría inteligentes se utilizan para ayudar a los estudiantes a desarrollar la comprensión conceptual en ciencias como la física conceptual o las reacciones redox en química. El análisis predictivo, se aplica para ayudar a los estudiantes en la proyección de carreras STEM y modelar el desgaste del curso de estudio STEM. La tecnología menos

utilizada en el aprendizaje STEM es la visión por computadora quizás por cuestiones de privacidad de los participantes.

2.3.2 Realidad Aumentada

La realidad aumentada (en adelante RA) es una tecnología que permite la combinación de información digital e información física en tiempo real, a través de distintos soportes tecnológicos, creando una nueva realidad enriquecida (Cabero y Barroso, 2016, p. 46).

Las aplicaciones basadas en RA tienen tres características clave: combinan contenido real y virtual, ofrecen interactividad en tiempo real y se registran en 3D (Azuma, 1997).

Desde el año 2000, se ha observado un incremento en el número de investigaciones sobre la RA en educación (Garzón, 2021) con el objetivo de promover el aprendizaje en distintas disciplinas y niveles educativos, como matemáticas (Cai et al., 2019; Cheng et al., 2019; Chao y Chang, 2018), actividades de lectura (Bursali y Yilmaz, 2019), ciencias (Syawaludin et al., 2019), física (Abusselam y Karal ,2020; Radu y Schneider, 2019), biología (Wang et al., 2023), necesidades especiales (Baragash et al.,2022), e idiomas (Cai et al., 2022).

La literatura ha identificado los beneficios de la RA en entornos educativos, como una mejora en el aprendizaje (Garzón y Acevedo, 2019), un aumento del interés y la motivación (Ivarson et al., 2024; Li et al., 2023; Wang et al., 2023) y una disminución de la carga cognitiva (Zhao et al.,2023; Wang et al., 2023).

A pesar de sus oportunidades la RA enfrenta varios desafíos que deben ser considerados.

Garzón et al. (2019) identifican varios, entre ellos la complejidad de uso, especialmente cuando se aplica a niños y no tienen habilidades tecnológicas, la resistencia de los profesores a los enfoques innovadores, y la sobrecarga de información que puede ser un factor de distracción y que puede hacer que los estudiantes ignoren instrucciones.

Además, las dificultades técnicas y las limitaciones en el reconocimiento de patrones son barreras para superar y enfatizan la necesidad de abordar la diversidad mediante aplicaciones de RA.

La tecnología por sí sola no asegura el éxito, por lo que se hace necesario utilizar estrategias pedagógicas adecuadas para aprovechar sus ventajas. Un mayor impacto se ha observado cuando se utiliza un enfoque pedagógico colaborativo ya que disminuye la carga cognitiva de los estudiantes y mejora los resultados de aprendizaje especialmente en las ciencias (Garzón et al., 2020).

En el ámbito de la educación STEM, la RA ha mostrado ser una herramienta eficaz, tal y como se evidencia en diversas investigaciones. Çetin y Türkan (2022) destacan que las actividades basadas en RA incrementan el interés y el disfrute de los estudiantes, atribuyendo este efecto a la mejor comprensión de conceptos abstractos mediante experiencias que no serían posibles en la vida real.

En una línea similar, Wang et al. (2023) argumentan que fomenta la interacción y ofrece retroalimentación instantánea, elementos que estimulan el interés y fortalecen el aprendizaje.

Por otro lado, Yu et al. (2022) analizan cómo la RA se ha integrado en el aprendizaje basado en juegos en disciplinas STEM. Estos juegos se dividen en categorías según su tecnología, los más utilizados se basan en: (1) juegos de RA basados en marcadores por su accesibilidad, (2) seguidos por los juegos de RA basados en la ubicación, siendo los más populares los juegos de simulación y aventuras, (3) finalmente los juegos de RA sin marcadores, en su mayoría juegos de rompecabezas.

Cada tipo de juego utiliza diferentes enfoques pedagógicos y se enfoca en distintas áreas temáticas, lo que demuestra la versatilidad y adaptabilidad de la RA para apoyar una amplia gama de aprendizajes. Las matemáticas son la disciplina más popular, utilizando principalmente juegos basados en marcadores. En física y química se utilizan juegos de rompecabezas o de simulación basados en marcadores o sin marcadores, siendo en química el contenido más popular la estructura molecular.

Además de estas disciplinas la RA se utilizó para enseñar una variedad de temas como programación, ciencias ambientales, ciencias forenses, geociencias, astrología, arqueología y anatomía.

Marín-Díaz et al. (2022) analizan la visión de los estudiantes sobre el empleo de tecnologías como la RA y RV en su proceso de aprendizaje y concluyen que favorecen la motivación de los contenidos, además no han encontrado diferencias significativas en el género.

2.3.3 Pensamiento computacional y robótica educativa

El término pensamiento computacional fue popularizado por Wing, quien lo definió “como una habilidad esencial que todas las personas deberían aprender y utilizar, no sólo los científicos computacionales. Esta habilidad implica resolver problemas, diseñar sistemas y comprender el comportamiento humano, a partir de los conceptos fundamentales de la informática” (Wing, 2006).

Según Bers et al. (2019) el pensamiento computacional involucra los procesos de abstracción, algoritmo, automatización, descomposición, depuración y generalización, y puede considerarse como un proceso expresivo que permite nuevas formas de comunicar ideas.

Serrano et al. (2021) entienden el pensamiento computacional “como un conjunto de procesos de pensamiento que se utilizan para formular y resolver problemas siguiendo los pasos computacionales y representa una nueva forma de alfabetización que nos permite relacionarnos con la tecnología, comprender su funcionamiento y expresarnos a través de ella” (p. 17).

La codificación, por otro lado, se define como una nueva alfabetización para el siglo XXI y se puede ver como la habilidad instrumental para enseñar pensamiento computacional (Bers, 2018).

En España se está integrando el pensamiento computacional, la programación y la robótica educativa como parte del currículo educativo.

En el Real Decreto 157/2022 se encuentran referencias a la robótica educativa y las habilidades que con ella se desarrollan dentro de la

competencia STEM, específicamente en su descriptor operativo 3, y en la competencia digital, en los descriptores operativos 3 y 5.

En el currículo de Educación Primaria, en el área de Matemáticas se menciona la robótica educativa en las competencias específicas 1, 4 y 5, y en el bloque D de los saberes básicos que trata el pensamiento computacional. Además, áreas como Conocimiento del Medio Natural y Social y Educación Artística también incorporan contenidos de robótica educativa en sus competencias específicas y saberes básicos.

La robótica educativa implica la creación de propuestas educativas que incorporan el uso de robots en las aulas (Sánchez Vera ,2019) y constituye un campo en crecimiento con un potencial significativo de impactar en la educación STEAM en todos los niveles educativos (Evrpidou et al., 2020).

Se considera un enfoque multidisciplinar que abarca desde el diseño de algoritmos y de estructuras mecánicas hasta la construcción y operación de robots y kits de robótica, ofreciendo aplicaciones prácticas en la educación STEM (Chatzopoulos et al., 2021; Papadakis, 2020).

Su integración en los procesos de aprendizaje y enseñanza es importante para apoyar la educación de estudiantes que no muestran interés por la ciencia y la tecnología (Anwar et al.,2019).

Además, trabajar con robots se considera una herramienta eficaz al contribuir al desarrollo del pensamiento computacional (Ioannou y Makridou, 2018) ya que estamos aprendiendo una nueva forma de comunicarnos con la tecnología (Sánchez Vera ,2019).

Diversos estudios han confirmado el potencial de la robótica educativa para crear experiencias de aprendizaje interactivas y atractivas que fomentan habilidades de pensamiento computacional en estudiantes jóvenes. Al integrar STEAM y la programación, estas experiencias promueven un aprendizaje significativo. Los hallazgos muestran que los estudiantes alcanzaron un alto nivel de dominio de las habilidades de codificación y pensamiento computacional mediante el uso la robótica (Ching y Hsu, 2023; Hong, 2023; Bers et al.,2019; Anwar et al., 2019).

Un aspecto destacado es que las actividades de robótica educativa no solo promueven el desempeño académico de los estudiantes y su aprendizaje al comprender conceptos complejos que se encuentran en su vida cotidiana de manera activa y práctica (Ouyang y Xu, 2024; Mohamed et al., 2021; Ferrarelli y Iocchi, 2021; Zhong y Xia, 2020), sino que también fomentan su interés, motivación y compromiso (Ouyang y Xu, 2024; Mohamed et al., 2021; Ferrarelli y Iocchi, 2021; Zhong y Xia, 2020; Amo et al., 2021; Sapounidis y Alimisis, 2021; Anwar et al., 2019).

Además, la robótica educativa contribuye al desarrollo de habilidades como la resolución de problemas, la creatividad, la cooperación, la espacialidad, la atención selectiva, la asunción de riesgos, las habilidades para tomar decisiones, entre otras, enriqueciendo la experiencia de aprendizaje mediante la interacción estudiante-robot (Atman et al., 2023; Sáez López et al., 2021; Evripidou et al., 2020; Papadakis, 2020).

Cuando los estudiantes construyen un robot pueden desarrollar habilidades motoras finas y explorar cómo estos ejecutan las órdenes, lo que permiten a los estudiantes poner a prueba su toma de decisiones, apoyando así su capacidad de resolución de problemas y razonamiento (Bers et al., 2019)

Utilizada bajo enfoques de aprendizaje como el constructivismo y el aprendizaje basado en proyectos, la robótica educativa es especialmente efectiva. Estos enfoques que permiten a los docentes notar un mayor entusiasmo y curiosidad en los estudiantes, al promover la experimentación y la práctica (Amo et al., 2021).

Según Sophokleous et al. (2021) la integración de la robótica en el proceso educativo puede adoptar diversas formas, tales como: (1) una herramienta didáctica al alcance de los docentes, (2) una asignatura integrada en el currículo que facilita el aprendizaje y el desarrollo cognitivo, (3) robots sociales que interactúan con los humanos de forma amigable, y (4) como una herramienta valiosa para apoyar el desarrollo de las habilidades cognitivas y sociales.

Con relación al desempeño, Sullivan y Bers (2019) examinaron si el género tenía un efecto significativo en cada una de las tareas, y los resultados mostraron que no hubo efectos significativos en la variable género. Estos hallazgos coinciden con los de Julià y Antolí (2019), quienes analizaron la motivación del alumnado y observaron que la mayoría de los estudiantes se sintieron satisfechos con sus logros y con la experiencia, sin encontrar diferencias significativas por el género.

En la actualidad, están emergiendo nuevas plataformas de software y hardware para robots educativos que son más abiertas, modulares y económicamente más accesibles para los centros educativos que los kits de robótica comerciales. Estos últimos permiten aprender nociones básicas, pero no facilitan una aproximación práctica a la realidad ya que no muestran a los estudiantes las posibilidades reales de los robots (Amo et al., 2021).

La robótica educativa también plantea algunos desafíos. Los docentes pueden enfrentar dificultades para integrar la robótica en sus planes de estudio de manera efectiva debido a la falta de conocimiento y la falta de habilidades técnicas durante su implementación. Otro desafío es el alto costo de los kits de robótica, lo que puede impedir que instituciones con recursos limitados los utilicen. Sería oportuno respaldar aquellas opciones de bajo coste, como el uso de robots virtuales (Mangina et al., 2023).

En respuesta a estos desafíos, en España se está promoviendo desde el Ministerio de Educación y Formación Profesional y en colaboración con las Comunidades Autónomas, el programa Código Escuela 4.0, con el objetivo de incorporar en la práctica docente la programación y la robótica educativa para el desarrollo del pensamiento computacional y de la competencia digital del alumnado.

2.4 Metodologías en la educación STEAM

La incorporación de tecnologías emergentes en el ámbito educativo no necesariamente conlleva una transformación en las pedagogías existentes. Sin embargo, cuando estas tecnologías sí provocan cambios pedagógicos, Adell y Castañeda (2012) definen a las pedagogías emergentes “como un conjunto de enfoques e ideas pedagógicas todavía en proceso de sistematización que surgen del uso de TIC en educación y buscan aprovechar al máximo sus capacidades comunicativas, informativas, colaborativas, interactivas, creativas e innovadoras dentro de una nueva cultura del aprendizaje” (p.15).

La educación STEM integra diversas disciplinas que se conectan de manera práctica para mejorar el aprendizaje del estudiante y fomentar la resolución de problemas del mundo real mediante el uso de herramientas y tecnologías actuales. En este contexto, es importante revisar las metodologías activas que propician la educación STEM.

Ammar et al. (2024) realizaron una revisión de diferentes prácticas pedagógicas entre 2017- 2022 que ayudan a fomentar la innovación en la educación STEM, con enfoque en los estudiantes K-12. Entre las metodologías enumeradas está el aprendizaje STEM integrado, aprendizaje basado en proyectos, aprendizaje basado en problemas, pensamiento basado en el diseño y actividades prácticas informales. Los resultados ponen de manifiesto que el objetivo común es impactar positivamente en la alfabetización STEM de los estudiantes, resaltando que el papel de la innovación es parte integral de la misma y se correlaciona positivamente con su mejora. Además, se observa que el enfoque para implementar la innovación es evidente en las principales metodologías STEM.

Segarra-Morales y Juca-Aulestia (2024) destacan la importancia de fomentar la creatividad y fomentar el pensamiento crítico entre los estudiantes mediante el desarrollo de las habilidades TIC, la incorporación de recursos digitales, los enfoques multidisciplinares, el pensamiento computacional y la robótica, así como el desarrollo de competencias sociales y emocionales.

Thibaut et al. (2018) realizan una revisión de prácticas pedagógicas en el ámbito STEM en educación secundaria y proponen un marco teórico para la enseñanza integrada contemplando cinco dimensiones: integración de contenidos, aprendizaje centrado en problemas, basado en indagación, basado en el diseño y aprendizaje cooperativo.

A continuación, se presentan metodologías que se consideran esenciales en la actualidad en la educación STEAM.

2.4.1 Aprendizaje basado en proyectos

El aprendizaje basado en proyectos es un enfoque metodológico en el que los estudiantes adquieren conocimientos a través de la realización de un proyecto, en el que colaboran y negocian con el objetivo de obtener un producto final (Thomas, 2000) y que está siendo muy útil para promover la educación STEAM ya que facilita el aprendizaje de conceptos científicos a través de su aplicación en la resolución de un problema o la elaboración de un producto (Domènech-Casal, 2018).

Larkin y Lowrie (2023) destacan varias características esenciales: identificar problemas auténticos que interesen a los niños, facilitar que establezcan conexiones entre estos problemas y sus experiencias vitales, apoyarlos en la resolución de estos problemas conectando teoría y práctica, y promover la creación de un producto significativo.

Este enfoque permite diseñar actividades prácticas a partir de una pregunta o problema disparador. En estas actividades, los estudiantes colaboran, integrando y aplicando sus conocimientos mientras trabajan juntos para crear artefactos o productos que conduzcan a una solución (Markula y Aksela, 2022).

Esto no solo estimula la aplicación práctica de los conocimientos STEM, sino que también fomenta la comprensión de los conceptos, la participación activa y ayuda a desarrollar la persistencia ante los desafíos, resultando un proceso de aprendizaje más atractivo (Ching et al., 2019) a la vez que mejora los resultados de aprendizaje y se entrenan las habilidades de pensamiento crítico (Wiratman et al., 2023).

Además, los estudiantes asumen roles responsables y trabajan en un ambiente cooperativo, participando activamente en el proceso de investigación, realizando consultas, recopilando información, analizando datos, y elaborando informes (Ammar et al., 2024). Mientras tanto el docente actúa como facilitador, guiando al estudiante, ofreciéndole pautas y sugerencias sobre formas más efectivas de lograr el producto final (Thibaut et al., 2018)

Le et al. (2023) examinaron los enfoques STEM integrados y los resultados asociados del aprendizaje de los estudiantes de primaria y secundaria, identificando que las actividades de aprendizaje basadas en proyectos fueron eficaces para mejorar el aprendizaje y la motivación, así como las habilidades de orden superior como la creatividad científica y la resolución de problemas.

2.4.2 Aprendizaje basado en problemas

El aprendizaje basado en problemas es una estrategia pedagógica centrada en el estudiante que utiliza situaciones del mundo real con el objetivo de mejorar la comprensión y desarrollar habilidades de resolución de problemas. Requiere que los estudiantes participen en la resolución de problemas complejos en contextos reales, caracterizados por ser abiertos, mal definidos y sin una única solución (Diego-Mantecon et al., 2021).

Este enfoque fomenta el pensamiento crítico y la participación de los estudiantes en un proceso en el que deben encontrar soluciones creativas y respuestas múltiples, mientras discuten y se comunican con su grupo intercambiando opiniones o ideas.

Los hallazgos muestran que la aplicación del aprendizaje basado en problemas puede mejorar la capacidad de argumentación científica de los estudiantes. Estas habilidades son importantes para el aprendizaje y la práctica científica por tres razones: (1) los científicos emplean la argumentación para construir, defender y mejorar su conocimiento científico, (2) la sociedad usa la argumentación en el debate científico y (3) los estudiantes deben articular argumentos para fortalecer su comprensión (Muspiroh et al., 2024).

Suciana et al. (2023) realizaron un metaanálisis para determinar el efecto del aprendizaje basado en problemas integrado con STEM, concluyendo que tiene un efecto en la mejora de los resultados del aprendizaje en distintos niveles educativos y principalmente en áreas como la física, química, biología y ciencias, obteniendo un nivel más bajo en matemáticas.

Por su parte Weng et al. (2022) exploran como las actividades de creación en un enfoque de aprendizaje basado en problemas del mundo real fomentan la creatividad de los estudiantes, creando soluciones innovadoras a los problemas y el espíritu empresarial a lo largo de la secuencia de aprendizaje de 5D: involucrar, explorar, explicar, elaborar y evaluar.

Además, enfatizan que el incorporar problemas del mundo real en las actividades de creación, brindan a los estudiantes un entorno de aprendizaje motivador, significativo y colaborativo, y la oportunidad para tomar el control de su aprendizaje mientras se comunican y cooperan entre sí intentando resolver los problemas diseñando, fabricando y evaluando soluciones como prototipos.

El aprendizaje basado en problemas se relaciona con el aprendizaje basado en proyectos, sin embargo, tiene una serie de características que lo diferencian.

El primero se centra en que los estudiantes busquen soluciones a los problemas identificados, mientras que el segundo se enfatiza en la creación de un producto final y en las habilidades que los estudiantes adquieren durante el proceso. Además, en el aprendizaje basado en problemas, se sugiere una solución, mientras que, en el aprendizaje basado en proyectos, dicha solución debe llevarse a cabo. Por último, el aprendizaje basado en problemas suele tener una duración más corta en comparación con el aprendizaje basado en proyectos, que se extiende a lo largo de un período de tiempo más prolongado (Ferrero et al.,2021).

2.4.3 Aprendizaje por indagación

El aprendizaje por indagación es un enfoque de aprendizaje que busca que los estudiantes actúen y piensen como científicos, observando, investigando, experimentando, analizando resultados y formulando conclusiones, en la búsqueda del conocimiento. Este enfoque hace responsables a los estudiantes de su proceso de aprendizaje bajo la supervisión guiada del docente.

Este enfoque promueve las habilidades de investigación, estimula la argumentación crítica y el razonamiento lógico al explicar los fenómenos observados. Además, contribuye al desarrollo de competencias como la redacción de informes científicos, las habilidades de comunicación oral y escrita, y el trabajo en equipo (Rodríguez et al.,2019).

Aunque comparte características del aprendizaje basado en proyectos y el aprendizaje basado en problemas, se distingue por su proceso cíclico denominado de las 5E: enganchar, explorar, explicar, elaborar y evaluar. Este proceso permite que pueda implementarse en un período más corto, con mayor andamiaje por parte del docente (Larkin y Lowrie,2023).

En su estudio, Boaventura et al. (2020) analizaron el conocimiento científico de los estudiantes de primaria en una actividad sobre el cambio climático. Observaron un incremento en su conocimiento científico y la habilidad para aplicarlo en nuevos contextos. Los estudiantes mostraron habilidades para hacer predicciones y registrar datos, aunque encontraron dificultades en la planificación experimental y en la formulación de conclusiones. Además, se observó un desarrollo en la motivación y actitudes positivas hacia las ciencias.

Este resultado es coherente con los hallazgos de Bakirci et al. (2022) y Yuliati et al. (2021) quienes reportaron una mejora significativa en la comprensión de los conceptos por parte de los estudiantes.

2.4.4 Diseño de ingeniería

El diseño de ingeniería tiene una presencia cada vez mayor en la educación STEAM. Consiste en procesos de aprendizaje dinámicos donde los diseñadores se involucran en la creación de modelos, la investigación científica, el razonamiento matemático, el diseño y las habilidades tecnológicas mientras construyen nuevos conocimientos para optimizar las soluciones de diseño (Zheng et al., 2020).

De acuerdo con Lin et al. (2021) el proceso de diseño de ingeniería comprende las siguientes etapas: (1) definir del problema, (2) recopilar información, (3) generar ideas, (4) modelar, (5) analizar la viabilidad, (6) evaluar, (7) tomar decisiones, (8) comunicar, (9) implementar y (10) revisar el diseño.

El uso adecuado de modelos y el análisis de viabilidad pueden mejorar la habilidad de los estudiantes para evaluar ideas, lo cual es una de las características más destacadas del pensamiento de diseño en ingeniería. Cuando se introduce un problema del mundo real en un entorno de aprendizaje STEM que fomenta la autorreflexión y la comprensión, los estudiantes pueden desarrollar sus habilidades en el diseño de ingeniería.

A este respecto, Cheng et al. (2024) diseñaron un plan de estudios STEM en el que se solicitaba a los estudiantes que dibujaran sus diseños de ingeniería y explicaran los principios científicos que fundamentaban el diseño. Los resultados indican que al introducir y aplicar un andamiaje explícito para la reflexión sobre el conocimiento científico y de ingeniería, se observó una mejora gradual en la integración de este conocimiento en sus diseños de ingeniería y una mejora significativa en las actitudes de los estudiantes hacia las disciplinas STEM.

En el diseño de ingeniería, los estudiantes se enfrentan a contextos que requieren de la capacidad de trabajar en equipo y de habilidades sociales cruciales para alcanzar los objetivos de aprendizaje.

En su estudio, Kelly y Cunningham (2019) resaltan como los desafíos de diseño de ingeniería fomentan un aprendizaje activo y colaborativo,

incentivando a los estudiantes a aplicar y profundizar sus conocimientos y habilidades en escenarios que imitan problemas reales mediante la construcción de modelos y prototipos, promoviendo así la creatividad y el aprendizaje a través de la evaluación y comparación de múltiples soluciones. Además, los estudiantes utilizan la negociación, la comunicación, y el uso de herramientas que facilitan la construcción del conocimiento.

Siguiendo esta línea, Liu et al. (2023) exploran el efecto de la pedagogía de ingeniería inversa en las habilidades de pensamiento computacional en estudiantes de primaria en actividades de aprendizaje STEM.

Este enfoque implica que los estudiantes analicen trabajos previos, deduzcan los criterios de diseño y las estrategias de implementación bajo la guía del docente y después modifiquen, mejoren o innoven el trabajo de acuerdo con los objetivos de aprendizaje. Sus hallazgos surgieron que este enfoque puede fomentar las cinco subdimensiones de las habilidades del pensamiento computacional, incluyendo la creatividad, cooperación, pensamiento algorítmico, pensamiento crítico y la resolución de problemas.

En la Tabla 4 se relaciona cada estrategia metodológica con una descripción, autores relevantes y principales resultados.

Tabla 4
Tipología de metodologías en educación STEAM

Metodología	Descripción Breve	Autores	Principales Resultados
Aprendizaje Basado en Proyectos	Posibilita el aprendizaje de conceptos científicos a través de la resolución de problemas reales y la elaboración de productos.	Domènech-Casal (2018), Larkin y Lowrie (2023), Markula y Aksela (2022), Ching et al. (2019), Wiratman et al. (2023), Ammar et al. (2024), Thibaut et al. (2018), Le et al. (2023)	Fomenta la integración y aplicación de conocimientos, mejora la comprensión de conceptos y las habilidades de pensamiento crítico. Los estudiantes asumen roles responsables en un ambiente cooperativo.

<p>Aprendizaje Basado en Problemas</p>	<p>Fomenta habilidades críticas y de resolución de problemas mediante la participación en problemas complejos y reales.</p>	<p>Diego-Mantecon et al. (2021), Muspiroh et al. (2024), Suciana et al. (2023), Weng et al. (2022)</p>	<p>Mejora la capacidad de argumentación científica y otras habilidades cognitivas. Fomenta la creatividad, la resolución de problemas y el espíritu empresarial. Promueve habilidades de investigación, argumentación crítica y razonamiento lógico.</p>
<p>Aprendizaje por indagación</p>	<p>Promueve la curiosidad y el análisis mediante la investigación y experimentación.</p>	<p>Rodríguez et al. (2019), Larkin y Lowrie (2023), Boaventura et al. (2020), Bakirci et al. (2022), Yuliati et al. (2021)</p>	<p>Mejora del conocimiento científico y la capacidad para aplicarlo en nuevos contextos. Mejora en la motivación y actitudes hacia las ciencias.</p>
<p>Diseño de Ingeniería</p>	<p>Aplica el diseño de ingeniería para desarrollar soluciones innovadoras</p>	<p>Zheng et al. (2020), Lin et al. (2021), Cheng et al. (2024), Kelly y Cunningham (2019), Liu et al. (2023)</p>	<p>Desarrollo de habilidades en diseño de ingeniería y pensamiento computacional. Mejora en la integración del conocimiento científico y de ingeniería en los diseños. Fomenta la creatividad y habilidades sociales a través del aprendizaje activo y colaborativo.</p>

CAPÍTULO

REALIDAD VIRTUAL PARA LA ENSEÑANZA STEAM

3

3.1 Introducción

La realidad virtual está atrayendo cada vez más la atención de investigadores y profesionales de la educación, al considerarla como una tecnología con un gran potencial para su adopción en educación primaria, secundaria y educación superior (Makransky y Mayer, 2022; Patterson y Han, 2019; Tilhou et al., 2020).

Aunque existen varios intentos de definir la RV, todos resaltan que es una forma de simular o replicar digitalmente un entorno que una persona puede explorar e interactuar en tiempo real (Makransky y Lilleholt, 2018; Lee y Wong, 2014).

Actualmente, se puede acceder a la RV a través de diferentes sistemas dependiendo del grado de inmersión, referido a la sensación de presencia o una sensación de “estar allí” en el entorno 3D. Así podemos distinguir dos categorías principales: realidad virtual de escritorio (en adelante RV-E) y realidad virtual inmersiva (en adelante RV-I).

La RV-E generalmente se clasifica como no inmersiva. Se refiere a una imagen tridimensional que se genera en la pantalla de un ordenador, y con la que el usuario puede interactuar a través del teclado y el ratón, una consola de juegos o una pantalla táctil, no siendo necesario el uso de un visor (Di Natale et al., 2020; Lee y Wong, 2014),

Por otro lado, la RV-I ofrece una experiencia inmersiva muy realista, al permitir que el usuario esté completamente rodeado por el entorno virtual proporcionando una sensación de presencia en el mismo, e incluye:

- (1) el entorno virtual automático de cueva (CAVE) que combina el uso de gafas 3D con la proyección de imágenes en una habitación con forma de cubo y en cuyo interior se sitúa al usuario que puede ver e interactuar con los objetos 3D, (Makransky y Lilleholt, 2018; Hodgson et al., 2019) y
- (2) las pantallas montadas en la cabeza (HMD) o visores, que proporcionan al usuario una sensación de inmersión en el entorno a través de una imagen de video estereoscópica generada por

ordenador o de 360. Estos incluyen aquellos que están conectados al ordenador, los autónomos que no necesitan conexión al ordenador, y los visores RV móvil (smartphone conectado a una HMD) (Hamilton et al., 2021).

Existen en el mercado una amplia gama de HMD de realidad virtual, desde visores de gama alta como HTC Vive, Oculus Rift, Apple Vision Pro, Samsung Odyssey, o Valve Index, que permiten a los usuarios experimentar un alto grado de inmersión. Estos pueden complementarse con accesorios de estimulación auditiva mediante el uso de auriculares, cinemáticos y táctiles que proporcionan interacciones multisensoriales y que extienden la experiencia de aprendizaje del usuario (Pellas et al., 2021). También hay disponibles en el mercado opciones HMD de bajo coste para dispositivos móviles, como Samsung Gear VR y Google Cardboard, que posibilitan hacer accesible la RV-I a una amplia gama de usuarios, en particular en el ámbito educativo que no ha querido quedarse al margen de esta democratización de la tecnología.

3.2 Realidad extendida, virtual, aumentada y mixta

La tecnología inmersiva es un concepto amplio que abarca la tecnología de la RV, la RA y la realidad mixta (en adelante RM). Milgran y Kishino (1994) desarrollan una taxonomía conocida como continuo realidad- virtualidad, que ayuda a categorizar y comprender los diferentes tipos de sistemas de visualización que combinan objetos reales y virtuales.

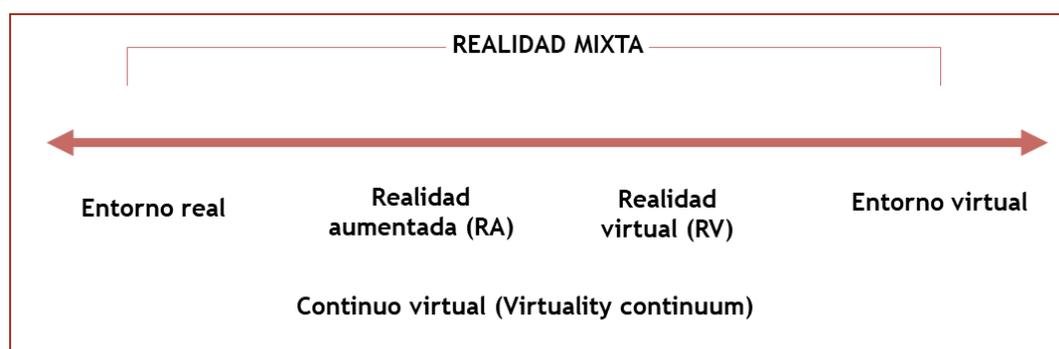
Este continuo se ilustra en la Figura 3. En el extremo izquierdo, tenemos los entornos que están compuestos únicamente de objetos reales, que se pueden observar a través de pantallas de vídeo o visualización directa, la RA se encuentra cerca de este extremo del espectro. En extremo derecha, tenemos entornos que consisten únicamente en objetos virtuales, creados mediante simulaciones gráficas por ordenador, la RV ocupa este extremo derecho.

La virtualidad aumentada, situada entre la realidad virtual y la realidad aumentada, se refiere al concepto de aumentar la visualización de un entorno virtual con objetos reales.

Por último, los entornos de realidad mixta existen en cualquier punto intermedio entre estos dos extremos, donde los objetos reales y virtuales se presentan juntos en una sola pantalla (Tang et al., 2020).

Figura 3

Representación simplificada del continuo realidad-virtualidad



Fuente: Milgram y Kishino (1994)

Por su parte la realidad extendida (RX) es un término general que abarca la RV, la RA y la RM, y en la que los usuarios pueden observar e interactuar en un entorno digital total o parcialmente sintético (Mystakidis, 2022).

Aprovechando la capacidad inmersiva de la RV, el concepto de metaverso ha despertado un interés significativo en los últimos años. Sin embargo, el término no es nuevo, ya que apareció por primera vez en la novela de ciencia ficción *Snow Crash* de Neal Stevenson en 1992. En ella, se hacía referencia a los metaversos como mundos virtuales 3D generados a partir de gráficos por ordenador, y en que los usuarios podían acceder y conectarse a través de gafas y auriculares, interactuando a través de avatares.

Mystakidis (2022) sostiene que el metaverso puede definirse como “un entorno multiusuario perpetuo y persistente que fusiona la realidad física con la virtualidad digital” (p.1) siendo su primera versión los mundos

virtuales.

Un mundo virtual se conceptualiza como un entorno 3D simulado y generado por el ordenador, donde los usuarios representados gráficamente por un avatar se encuentran en un espacio compartido. En este espacio pueden comunicarse con otros en tiempo real y pueden involucrarse en una variedad de actividades e interacciones con artefactos digitales, con la posibilidad de tener un impacto significativo en la experiencia humana.

Existen diferentes generaciones de plataformas de mundos virtuales, desde Hábitat en 1989 con una interfaz gráfica 2D, seguida de plataformas con sistemas sociales como Croquet, ActiveWorlds, Second Life y Open Simulator en la década de 1990 y 2000. La tercera generación de plataformas ofrece inmersión sensorial e incluyen a VRChat, AltSpaceVR, EngageVR, RecRoom, Virbela, Sansar, High Fidelity, Mozilla Hubs, Spatial y Meta, que proporcionan un conjunto de recursos para la educación en línea y las reuniones remotas. Por ejemplo, RecRoom y Virbela posibilitan la entrada y la participación mediante diversos dispositivos además de los HMD de realidad virtual, como sistemas de escritorio y aplicaciones móviles (Mystakidis, 2022).

3.3 Realidad virtual en educación

La RV ha sido extensamente estudiada en el ámbito educativo, los investigadores han realizado diversas revisiones de la literatura para analizar su potencial en educación (Marougkas et al., 2024; Rojas-Sánchez et al., 2023; Zhang et al., 2023; Coban et al., 2022; Mystakidis et al., 2021; Hamilton et al., 2021; Pellas et al., 2021; Di Natale et al., 2020; Radianti et al., 2020; Wu et al., 2020; Maas y Hughes, 2020; Checa et al., 2020).

Las aplicaciones de la RV se pueden encontrar en diversas áreas de conocimiento en educación primaria y secundaria, como en educación ambiental (Laine et al., 2023) educación en tecnología espacial (Atta et al., 2022), matemáticas (Akman y Çakır, 2020), física (Bogusevschi et al., 2020), química (Kumar et al., 2021), biología (Wang et al., 2019), geología (Chang et al., 2020), aprendizaje del idioma inglés (Chien et al., 2020), historia

(Remolar et al., 2021) y música (Innocenti et al., 2009), entre otras.

La investigación ha mostrado que el uso de la RV tiene un impacto positivo en el aprendizaje y el rendimiento de los estudiantes (Coban et al., 2022; Woon et al., 2021; Luo et al., 2021; Wu et al., 2021; Zhao et al., 2020; Kurniawan et al., 2019). Esta tecnología ofrece experiencias de aprendizaje en primera persona, permitiendo a los estudiantes interactuar con los objetos virtuales a su propio ritmo. Además, los estudiantes pueden tomar decisiones y trabajar para alcanzar sus objetivos, adaptándose por tanto al ritmo de cada estudiante y a las necesidades individuales (Villena et al., 2019).

Dalgarno y Lee (2010) sostienen que el uso de la tecnología no provoca el aprendizaje por sí sola, más bien por las tareas, actividades y estrategias pedagógicas facilitadas por la tecnología.

Los autores identifican un marco de posibilidades de aprendizaje en los entornos virtuales 3D : (1) es adecuada para desarrollar las habilidades espaciales ya que permite ver el entorno desde cualquier posición y manipular objetos virtuales (2) facilita tareas de aprendizaje experiencial permitiendo al estudiante realizar tareas que no son prácticas o imposibles de realizar en el mundo real (3) la inmersión y la interacción aumentan la motivación intrínseca del estudiante y su compromiso con el aprendizaje (4) mejora la transferencia del conocimiento y de las habilidades a situaciones reales a través de la contextualización del aprendizaje (5) fomenta un aprendizaje colaborativo más rico y/o más eficaz (p.8-10).

De acuerdo con Mystakidis (2022), los espacios compartidos de realidad virtual ofrecen la oportunidad de implementar una variedad más extensa de enfoques pedagógicos activos centrados en el alumno, como el aprendizaje basado en problemas, proyectos y juegos, de manera más amplia.

Una de las contribuciones más importantes de la realidad virtual es la posibilidad que ofrece a los estudiantes de aprender-haciendo, especialmente en actividades complejas y desafiantes que son difíciles de replicar debido al costo, la complejidad o la seguridad en un entorno seguro a los que de otro modo no podrían acceder (Alfalah ,2018; Petersen et al.,

2020; Hamilton et al., 2021; Bakar et al., 2019). Además, brinda comodidad a las personas que enfrentan barreras físicas para acceder, explorar y experimentar lugares de difícil acceso (Zhang et al., 2023).

La naturaleza inmersiva e interactiva de la RV permite que los usuarios puedan sumergirse en las actividades de aprendizaje e interactuar con el material didáctico y con objetos 3D de una manera activa y no como meros observadores, conectando conceptos teóricos con aplicaciones prácticas (Maroukias et al., 2023). Esto contribuye a un mejor aprendizaje y comprensión (Sun et al., 2023; van Dinther et al., 2023; Fernandes et al., 2023; Jia y Qi, 2023).

Esta tecnología brinda un entorno de aprendizaje atractivo e interactivo, que les ofrece la oportunidad de interactuar con sus compañeros, haciendo que la experiencia de aprendizaje despierte su interés y curiosidad, estimule su entusiasmo por aprender, y ayude a mantenerlos motivados y participativos durante el proceso de aprendizaje (Zhang et al., 2023; Wee et al., 2022; Parmaxi, 2020; Papanastasiou et al., 2019; Zhou et al., 2018).

Esta perspectiva es aplicable en diversas áreas, como historia, arte, ciencia y tecnología, idiomas, etc (Lion-Bailey et al., 2023; Dengel et al., 2023).

La RV brinda una oportunidad para promover el pensamiento computacional en un entorno interactivo y atractivo, donde los estudiantes pueden aplicarlo en la resolución de problemas (Sukirman et al., 2022).

Wee et al. (2022) presentan los resultados de su intervención en el caso del aprendizaje de introducción a la programación, que incluye la abstracción de los conceptos y conceptos erróneos de programación, y mostraron como la RV puede mejorar la comprensión de los conceptos de programación por parte de los estudiantes al proporcionarles comentarios personalizados.

Estos resultados son acordes con los de Monita y Ikhsan (2020) que argumentan como la RV puede facilitar la comprensión de los conceptos al participar activamente en el proceso de aprendizaje y construir el

significado de la información recibida.

Por su parte, Wizaka et al. (2020) concluyen que los estudiantes consideran que aprender utilizando realidad virtual es más fácil y ayuda a la comprensión, comparando con otros métodos donde el aprendizaje se consideraba bastante difícil y confuso.

Innocenti et al. (2019) sostienen que la RV, en sinergia con metodologías de enseñanza tradicionales, puede mejorar la experiencia de aprendizaje musical en educación primaria, en términos de escucha activa, atención y tiempo.

Diversas investigaciones enfatizan su eficacia para mejorar la motivación y la participación, imprescindibles en el aprendizaje (Elias et al., 2021; Huang et al., 2021; Akman y Çakır, 2020; Li et al., 2020; Gargrish et al., 2020).

Chi y Idris (2021) centran su atención en la motivación en términos de: (1) diversión, interés y disfrute; (2) compromiso; (3) satisfacción; (4) voluntad de aprender; (5) actitud positiva; (6) atención y (7) nivel de confianza.

Además, ofrece nuevas posibilidades para fomentar la creatividad, la innovación, el pensamiento crítico y la resolución de problemas, la comunicación, la colaboración y la alfabetización digital, comúnmente denominadas habilidades del siglo XXI, que facilitan transformar la información en conocimiento (Johecová et al., 2022; Wu et al., 2021; Papanastasiou et al., 2019).

Las investigaciones de Lin y Wang (2021), Ikhsan et al. (2020), Bakar et al. (2019) revelan que la RV promueve la creatividad de los estudiantes en el aprendizaje, consideran que el proceso de aprendizaje se vuelve más interesante, interactivo y apropiado para estimular la curiosidad de los estudiantes y la motivación intrínseca. Además, se encontró que los estudiantes mejoran el rendimiento y las habilidades de pensamiento crítico.

Calvert y Abadia (2020) argumentan que la RV aumenta la percepción de los estudiantes sobre el tema, ya que la visualización juega un papel vital

en el aprendizaje y ayuda a recordar la información, esto conduce a un mayor significado y comprensión.

En esta línea Zakaria et al. (2020) mostraron mejoras de la retención de la memoria y la comprensión de conceptos complejos al proporcionar una experiencia de aprendizaje visual e interactiva, el manipular objetos virtuales e interactuar con ellos, mejora la comprensión y la retención de la información.

De manera similar, Iksan et al. (2020) y Tarng et. (2019) argumentan que la RV mejora el rendimiento académico de los estudiantes, logrando mejoras significativas después de las actividades de enseñanza utilizando la realidad virtual lo que indica es efectiva para mejorar el aprendizaje.

En cuanto al aprendizaje percibido Pande et al. (2021) enfatizan en el sentimiento positivo de los estudiantes sobre el aprendizaje a través de las simulaciones en RV.

Por su parte, Ramansyah et al. (2020) llevaron a cabo una investigación relacionada con la educación ambiental en la asignatura de ciencias naturales. Sus resultados sugieren que la RV mejora la eficiencia del aprendizaje al permitir que los estudiantes sientan la experiencia de estar en el entorno creado.

La RV permite visitar cualquier lugar, momento o persona de una manera relativamente económica a través de excursiones virtuales. Esto crea poderosas oportunidades de aprendizaje para experimentar contextos históricos, entornos científicos y momentos personalmente significativos. Durante la pandemia de Covid-19, estos entornos se utilizaron para que los estudiantes aprendieran la historia y el alfabeto de Madurese, ya que las limitaciones impidieron que visitaran el museo para ver los objetos históricos de Madurese (Ramansyah et al., 2021).

Estudios recientes han presentado los mundos virtuales inmersivos para ayudar a los estudiantes a aprender a programar utilizando diferentes dispositivos de realidad virtual.

Segura et al. (2020) presentan VR-OCKS, un prototipo de RV inspirado en lenguajes de programación como Scratch o Kodu, para ayudar a niños de 12 años a desarrollar el pensamiento algorítmico y acercarlos a los conceptos básicos de programación, la interacción se realiza con el visor HTC Vive conectado al ordenador.

Jin et al. (2020) en su investigación presentan VWorld, un sistema de RV inmersivo que, además de introducir a los niños y jóvenes en la programación, les permite personalizar su mundo de tal manera que se impulsa la creatividad y las habilidades de pensamiento computacional ya que pueden programar los objetos 3D colocados.

Arabit-García et al. (2021) destacan cómo el uso de las tecnologías avanzadas fomenta prácticas educativas interactivas y motivadoras para la enseñanza científica.

Varios estudios han argumentado la eficacia del uso de la RV en la educación STEM (Jiang et al., 2021; Zakaria et al., 2020; Radianti et al., 2020; Wu et al., 2020; Chen et al., 2019). Kuznetcova et al. (2023) enfatiza que las habilidades espaciales son fundamentales para el éxito en el campo STEM y en su investigación no observó una diferencia de género significativa en la autoeficacia visoespacial, el desempeño y las calificaciones en STEM.

En la revisión realizada por Matovu et al. (2021) se identifican cinco razones para utilizar la RV en entornos de educación científica: a) mejorar la visualización de conceptos abstractos; b) mejorar la experiencia de aprendizaje; c) desarrollar habilidades prácticas; d) visitar y explorar lugares relevantes a través de excursiones virtuales; y e) brindar experiencias de aprendizaje experiencial en primera persona.

En astronomía, varios estudios han utilizado la RV para enseñar a los estudiantes acerca de las características del sistema solar, el origen del universo y la tecnología espacial (Atta et al., 2022; Yang et al., 2020; Bedregal-Alpaca et al., 2020).

Involucrar a los estudiantes en actividades en las que no son simples observadores de conceptos científicos, sino que se convierten en participantes activos mediante experiencias de aprendizaje inmersivas y

corporales, hace que los conceptos abstractos sean más accesibles. Esto se logra al poder manipular la escala, rotación y punto de vista de los planetas e interactuar con ellos, apoyando de esta manera el descubrimiento de las leyes físicas que aplican a los objetos del sistema solar (Kersting et al., 2023).

3.4 Desafíos para integrar la realidad virtual en el aula

A pesar de los beneficios potenciales de la RV en la educación, también plantea una serie de desafíos.

Spiegel (2018) hace referencia a varios efectos negativos (i) para la salud mental: ciber enfermedad que incluye mareos, náuseas, fatiga, desorientación corporal, dificultad para reingresar al mundo real, trastornos de despersonalización, ansiedad, depresión, fobias sociales ; (ii) negligencia corporal relacionada con el descuido personal del usuario; (iii) cuestiones de privacidad derivada de los datos que se recopilan y (iv) riesgos morales y sociales debido a la confusión entre mundo real y virtual.

Skulmowski (2023) se refiere a las cuestiones éticas en entornos educativos:

- (i) la RV no es igualmente beneficiosa para todos los tipos de aprendizaje, presenta una oportunidad, pero para determinadas tareas de aprendizaje se pueden utilizar otras estrategias pedagógicas facilitadas por la tecnología;
- (ii) es importante considerar el impacto del realismo en los alumnos, ya que puede variar en función de sus habilidades espaciales, es importante ofrecer alternativas a estudiantes con baja capacidad espacial y también a los estudiantes propensos a la ciber enfermedad para garantizar la igualdad de acceso a la educación;
- (iii) las interacciones sociales pueden presentar desafíos éticos, como cuestiones de identidad, pueden usarse para manipular al estudiante y hacerles creer información falsa por lo que se debe

garantizar un entorno de aprendizaje seguro e inclusivo;

- (iv) y la privacidad es una preocupación, ya que las experiencias de RV pueden recopilar y almacenar datos personales. Es necesario una normativa y directrices estrictas para limitar la transferencia y el uso de los datos recopilados ya que pueden utilizarse en su contra. Los niños y sus padres deben ser informados y se les debe pedir su consentimiento para el uso educativo de la RV.

Por su parte, Southgate et al. (2019) señalan la falta de investigación en relación con las directrices sobre cuestiones éticas, prácticas y de seguridad asociadas con la incorporación de la RV de alta gama en las aulas con niños y jóvenes.

Además, se encuentran otros desafíos como la necesidad de recursos en el aula, y la falta de conocimiento por parte de los docentes sobre como integrarla en el aula.

Estos desafíos resaltan la necesidad de contar con los recursos, el apoyo y la capacitación adecuados para implementar con éxito los desafíos la RV en los entornos educativos. Los docentes deben superar las restricciones económicas, adquirir las habilidades necesarias y garantizar la integración adecuada de la RV en el plan de estudios para maximizar su potencial y para mejorar las experiencias de aprendizaje.

Fransson et al. (2020) identifican los desafíos que abordan los docentes y que están relacionados con:

(a) economía y tecnología, si bien ha disminuido el gasto asociado con la compra de hardware y software sigue siendo relativamente costoso, en particular para centros con recursos limitados, Los presupuestos limitados y el elevado coste de los equipos de realidad virtual pueden suponer un desafío para las escuelas a la hora de adoptar la tecnología de realidad virtual

(b) barreras iniciales de aprendizaje y de cómo integrarla en el aula, los profesores pueden tener dificultades para familiarizarse con la tecnología de realidad virtual e integrarla en sus prácticas docentes

(c) organización y puesta en práctica, los docentes deben tener en cuenta factores como el tamaño de las clases, la disponibilidad de dispositivos HMD, el tamaño del grupo, el personal de apoyo, etc.

Para implementar eficazmente la realidad virtual en el aula, es necesario tener en cuenta factores como el tamaño de las clases, la disponibilidad de dispositivos de realidad virtual y la necesidad de disponer de ubicaciones y horarios flexibles

(d) planes de estudio, programas de estudio y resultados de aprendizaje esperados, incorporar la realidad virtual en los planes de estudio existentes y alinearla con los objetivos de aprendizaje puede ser un desafío para los docentes,

y (e) competencias de los docentes, desarrollo profesional y confianza. la falta de conocimiento por parte los docentes sobre cómo integrarla en el aula, la falta de tiempo y el esfuerzo que conlleva el aprender sobre la tecnología, el planificar y diseñar actividades que podrían integrarse en el currículo de tal manera que mejore la experiencia de aprendizaje.

También es importante fomentar la confianza entre los docentes y las partes interesadas en relación con la eficacia y los beneficios de la RV en la educación.

Incorporar la RV en los planes de estudio existentes y alinearla con los objetivos de aprendizaje puede ser un desafío para los profesores, que pueden necesitar oportunidades de formación y desarrollo profesional para mejorar sus competencias en el uso de esta tecnología.

Además, a pesar del avance de las aplicaciones y plataformas de creación de RV, existen una serie de desafíos técnicos para los creadores de nuevas experiencias de RV con bajas habilidades técnicas. Ashtari et al. (2020) destacan la necesidad de herramientas de creación que no dependan de habilidades de codificación.

3.5 Herramientas de creación de Realidad Virtual

Los avances de hardware y software de RV abren un abanico de posibilidades, desde la RV impulsada por teléfonos inteligentes y un visor tipo Cardboard hasta la RV impulsada por plataformas para ordenadores con visores tipo Oculus Rift, Play Station VR, HTV Vive, etc.

Además, se puede acceder a los mundos virtuales 3D educativos de manera semi inmersiva o inmersiva, en ellos el usuario está representado gráficamente por medio de su avatar que es capaz de comunicarse, interactuar y colaborar en tiempo real con otros usuarios dispersos geográficamente en un entorno seguro, altamente personalizable, y participando de manera activa en su aprendizaje. Algunos ejemplos de plataformas son Second Life, OpenSimulator, Kitely, Samsar, InWorldZ, etc.

Por otro lado, encontramos la tecnología WebVR que combina la RV y el navegador web, y que utilizan plataformas de creación como Spatial, FrameVR, Mozilla Hubs, Cospaces Edu, entre otras. En estas plataformas, los usuarios pueden personalizar su entorno virtual cargando un modelo creado con programas 3D como SketchUp, Tinkercad, Wings 3D, Blender, etc, e importarlos al mismo con un simple “arrastrar y soltar”.

En otro extremo, se encuentra la RV basada en vídeo esférico 360°. Se trata de contenido de vídeo inmersivo que permite a los espectadores mirar a su alrededor en todas direcciones, dándoles opciones y control sobre lo que ven (Walshe y Driver, 2019). Hallazgos recientes sugieren que enriquecen la experiencia educativa (Snelson y Hsu ,2020), la motivación, el compromiso y la presencia pueden mejorarse (Cheng y Tsai, 2019; Han, 2019), además de proporcionar una mayor inmersión y disfrute en comparación con los videos 360° mostrados en la pantalla del teléfono móvil (Rupp et al.,2019).

Algunas aplicaciones de la RV basada en vídeo esférico 360° incluyen recorridos virtuales del patrimonio cultural (Argyriou et al., 2020), historia del arte (Wu et al.,2021), geología (Chang et al., 2020), inglés como lengua extranjera (Liu et al.,2023), química (Yang et al.,2022).

Además, es posible encontrar aplicaciones educativas móviles de RV en las que el profesor adopta el rol de guía y controla la visualización de contenido en los teléfonos inteligentes de los estudiantes. Una de estas aplicaciones es *Nearpod*, que permite al profesor crear lecciones interactivas incorporando fotografías esféricas o viajes virtuales y que posteriormente muestra a través de su tableta en los teléfonos inteligentes de los estudiantes, siendo visualizado el contenido a través de visores de RV.

Otras aplicaciones de RV adoptan un enfoque autoguiado, el estudiante las ejecuta directamente en su teléfono inteligente para apoyar el aprendizaje autodirigido.

Ejemplos de estas aplicaciones son *Solar System VR*, en la que el estudiante adopta el rol de un astronauta que explora el Sistema Solar y descubre información relevante sobre el Universo, y *VR Ocean Aquarium 3D*, en la que el estudiante se convierte en un buceador en el océano, lo que le permite interactuar con la fauna y flora marina. Durante estas interacciones, la visualización se adapta cuando un animal se acerca para poder ser observado fácilmente y con detalle, además cada especie se complementa con información de interés para enriquecer la experiencia.

Otro ejemplo es *Google Arts y Culture*, disponible en la web y dispositivos móviles, que recopila multitud de obras y colecciones artísticas, objetos y archivos que se encuentran expuestos en los museos más importantes del mundo. Además, existen canales como *Google Earth VR*, *DiscoveryVR*, *YouTube 360°*, en el que se pueden encontrar videos con propósitos educativos.

Sin embargo, la utilidad de la RV no radica solo en experimentar, las herramientas de creación ofrecen a los docentes nuevas posibilidades para diseñar experiencias interactivas e inmersivas. Asimismo, el alumnado tiene la oportunidad de ejercer el rol de creador de contenidos, este proceso de construcción no solo les resulta emocionante, sino que también es más motivador y significativo, enriqueciendo así su aprendizaje.

En este sentido, el uso de las aplicaciones comerciales presenta limitaciones ya que son cerradas, lo que impide modificar su contenido y

adaptarlo a las necesidades específicas del docente. Por lo tanto, sería de utilidad utilizar herramientas que permitan a los usuarios finales personalizar o crear contenido de RV de manera autónoma sin necesidad de conocimientos técnicos (Berns y Reyes-Sánchez, 2021).

El uso de estas herramientas centradas en el usuario final permite la creación de recursos didácticos en RV acordes a las demandas de una generación de estudiantes familiarizados con el aprendizaje mediante la inmersión, la exploración y la experiencia directa (Checa y Bustillo, 2020) y puede contribuir a reducir la brecha digital entre estudiantes de países con menos recursos económicos (Valero-Franco y Berns, 2024).

Vert y Andone (2019) proponen unos criterios para elegir herramientas de creación de RV que promuevan el aprendizaje a la vez que simplifiquen los procesos de creación e implementación en entornos educativos:

- No requieran conocimientos de programación, o si los requieren sean visuales e intuitivos.

- Están en constante actualización y evolución, lo que garantiza que los trabajos creados seguirán disponibles en un futuro cercano y no desaparecerán.

- La plataforma web sea de fácil acceso y elimina la necesidad de descargar un software específico para crear experiencias.

- Se puede utilizar de forma gratuita, aunque algunas funciones pueden tener limitaciones.

- Tienen la capacidad de llegar a la gran mayoría de los estudiantes a través de una amplia gama de dispositivos / medios (web, Android, iOS, visores VR o una combinación de estos).

Además, consideran que las herramientas de creación deben incluir ciertas características adicionales para optimizar su uso, tales como la capacidad de colaboración entre autores, ya sean docentes o estudiantes y la experiencia multiusuario que podría enriquecer la dimensión social.

También debe incluir la evaluación del aprendizaje mediante la integración de cuestionarios dentro del entorno de RV. Resulta necesario organizar a los estudiantes en grupos para que el profesor pueda asignar requisitos y supervisar las actividades. La herramienta debería permitir la importación desde la interfaz de elementos de RV como fotos 360°, modelos 3D o archivos de audio desde bibliotecas en línea. Finalmente, la disponibilidad de una versión offline es crucial para situaciones donde la conexión a internet sea limitada o no exista. Algunas herramientas que cumplen con los requisitos se pueden observar en la Tabla 5.

Tabla 5

Herramientas de creación de Realidad Virtual en educación primaria

Herramienta	Descripción
Insta VR	Es una herramienta basada en la WebVR que permite crear contenidos interactivos basados en imágenes y videos 360°, modelos 3D, con solo arrastrar y soltar, no se requiere programación. Se puede visualizar en dispositivos iOS, Android, con visores Oculus Go, Oculus Quest, Oculus Rift S y desde la Web (escritorio/Web) (https://www.instavr.co/)
CoSpaces Edu	Plataforma de creación de entornos RA y RV con solo arrastrar y soltar objetos en la escena que pueden programarse por medio de CoBlock o secuencias de comandos basadas en texto más avanzadas. Los alumnos pueden explorar sus creaciones desde sus teléfonos con la aplicación móvil y un visor tipo cardboard o similar. (https://cospaces.io/edu)
Uptale Studio	Plataforma basada en la WebVR que permite crear experiencias de aprendizaje interactivas en RV a partir de videos y fotos 360°. No necesita programación, ofrece más de 50 tipos de interacción (imagen, texto a voz, audio, cuestionarios, etc), y se implementa simultáneamente en: smartphone, tableta, ordenador, y visor de realidad virtual. (https://www.uptale.io/)
ThingLink	Es una herramienta que permite crear rutas o itinerarios basados en imagen o vídeo inmersivos interactivos con tecnología 360°, además se puede combinar con herramientas como Book Creator o Quizziz. Se puede visualizar desde la WebVR y desde smartphone, tableta, ordenador de escritorio visores de RV. (https://www.thinglink.com/edu)
360Citiess	Sitio web que permite utilizar imágenes y videos 360°
Titans of Space	Aplicación para conocer los planetas del sistema solar
VirTimePlace	Aplicación que recrea hechos históricos y estimula el conocimiento del patrimonio histórico y cultural.
Nearpod	Herramienta que presenta más de 450 lecciones RV en las que los estudiantes pueden realizar excursiones virtuales, funciona en dispositivos iPads, Chromebooks, Mac o PC y visor de RV (https://nearpod.com/nearpod-vr)

3.6 CoSpaces Edu como entorno virtual de aprendizaje

La elección del entorno CoSpaces Edu como plataforma y aplicación educativa fue precedida por el estudio de experiencias en el uso de tecnologías de RV en el aula de primaria y secundaria. Además, combina la RV, la RA y la programación siendo una valiosa herramienta que brinda oportunidades en el ámbito de la educación STEAM. Autenrieth (2023) destaca que permite el desarrollo de las habilidades del siglo XXI como la resolución de problemas, el pensamiento crítico, la creatividad, colaboración, comunicación, gestión del tiempo y adaptabilidad.

Una de las características más destacadas de CoSpaces Edu es su interfaz amigable y accesible, que permite a docentes y estudiantes crear entornos virtuales sin necesidad de tener experiencia previa en programación o diseño 3D, y que enfatiza el aprendizaje sobre los desafíos técnicos (Valero-Franco y Berns, 2024).

Además, ofrece una biblioteca de recursos con una amplia variedad de personajes, y otros objetos 3D que pueden colocarse en el espacio con solo arrastrar y soltar. También permite agregar texturas, animaciones y contenido multimedia, como imágenes, vídeos y sonido, para personalizar y enriquecer sus creaciones. Una vez creado el entorno, se puede compartir proporcionando un enlace o un código QR y los usuarios pueden acceder desde sus dispositivos móviles.

Valero-Franco y Berns (2024) enfatizan que la posibilidad de acceder a través de dispositivos menos costosos, como teléfonos inteligentes, brinda oportunidades para integrar la RV de manera sencilla en el aula.

Cospaces Edu cuenta con herramientas de gestión de clases, desde donde el docente puede observar fácilmente el trabajo de los estudiantes y darles retroalimentación. Además, su usabilidad, utilidad percibida y disfrute durante el proceso de enseñanza y aprendizaje son factores que tienen en cuenta los profesores que tienen intención de usarla (Sat et al.,2023).

Otra característica importante es la capacidad de programación visual dentro de la plataforma. CoSpaces Edu utiliza un lenguaje de programación basado en bloques llamado CoBlocks, similar a Scratch, así como lenguajes de programación más avanzados como JavaScript y TypeScript, que permiten a docentes y estudiantes proporcionar interactividad y comportamientos dentro del entorno virtual. Esto les brinda la oportunidad de desarrollar habilidades de pensamiento computacional mientras diseñan escenas interactivas.

Además, CoSpaces Edu ofrece opciones para la colaboración y el trabajo en equipo en tiempo real, permitiendo a docentes y estudiantes trabajar juntos en proyectos virtuales, ya sea en el aula o de forma remota, esto fomenta el trabajo en equipo y la comunicación.

Khattib y Alt (2024) señalaron que facilita el aprendizaje colaborativo a través de simulaciones virtuales 3D interactivas, lo que permite a los estudiantes trabajar juntos en proyectos, mejorando así las habilidades de trabajo en equipo junto con los objetivos de aprendizaje individuales.

La plataforma también brinda la oportunidad de explorar conceptos abstractos a través de la RV ofreciendo aplicaciones prácticas de forma interdisciplinaria. Los estudiantes pueden simular experimentos científicos, explorar conceptos matemáticos en entornos interactivos y comprender principios de diseño y construcción en ingeniería, conectando la tecnología con las ciencias sociales, lengua, literatura y las disciplinas STEAM.

Estudios recientes han mostrado resultados de aprendizaje positivos al utilizar la plataforma Cospaces Edu en educación primaria y secundaria. Wu y Hung (2022) destacan la capacidad de aumentar significativamente el uso de la gramática y el léxico de los estudiantes en su desempeño oral. Wang y Sun (2021) subrayan que en actividades de co-creación crea un efecto significativo en el compromiso emocional. Los hallazgos se alinean con estudios donde los estudiantes participan creando artefactos en RV y se encuentran más motivados (Lin et al.,2023; Wang y Sun, 2022; Wu et al., 2021; Yeh et al.,2020; Chen et al.,2019).

Por su parte, Shim y Lee (2022) resaltan la importancia de la codificación basada en RV en la educación en diseño, como un medio para ayudar a los estudiantes a desarrollar sus habilidades creativas de resolución de problemas.

Khattib y Alt (2024) también exploran el uso de la gamificación digital y CoSpaces Edu en la educación científica. Los hallazgos indican que los elementos del juego pueden mejorar significativamente las percepciones de los estudiantes sobre sus experiencias lúdicas, su motivación y su inmersión, lo que contribuye a un mejor rendimiento académico en las asignaturas científicas.

Ng et al. (2023) investigan el uso de Cospaces Edu y subrayan el potencial de las visitas virtuales como herramientas educativas para el aprendizaje de idiomas y el desarrollo de habilidades tecnológicas. Señalan dos beneficios clave de las visitas virtuales: ofrecen contextos auténticos para la adquisición de conocimientos y habilidades, y facilitan el aprendizaje digital de idiomas al permitir que los estudiantes aprovechen nuevas tecnologías para expresar, evaluar y generar ideas.

Lo et al. (2024) destacan que CoSpaces Edu puede facilitar el compromiso de los estudiantes al brindarles la oportunidad de observar objetos virtuales del mundo real y explorar propiedades matemáticas en un entorno en línea completamente inmersivo, lo que mejora la comprensión de los conceptos de lugar geométricos.

Southgate (2023) señala la importancia de capacitar a los estudiantes para que sean creadores de contenido de RV, ya que les permite demostrar dominio del contenido manifestándolo a través de creaciones imaginativas y compartiéndolas con otros.

El proceso de creación de contenido de RV es tan importante como el producto. Los profesores deben centrarse en lo que se aprende a través del proceso de diseño de la RV, no sólo en el producto final, y en las evaluaciones formativas y sumativas.

3.7 Conclusiones del marco teórico

En el capítulo dos, se ha profundizado en el origen y el uso del término STEM. Este término ha evolucionado hacia STEAM al incluir las Artes y Humanidades para ofrecer una educación integral caracterizada por su enfoque interdisciplinar. La educación STEAM tiene como objetivo principal preparar a los estudiantes para resolver problemas globales mediante la innovación, la creatividad, el pensamiento crítico, la comunicación efectiva y la colaboración y donde la tecnología tiene un papel primordial.

Además, como se ha visto en el apartado 1.2 es coherente con la legislación a nivel europeo, (Recomendación del Consejo de la UE 2018/C 189/01 y la vigente en España (LOMLOE y Real Decreto 157/2022) que introduce la competencia matemática y en ciencia, tecnología e ingeniería (STEM) y que se asocia al pensamiento computacional, la programación y la robótica educativa.

En este contexto las tecnologías emergentes ofrecen grandes oportunidades para innovar en la educación STEAM, dentro de ellas hacemos especial mención a la inteligencia artificial, la realidad aumentada y la robótica educativa. Además, hemos realizado una revisión de metodologías activas que propician la educación STEM, como el aprendizaje basado en proyectos, el aprendizaje basado en problemas, el aprendizaje por indagación y el diseño de ingeniería.

Otra de las tecnologías emergentes es la realidad virtual, abordada en el capítulo tres por su relevancia para esta investigación, y que simula entornos digitales interactivos que proporcionan una sensación de presencia al usuario. Esta tecnología ha sido extensamente estudiada en el ámbito educativo, mostrando su potencial para mejorar el aprendizaje y el rendimiento de los estudiantes, además de aumentar la motivación y el compromiso. También mejora habilidades como la creatividad, el pensamiento crítico y la resolución de problemas. La RV se aplica en diversas áreas de conocimiento, incluida la educación STEAM, donde es especialmente eficaz, ya que permite la visualización de conceptos abstractos y brinda experiencias de aprendizaje experiencial.

BLOQUE II. MARCO METODOLÓGICO

CAPÍTULO

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN



4

4.1 Problema y Objetivos de la investigación

Esta investigación parte de la necesidad de implementar nuevos contextos en los que desarrollar las competencias STEAM entre el alumnado del tercer ciclo de educación primaria con el fin de que puedan participar y prosperar en un mundo conectado en la era digital.

Se trata de diseñar e implementar una propuesta didáctica que integre un entorno de programación basado en realidad virtual dentro de la secuencia de enseñanza y aprendizaje que involucre al alumnado como creadores de contenidos mientras desarrollan las competencias clave de los aprendizajes del siglo XXI.

De acuerdo con este planteamiento, los objetivos generales y específicos de la investigación son los siguientes:

OG 1. Diseñar, implementar y evaluar una propuesta didáctica que contribuya al desarrollo de las competencias STEAM en el alumnado del tercer ciclo de educación primaria a través de un entorno de programación basado en realidad virtual

OE 1.1. Analizar distintos enfoques de integración curricular STEAM en educación primaria

OE 1.2. Conocer la autopercepción de la competencia digital del alumnado del tercer ciclo de educación primaria.

OE 1.3 Definir los principios de diseño de la implementación de una propuesta didáctica basada en realidad virtual para el desarrollo de las habilidades STEAM

OG 2. Analizar las implicaciones educativas derivadas de la implementación de propuesta didáctica basada en realidad virtual en la adquisición de las competencias STEAM en el aula de educación primaria.

OE 2.1. Conocer el grado de motivación que la creación de recursos en realidad virtual despierta en el alumnado

OE 2.2. Analizar la percepción del profesorado sobre las posibilidades didácticas de la RV en el aula de primaria tras la experiencia

OE 2.3. Conocer que habilidades STEAM se fortalecen en el proceso de creación del alumnado dentro de un entorno de realidad virtual.

4.2 Investigación basada en el diseño: descripción y características

En las últimas décadas, se ha reflexionado sobre la utilización de nuevas metodologías y enfoques de investigación que permitan abordar la práctica educativa. El colectivo relacionado con la investigación basada en el diseño conocido como Designed Based Research Collective sostiene que:

“La investigación educativa está frecuentemente divorciada de los acontecimientos y problemas asociados a la práctica diaria, lo que genera una brecha de credibilidad y plantea la necesidad de nuevos enfoques de investigación que se dirijan directamente a la práctica y permitan el desarrollo de conocimiento utilizable” (Design Based Research Collective, 2003, p. 5).

En respuesta a esta necesidad, surge el enfoque metodológico denominado Investigación Basada en Diseño (en adelante, IBD) que combina “la investigación científica con el desarrollo y la implementación sistemática de soluciones a los problemas educativos” (McKenney y Reeves, 2012). Este enfoque ha recibido la atención por parte de los investigadores en el campo de la tecnología educativa ya que la consideran un marco que puede guiar mejor la investigación (Amiel y Reeves, 2008; Anderson y Shattuck, 2012).

Teniendo en cuenta el contexto de esta investigación y el marco teórico, este enfoque metodológico es el que más se adecua a la consecución de los objetivos planteados, ya que es especialmente idóneo para la investigación en tecnología educativa (Valverde-Berrocoso, 2016; de Benito y Salinas, 2016; Reeves, 2006).

La IBD se caracteriza por utilizar métodos de investigación mixtos, cualitativos y cuantitativos, (Anderson y Shattuck, 2012), y un análisis iterativo en el diseño, aplicación, análisis y rediseño de intervenciones educativas (Design-Based Research Collective, 2003), aunando la colaboración de investigadores y profesionales de la práctica educativa.

Esta colaboración es muy valiosa, Penuel et al. (2011) sostienen que los docentes son codiseñadores de soluciones a problemas educativos reales, lo que puede facilitar el ajuste entre la innovación y la práctica en el aula. En

esta línea, Valverde-Berrocoso (2016) menciona que los docentes, al estar inmersos en la práctica educativa, carecen de formación para implementar métodos de investigación rigurosos, mientras que los investigadores carecen del conocimiento sobre las complejidades y desafíos que enfrentan las aulas.

Además, la IBD tiene un doble propósito.

“Por un lado, pretende dar respuesta a problemas educativos complejos mediante el diseño, el desarrollo y la evaluación de materiales e intervenciones docentes basadas en la investigación. Por otro, busca ampliar o validar teorías y principios de diseño que ayuden a entender cómo se aprende y qué procesos apoyan un determinado tipo de aprendizaje, así como cuáles son las características clave de un recurso o una intervención didáctica, responsables de la facilitación o potenciación del aprendizaje” (Romero-Ariza, 2014, p.161).

La IBD se ha consolidado en un enfoque metodológico relevante y ampliamente utilizado en contextos educativos. Edelson (2002) justifica su uso por parte de los investigadores por tres razones : (1) facilita la creación y refinamiento de teorías educativas basadas en el contexto, lo que mejora la comprensión de cómo se lleva a cabo el aprendizaje en diversos entornos educativos; (2) además el resultado de la investigación genera recursos útiles que se pueden aplicar en la práctica educativa, esto incluye el desarrollo de herramientas, estrategias y material educativo; (3) e involucra a los investigadores en la mejora de la práctica educativa.

Igualmente, Bakker (2018) subraya que la IBD soluciona el problema del desarrollo de nuevos enfoques educativos ya que estos no se suelen basar en los resultados de investigaciones. Tabak (2004) también argumenta la pertinencia de la IBD en contextos educativos por varias razones : a) los investigadores asumen el compromiso teórico de que el aprendizaje es complejo y se deriva de la armonía de diversos factores e interacciones; b) la investigación requiere un componente cualitativo e inductivo que permite tejer una narrativa de la experiencia educativa; c) debe responder al “cómo”(describen las características del entorno de aprendizaje) “por qué” (describen los desafíos y oportunidades de los escenarios de aprendizaje) y “qué” (describen los resultados de la intervención); d) requiere que el investigador esté presente en el aula de manera colaborativa y participativa.

Otro aspecto relevante es que la IBD se utiliza para fomentar la innovación educativa, ya que contribuye a la creación de entornos de aprendizaje y enseñanza innovadores (Design Based Research Collective, 2003). Este enfoque ha demostrado ser eficaz tanto para incrementar las innovaciones en la investigación sobre los procesos de enseñanza-aprendizaje, como para generar conocimientos sobre estos procesos en prácticas concretas (Klees y Tillmann, 2015).

Asimismo, la IBD propone posibles soluciones a los problemas detectados, mediante el diseño de programas, paquetes didácticos, materiales, estrategias didácticas, etc., (de Benito y Salinas, 2016). Estas soluciones se integran como parte fundamental de la investigación y la generación de conocimiento científico sobre su aplicación en contextos reales, siendo apropiada para abordar problemas educativos complejos de manera integral (Bakker, 2018). En esta línea, McKenney y Reeves (2012) consideran las intervenciones como las diferentes soluciones, resultantes del proceso de investigación, que pueden incluir productos educativos, procesos y programas, o políticas educativas.

Anderson y Shattuck (2012) destacan que la IBD se utiliza cada vez más en contextos educativos K-12, especialmente con intervenciones que hacen uso de la tecnología, debido a su capacidad para mejorar las actitudes y resultados de aprendizaje de los participantes, quienes con frecuencia se sienten como objeto de investigación. Además, los investigadores informan que la IBD es adecuada para investigar la integración de tecnologías en el contexto escolar (Reeves, 2006; Amiel y Reeves, 2008; Anderson y Shattuck, 2012).

A continuación, se exponen en la Tabla 6 las características básicas de la IBD a partir de los trabajos de McKenney y Reeves (2012), Plomp (2013) y Baker (2018).

Características de la IBD

Características	Descripción
Carácter intervencionista	Diseño de intervenciones en contextos reales de educación, con el propósito de promover cambios en la práctica educativa o resolver problemas.
Carácter iterativo	Incorpora un proceso cíclico en las diferentes fases de análisis, diseño, desarrollo, evaluación y revisión.
Carácter colaborativo	Suma la experiencia de investigadores, profesorado y especialistas
Orientada a la teoría	Utiliza la teoría para disponer de criterios y principios para el diseño. Tiene componentes prospectivos y reflexivos que no se separan. Contribuye a la formulación de teorías aplicables en diferentes contextos.
Orientada hacia la utilidad práctica	Se diseñan recursos y estrategias que responden a las necesidades de los usuarios para la mejora de la práctica en el aula.
Orientada a la comprensión de los procesos.	Se centra en comprender y mejorar las intervenciones

Fuente: A partir de McKenney y Reeves (2012), Plomp (2013) y Baker (2018).

La IBD sigue un proceso cíclico iterativo que se centra en analizar, diseñar, desarrollar y evaluar intervenciones, programas de capacitación, productos y procesos (Plomp, 2013), con el objetivo de obtener mejores resultados que se validan y prueban utilizando diversos métodos. Anderson y Shattuck (2012) la describen como “investigación a través de errores” (p. 17), ya que el ciclo iterativo funciona mediante la detección de errores o áreas de mejora, lo que permite perfeccionar los productos, programas y procesos diseñados.

En conclusión, la IBD constituye una metodología que combina métodos de investigación mixtos, cualitativos y cuantitativos, caracterizada abordar la complejidad de los contextos educativos del mundo real y ofrecer soluciones desde una perspectiva integral. Una característica distintiva reside en que las intervenciones se llevan a cabo en contextos auténticos de enseñanza y aprendizaje, mediante una estrecha colaboración entre investigadores y profesionales educativos, en una actividad compartida y en

la que es crucial mantener una comunicación fluida continua. Su enfoque cíclico iterativo permite seguir un proceso riguroso de análisis, diseño, implementación y evaluación, lo que posibilita el refinamiento continuo de las intervenciones propuestas, de este modo se promueve la innovación educativa a través de la creación de entornos de aprendizaje y enseñanza innovadores.

La IBD se articula en torno a fases o etapas dentro de una estructura flexible e iterativa. Plomp (2013) destaca como estas fases están conectadas para fomentar la mejora continua tanto en la teoría como en la práctica educativa, y se pueden resumir de la siguiente manera:

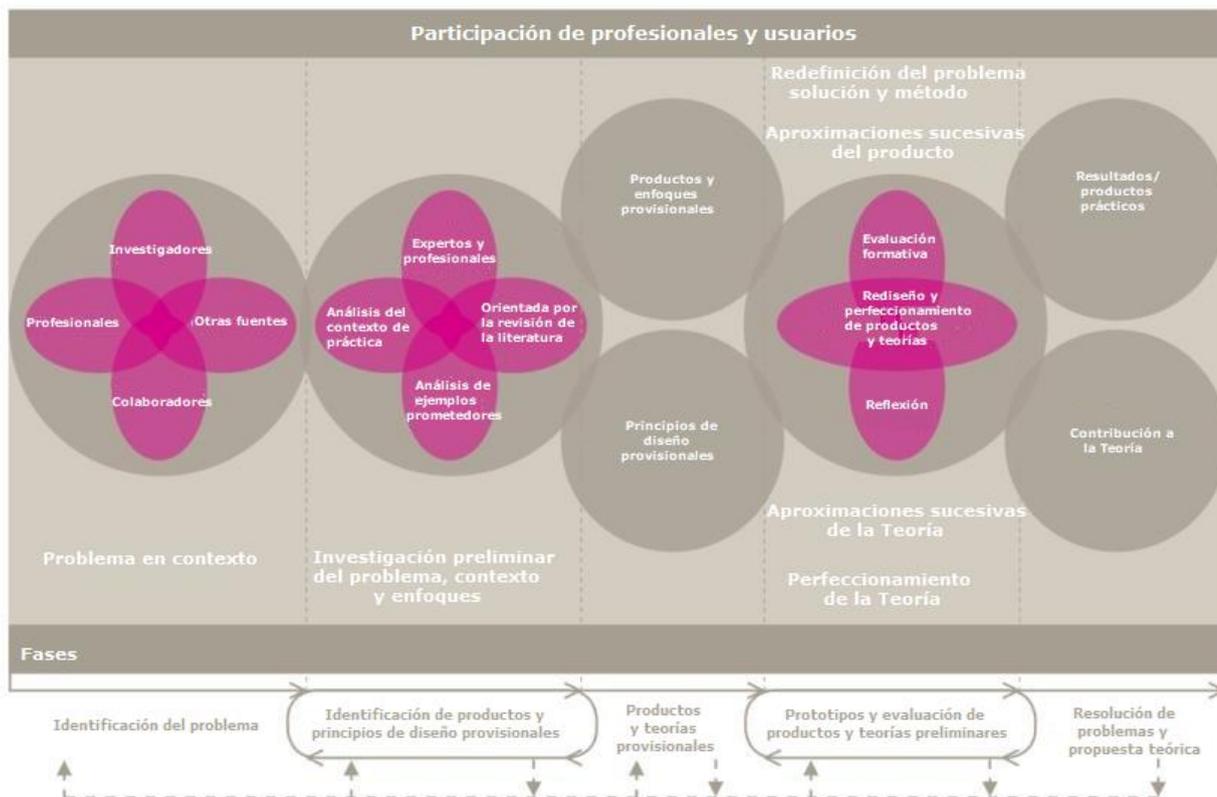
a) Investigación preliminar: esta fase incluye un análisis de las necesidades y del contexto, así como una revisión de la literatura, y el desarrollo de un marco conceptual o teórico para el estudio.

b) Fase de desarrollo y creación de prototipos: es una fase de diseño iterativo que consta de diversas iteraciones, cada una de las cuales es un microciclo de investigación, con una evaluación formativa, reflexión y rediseño, destinada a mejorar y redefinir la intervención.

c) Fase de evaluación: esta fase implica evaluar si el resultado cumple con los objetivos planteados y realizar una reflexión destinada a generar una nueva comprensión del problema y que oriente futuras investigaciones y prácticas. Algunos autores como Plomp (2013) y McKenney (2001) utilizan el término evaluación “semi-sumativa” ya que a menudo ofrece recomendaciones para la mejora de la intervención (Plomp, 2013, p.19)

La Figura 4 muestra el modelo genérico de investigación en diseño educativo basado en Wademan (2005), el cual ilustra cómo las intervenciones y los principios de diseño van de la mano.

Figura 4
Modelo genérico de investigación en diseño educativo



Fuente: adaptado de Wademan (2005)

En los últimos cinco años, la IBD ha captado la atención de investigadores en el ámbito de la tecnología educativa, quienes coinciden en la necesidad de profundizar en el conocimiento relacionado las tecnologías emergentes.

Tinoca et al. (2022) en la revisión sistemática de la literatura sobre estudios publicados entre 2013 y 2020, identifican diversas áreas de aplicación de la IBD. Los estudios analizados se centran en desarrollar investigaciones en áreas como las TIC, Currículo, Pedagogía y Evaluación, Formación Docente y Educación Científica.

La categoría más representativa encontrada por Tinoca et al. (2022) está relacionada con el desarrollo de las competencias en TIC, que abarca una amplia gama de temas que incluyen los entornos de realidad virtual,

robótica educativa, aprendizaje móvil, enseñanza en línea y narración digital.

En relación con los dominios de aprendizaje, los resultados de la investigación están alineados con Zheng (2015) quien identifica los siguientes campos: (1) ciencias naturales (incluidas ciencias, matemáticas, física, química, biología, geografía y ciencias ambientales), (2) ciencias sociales (incluidas política, educación, psicología y lingüística), (3) ingeniería y ciencias tecnológicas (incluidas la ingeniería y la informática), (4) ciencias médicas, (5) dominio de aprendizaje mixto y (6) no especificado.

Por su parte, Cividatti et al. (2021) identifican temas relacionados con la formación docente, la motivación de los estudiantes, y el uso de tecnologías de la información y la comunicación en la enseñanza y el aprendizaje. Además, los autores sostienen que, a pesar del creciente número de publicaciones, en el campo de la educación científica se utiliza poco esta metodología.

A continuación, se presenta cada una de las fases de la investigación.

4.3 Descripción de las fases de la investigación

La investigación se lleva a cabo siguiendo las pautas que Plomp (2013) presenta en un modelo genérico de investigación IBD, y que se desarrolla en tres fases: investigación preliminar, desarrollo y pilotaje, y evaluación.

4.3.1 Fase 1: Investigación preliminar

De acuerdo con Edelson (2002), en la fase preliminar el objetivo es identificar las metas, necesidades y oportunidades que la IBD pretende abordar, junto con los posibles desafíos, limitaciones y oportunidades que se presentan en el contexto.

En esta fase de investigación preliminar se desarrollan tres actividades principales: la identificación del problema a investigar, la revisión de la literatura y la investigación basada en el contexto.

Se parte de la necesidad de implementar nuevos contextos en los que desarrollar las competencias STEAM entre el alumnado del tercer ciclo de educación primaria con el fin de que puedan participar y prosperar en un mundo conectado en la era digital.

Se llevó a cabo una revisión de la literatura no sistemática, conocida como revisión narrativa (Codina, 2024). El propósito fue analizar el uso de la realidad virtual para el desarrollo de las competencias STEAM en educación primaria con el fin de: (a) identificar las oportunidades de aprendizaje de la RV en educación primaria; (b) identificar los usos de la RV en las disciplinas STEAM; (c) conocer el tipo de tecnología RV más utilizada.

De igual manera, se realizó un análisis de contexto en relación con el objetivo OE 1.2 de la investigación. Con este propósito, además de investigar conceptualmente a los participantes, se diseñó y validó un cuestionario diseñado ad hoc, denominado Cuestionario de Autopercepción sobre la propia Competencia Digital del Alumnado (CACDA).

A partir de la revisión de la literatura se establecieron los principios metodológicos que orientaron el diseño del prototipo de la propuesta didáctica (principios de diseño), los cuales se validaron y/o ajustaron en la fase de desarrollo y pilotaje (Plomp, 2013).

Al final de esta fase de investigación preliminar se concretó un primer prototipo teórico (propuesta didáctica 1). Las técnicas e instrumentos que se utilizaron en esta fase fueron la revisión de la literatura, el Cuestionario de Autopercepción sobre la propia Competencia Digital del Alumnado (CACDA) y el diario de campo Tabla 7.

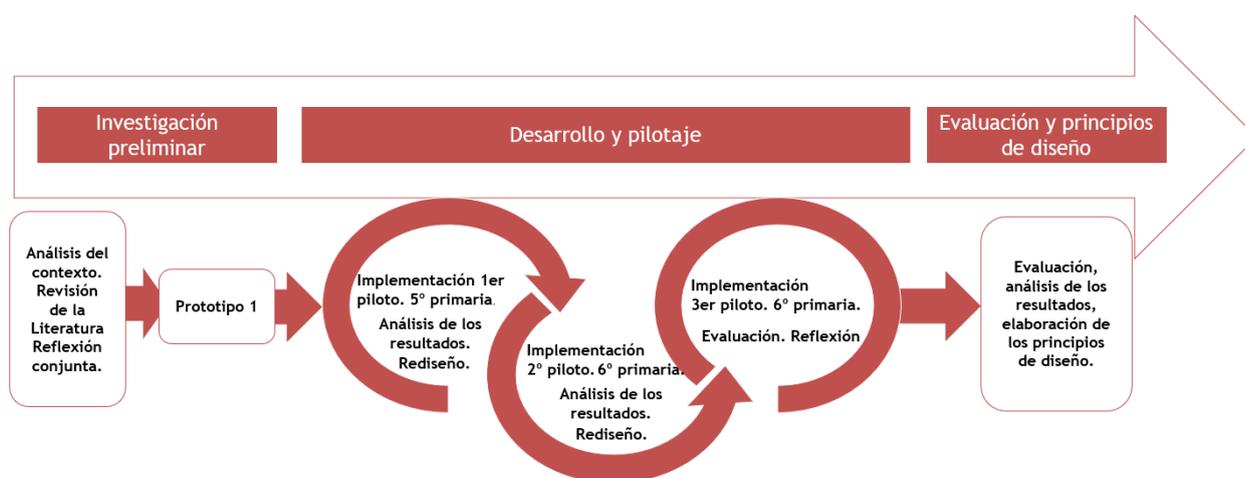
Tabla 7
Técnicas e instrumentos utilizados en la fase de investigación preliminar

Técnicas e instrumentos	Participantes	Resultados
Revisión literatura	Expertos	Marco teórico. Prototipo teórico basado en la literatura.
Cuestionario de autopercepción de la competencia digital del alumnado (CACDA)	Estudiantes	Análisis de necesidades y del contexto.
Diario de campo		

4.3.2 Fase 2: Desarrollo y pilotaje

A partir del primer prototipo de propuesta didáctica diseñado en la fase anterior, se llevó a cabo una segunda fase de desarrollo y pilotaje de los prototipos, utilizando ciclos iterativos de implementación, evaluación, reflexión y rediseño de la intervención educativa hacia la mejora (Figura 5). Plomp (2013) señala que cada iteración o ciclo es un trabajo de investigación en sí mismo que busca mejorar y refinar la intervención a los resultados de diseño y productos de investigación deseados.

Figura 5
Iteraciones de ciclos de refinado



Nota: elaboración propia a partir de Plomp (2013)

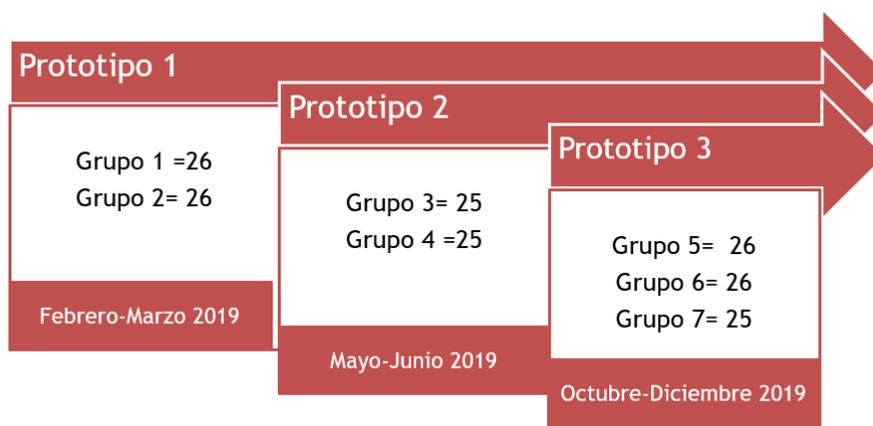
Se llevaron a cabo tres prototipos de propuestas didácticas, distribuidos en el tiempo con grupos de estudiantes diferentes y que se fueron ampliando de manera progresiva en el tiempo. A partir de la implementación del primer prototipo de la propuesta didáctica, se incorporaron las mejoras derivadas de la iteración anterior en los prototipos sucesivos.

Se recurrió a los artefactos creados por los estudiantes, al diario de campo y la reflexión conjunta de la investigadora y los docentes para identificar sus dificultades durante el trabajo, haciéndoles de esta manera partícipes en el diseño (Romero-Ariza 2014).

En respuesta a las dificultades encontradas se diseñaron nuevos materiales didácticos y actividades para apoyar la integración de las competencias STEAM en el entorno de realidad virtual por parte de los estudiantes.

El primer prototipo de la propuesta didáctica se ejecutó con dos grupos de estudiantes de 5ª de educación primaria entre los meses de febrero-marzo de 2019, el segundo prototipo con dos grupos de estudiantes de 6ª de educación primaria entre los meses de mayo-junio de 2019. Estos dos prototipos se realizaron en el mismo centro educativo. El tercero prototipo se llevó a cabo en un nuevo centro educativo durante los meses de octubre-diciembre 2019, con tres grupos de estudiantes de 6º de educación primaria (Figura 6).

Figura 6
Secuenciación de las iteraciones en la mejora progresiva de prototipos



En la fase de desarrollo y prototipado se hace énfasis en los criterios de consistencia y la validez del constructo, así como en la practicidad, utilidad pedagógica, y efectividad (Plomp, 2013). En la Figura 7 se muestran las técnicas e instrumentos utilizados en esta fase.

Figura 7

Técnicas e instrumentos utilizados en la fase de desarrollo y pilotaje

	Técnicas e instrumentos	Participantes	Resultados
Iteración 1	Diario de campo	Profesores	Prototipo 1
	Cuestionario Instructional Material Motivational Survey (IMMS)	Estudiantes	
Iteración 2	Diario de campo	Profesores	Prototipo 2
	Cuestionario Instructional Material Motivational Survey (IMMS)	Estudiantes	
Iteración 3	Diario de campo	Profesores	Prototipo 3
	Cuestionario Instructional Material Motivational Survey (IMMS)	Estudiantes	

4.3.3 Fase 3: Evaluación

Finalmente, para valorar si la intervención favorece el desarrollo de las competencias STEAM en estudiantes del tercer ciclo de educación primaria, se lleva a cabo una evaluación que algunos autores denominan sumativa (Plomp, 2013; McKenney, 2001). En esta fase destacan los criterios de practicidad y eficacia de los productos generados Plomp (2013).

Tras la reflexión conjunta de la investigadora y los docentes, basada en los hallazgos obtenidos, se define el diseño final y se especifican los principios de diseño, formulándose recomendaciones con el propósito de contribuir a futuras propuestas educativas que introduzcan la realidad virtual en educación primaria. En la Figura 8 se exponen las técnicas e instrumentos utilizados en esta fase.

Figura 8
Técnicas e instrumentos utilizados en la fase de evaluación

Técnicas e instrumentos	Participantes	Resultados
Diario de campo, cuestionario valoración experiencia, entrevistas docentes, artefactos creados	Profesores Estudiantes	Principios de diseño Análisis de los resultados

4.4 Criterios de calidad

La calidad científica de la investigación considera los criterios de relevancia, consistencia, utilidad y efectividad que propone Plomp (2013), los cuales pueden tener un énfasis diferente en las diferentes fases de la investigación. En la Tabla 8 se describen brevemente estos criterios.

Tabla 8
Criterios de calidad relacionados con las fases en la investigación de diseño

Fases	Criterios	Descripción de las actividades
Investigación preliminar	Relevancia o validez	El análisis y revisión de la literatura, dio como resultado un marco para el diseño del prototipo (principios de diseño)

	de contenido	basado en el conocimiento científico.
Desarrollo y pilotaje	Inicialmente: Consistencia o validez de constructo Más tarde en iteraciones posteriores: practicidad y eficacia	Se desarrollaron una serie de prototipos de manera lógica que fueron probados y revisados en base a la evaluación formativa, y existiendo rigor en los instrumentos y métodos empleados.
Evaluación	Utilidad o practicidad	Se evalúa si los usuarios finales consideran que los productos generados son prácticos y aplicables en su contexto.
	Eficacia	También se evalúa si la intervención es eficaz, si los resultados deseados son los esperados y evidencian la consecución de los objetivos planteados en principio

Fuente: adaptado de Plomp (2013)

4.5 Contexto y participantes

La propuesta se llevó a cabo durante los cursos académicos 2018-2019 y 2019-2020 en dos colegios concertados situados en la ciudad de Jaén, España. En el centro educativo 1 se imparte Educación Infantil, Primaria y Secundaria, y está estratégicamente ubicado a dos minutos del centro de la ciudad. Su alumnado proviene de diversos orígenes culturales y pertenece, mayoritariamente, a un nivel socioeconómico medio. El centro educativo 2 ofrece Educación Infantil, Primaria, Educación Especial, Secundaria y Bachillerato, y cuenta con un alumnado de orígenes culturales variados, con un nivel socioeconómico medio-alto.

En este contexto, se llevaron a cabo un total de dos reuniones en cada centro educativo. Primero, se mantuvo una reunión con el equipo directivo de cada centro, durante la cual la investigadora presentó la propuesta de intervención y se debatió su viabilidad. Después de obtener la aprobación de

la dirección del centro, se celebró una segunda reunión con el profesorado del tercer ciclo de primaria participante, en la que la investigadora explicó detalladamente las características de la propuesta y el papel que asumirían en la investigación.

Hay que destacar que el plan de intervención recibe el informe favorable desde la Comisión de Ética de Investigación de la Universidad de Murcia (Anexo 1). Se utilizan los procedimientos, normativa y documentación recomendada por esta comisión para la obtención formal de autorizaciones y consentimientos informados de los participantes, a través de una “Hoja de información a la persona participante” (Anexo 2) y una “Declaración de consentimiento informado” (Anexo X).

En la siguiente Tabla 9 vemos como la muestra de participantes la conforman 179 estudiantes de tercer ciclo de educación primaria repartidos en siete grupos. El rango de edad de los participantes está entre los 10 y 12 años, observándose una proporción equilibrada en función del género (89 niñas y 90 niños).

Tabla 9
Distribución de la muestra por grupos y sexo

	Curso	Hombres	Mujeres
Grupo 1	5 ^a	11	15
Grupo 2	5 ^a	9	17
Grupo 3	6 ^a	13	12
Grupo 4	6 ^a	15	10
Grupo 5	6 ^a	13	13
Grupo 6	6 ^a	15	11
Grupo 7	6 ^a	14	11

La intervención se llevó a cabo en los cursos académicos 2018-2019 y 2019-2020, en 9 sesiones de 50 minutos.

El primer prototipo de la propuesta didáctica se implementó en los meses de febrero-marzo de 2019 con el grupo de alumnos de 5º de primaria (grupo 1 y grupo 2) implicando las áreas de ciencias naturales y lengua inglesa.

El segundo prototipo se realizó en los meses de mayo-junio de 2019 con el grupo de alumnos de 6º de primaria (grupo 3 y grupo 4) siendo las áreas implicadas las correspondientes a ciencias sociales, lengua inglesa y cultura y práctica digital.

Finalmente, el tercer prototipo se llevó a cabo en los meses de octubre- - diciembre de 2019 con el grupo más numeroso de 6ª de primaria (grupo 5, grupo 6 y grupo 7) siendo las áreas de matemáticas, ciencias sociales, cultura y práctica digital y lengua inglesa, las áreas implicadas.

Esta temporalización se acordó con los docentes implicados para facilitar los procesos de revisión y mejora de los prototipos a partir del análisis de la implementación.

En las tres iteraciones solamente intervino un docente en cada grupo. Sin embargo, en la segunda iteración se contó con más acompañamiento en la práctica, ya que se decidió utilizar una segunda sala de ordenadores que se encontraba en un espacio distinto y en otra planta del edificio, por este motivo la investigadora tuvo que dividir su tiempo de estancia entre ambas aulas.

4.6 Técnicas e instrumentos de recogida de datos

En este apartado se presentan las técnicas e instrumentos utilizados en la investigación, a continuación, se realiza una descripción detallada de los mismos.

4.6.1 Cuestionario de Autopercepción de la Competencia Digital del Alumnado (CACDA).

Con el fin de dar respuesta a las necesidades de esta investigación, se utilizó una metodología de carácter cuantitativo y se planteó una investigación descriptiva de carácter no experimental utilizando el cuestionario como instrumento de investigación.

Los estudios descriptivos recogen y analizan información con fines exploratorios, y pueden basarse en datos estadísticos o en texto con la intención de obtener información sobre el problema formulado (Newby, 2010), ya que el objetivo principal es “especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis” (Hernández et al. ,2010, p. 92).

Dentro de la estrategia descriptiva, existen dos tipos principales de estudios que representan formas alternativas de recolección de datos en investigaciones no experimentales. Por un lado, se encuentran los estudios observacionales, los cuales investigan los comportamientos que se observan. Por otro lado, están los estudios selectivos, cuya característica principal es la representatividad de la muestra seleccionada respecto a la población objetivo (Ato et al., 2013)

Para satisfacer los objetivos del estudio, se ha elaborado un cuestionario diseñado ad hoc, denominado Cuestionario de Autopercepción sobre la propia Competencia Digital del Alumnado (CACDA) (anexo 4) y que es una de las técnicas más usadas en investigaciones recientes en el ámbito de la competencia digital (Barroso y Cabero, 2010).

Para su elaboración se ha tomado como referente investigaciones similares y los estándares para estudiantes elaborados por la International Society for Technology in Education (ISTE, 2016), que establecen las habilidades y competencias que los estudiantes deben desarrollar y que les permitirán participar y prosperar en un mundo conectado en la era digital.

El instrumento final fue validado en cuanto a pertinencia y claridad por un grupo de expertos en tecnología educativa, mediante la técnica de juicio de expertos. Esta técnica consiste en pedir a un grupo de personas que emitan un

juicio sobre un objeto, un instrumento, material educativo, o que expresen su opinión acerca de un aspecto en particular, ofreciendo varias ventajas como la calidad de las respuestas, la profundidad de las evaluaciones y la facilidad de implementación (Cabero-Almenara y Llorente-Cejudo ,2013).

Una vez finalizada la evaluación el cuestionario quedó constituido por 33 ítems. En el encabezado de este se presenta el objetivo de la investigación y se le informa al alumnado del anonimato de sus respuestas. A continuación, se presenta un primer bloque con 4 ítems para recoger las características sociodemográficas: centro educativo, curso, grupo, además se incluye un ítem para identificar el género para su posterior análisis.

Tras la dimensión sociodemográfica la segunda parte del cuestionario está integrado por 29 ítems acerca de su percepción de su propia competencia digital agrupados en las 7 dimensiones, tomando como referente las dimensiones propuestas por ISTE (2016) presentes en la Figura 9, cada una de las cuales está integrada por los indicadores de desempeño que los estudiantes deben alcanzar.

Figura 9

Dimensiones asociadas a los estándares para estudiantes

Estudiante empoderado	Uso la tecnología para establecer metas, trabajar para alcanzarlas y demostrar mi aprendizaje
Ciudadano Digital	Entiendo los derechos, las responsabilidades y las oportunidades de vivir, aprender y trabajar en un mundo digital interconectado
Creador de Conocimiento	Selecciono, evalúo y sintetizo de manera crítica fuentes digitales en un conjunto (todo) que refleja mi aprendizaje y construye mi conocimiento.
Diseñador Innovador	Busco respuesta a los problemas creando soluciones nuevas, útiles o imaginativas; usando distintas herramientas digitales.
Pensador Computacional	Identifico problemas reales, trabajo con datos y uso procesos paso a paso para automatizar soluciones
Comunicador Creativo	Me comunico y expreso de manera eficiente y creativa usando diferentes herramientas, estilos, formatos y medios digitales
Colaborador Global	Me esfuerzo por ampliar mi perspectiva, comprender a los demás y trabajar eficazmente con otros usando herramientas digitales

Nota: Extraído de ISTE (2016)

El instrumento final fue validado en cuanto a pertinencia y claridad por un grupo de expertos en tecnología educativa. A continuación, se presenta las sugerencias proporcionadas por el grupo de expertos organizadas bajo dos categorías principales: Claridad y Pertinencia.

En la categoría de Claridad, Tabla 10, se incluyen recomendaciones orientadas a hacer el contenido del cuestionario más comprensible para niños de 10 a 12 años, proponiendo ajustes en la redacción de las instrucciones.

Tabla 10
Recomendaciones grupos expertos en la categoría Claridad

Claridad	Sugerencia
Instrucciones más claras y visuales	- Poner "1 NADA CAPAZ y 8 MUY CAPAZ" en mayúsculas para mayor claridad.
Reformular	- "Organizar, analizar y usar éticamente la información" para que sea más comprensible para niños de 10 a 12 años. - "Colaborar y comunicarme virtualmente usando documentos compartidos y wikis" como "Colaborar y comunicarme virtualmente usando documentos compartidos (ej: Google Docs, wikis, etc.)." - "Comunicarme y aprender con otras clases utilizando la videoconferencia" a "Comunicarme y aprender con otros compañeros u otras clases utilizando la videoconferencia".
Adaptar para un público de 10 a 12 años	- "Utilizar diferentes tecnologías para organizar un proyecto o resolver un problema." - "Crear trabajos originales usando diferentes herramientas digitales." - "Utilizar modelos y simulaciones para explorar sistemas y temas complejos utilizando la tecnología." - "Idear un problema, hacer un diseño y crear una escena con información y diálogos utilizando la tecnología." - "Utilizar de manera segura la tecnología (no comparto información personal ni contraseñas en internet y las redes sociales)" es ambiguo y requiere mayor claridad

Por otro lado, la categoría de Pertinencia, Tabla 11, aborda la adecuación del cuestionario al público objetivo, sugiriendo ajustes para garantizar la privacidad de los estudiantes, adaptar el lenguaje y la presentación, y hacer las instrucciones más atractivas y fáciles de seguir.

Tabla 11

Recomendaciones grupos expertos en la categoría Relevancia

Pertinencia	Sugerencia
Anonimato y Privacidad	- Considerar si es fundamental que los estudiantes pongan su nombre y apellidos, dado que lo lógico sería que el cuestionario fuera anónimo.
Ajuste para el Público Objetivo	- Cerrar el cuestionario con algo como "Gracias por tu colaboración", utilizando un vocabulario comprensible para los niños. Cambiar los botones en inglés a español ("Submit" a "Enviar", "NEXT" a "Continuar").
Instrucciones y Navegación	- Las instrucciones deben ser más atractivas y breves para asegurar que los estudiantes las lean, ya que podrían ignorarlas si simplemente pinchan en "next".

Una vez finalizada la evaluación el cuestionario quedó constituido por 29 ítems agrupados en siete dimensiones, presentes en la Tabla 12, cada una de las cuales está integrada por los indicadores de desempeño que los estudiantes deben alcanzar. El Alfa de Cronbach da un valor de ,949.

Tabla 12

Cuestionario de Autopercepción de la Competencia Digital del Alumnado

Dimensión	Nº de Cuestiones
<i>Aprendiz empoderado</i>	5
<i>Ciudadano digital</i>	4
<i>Constructor de conocimiento</i>	4
<i>Diseñador innovador</i>	4
<i>Pensador computacional</i>	4
<i>Comunicador creativo</i>	4
<i>Colaborador global</i>	4

4.6.2 Observación participante.

Para recoger toda la información durante la realización de esta experiencia en el aula, se utilizó la observación participante mediante el registro de notas. Según Massot et al. (2004) la observación participante se clasifica dentro de las técnicas de recogida de información directas o

interactivas, ya que permite obtener datos de primera mano de las personas clave en el contexto del estudio. Esta técnica “consiste en observar al mismo tiempo que se participa en las actividades del grupo que se está investigando” (p. 332). Macmillan y Schumacher (2012) también la describen como una técnica interactiva, en la que se participa de forma natural y durante un tiempo prolongado en la situación a estudiar, registrando anotaciones que describen lo que ocurre (p. 51).

Las notas de campo obtenidas fueron analizadas conjuntamente por la investigadora y los docentes. El análisis se llevó a cabo entre cada una de las iteraciones realizadas, organizándose la información por categorías y subcategorías (Tabla 13) prestando atención a las necesidades identificadas en el contexto, lo que permitió sucesivas mejoras de los prototipos. La colaboración de los docentes con la investigadora fue fundamental en el proceso de investigación orientado a la práctica.

Tabla 13

Estructura del diario de la investigadora

Fecha	Hora
Grupo	Nº de alumnos en el aula
Desafíos	
Problemas técnicos relacionados con el equipo informático y la conexión a internet.	
Logísticos, desorden, ruido.	
Problemas con la plataforma Seesaw	
Problemas con la plataforma Cospaces Edu	
Formación profesorado	
Necesidades de los alumnos	
Necesidades de conocimiento de la plataforma Seesaw	
Necesidades de conocimiento de la plataforma Cospaces Edu	
Secuencia enseñanza-aprendizaje	
Modificación de actividades	
Modificación en la secuencia	

4.6.3 Artefactos creados.

En la presente investigación se recurrió a las producciones generadas por el alumnado en su portfolio digital, se utilizó la plataforma educativa *SeeSaw*¹.

Esta plataforma permite a los estudiantes documentar su aprendizaje y las actividades de clase en un entorno seguro, que les ofrece la opción de editar y subir imágenes, videos y documentos. Además, incluye funciones que hacen el proceso de aprendizaje más atractivo, como pizarras digitales para garabatear, notas del profesor y la posibilidad de insertar notas de voz o música (Ridha et al., 2023).

La facilidad de acceso y el uso de materiales contribuye a una mejor comprensión de conceptos científicos o académicos (Riadil, 2020). Según Rou y Yunus (2020) puede mejorar el rendimiento en la lectura de los estudiantes y facilitar un aprendizaje más significativo.

Una ventaja es que el docente crea una clase y agrega los nombres de sus estudiantes, a los que se les da acceso a través de un código de clase o un QR. Esto facilitó acceder a evidencias del progreso de los estudiantes, lo cual resultó esencial para identificar áreas de mejora y realizar los ajustes necesarios en los prototipos de manera iterativa.

Según Barberà et al. (2016), el uso de un portafolio electrónico o PLE favorece el desarrollo de competencias relacionadas con la autonomía del estudiante (p.1). De manera similar Cabero-Almenara et al. (2012) sostienen que son instrumentos didácticos que facilitan la reflexión y la construcción del conocimiento (p.5).

La aplicación educativa utilizada por los estudiantes para crear artefactos digitales fue *Cospaces Edu*², basada en la Web VR, que les permite crear y codificar experiencias interactivas en RV. Para comprobar la calidad de la escena creada en RV se utilizó la lista de control o *checklist* que incluía una pequeña tabla con las características requeridas, las cuales los

¹ <https://web.seesaw.me/>

² <https://www.cospaces.io/>

estudiantes debían de verificar en su portafolio digital.

Además, se utilizó una rúbrica para evaluar su trabajo, la cual al igual que la lista de control estaba incluida en su portafolio digital, de tal manera que conocieran los criterios de evaluación desde el principio. En dicha rúbrica se consideraban aspectos como la información aportada, la creatividad, el portafolio electrónico, el uso de la programación, la colaboración y la entrega en plazo.

4.6.4 Entrevista con los docentes.

Durante la fase de evaluación posterior a la experiencia se llevó a cabo una entrevista con los docentes para conocer su percepción sobre las posibilidades didácticas de la RV en el aula de primaria. Según Trindade (2016) la finalidad de la entrevista en la investigación cualitativa es “obtener información sobre la perspectiva de los sujetos, comprender sus percepciones y emociones, así como sus comportamientos y motivaciones. El propósito es conocer las creencias, opiniones, significados y acciones que los individuos y las poblaciones atribuyen a sus experiencias personales” (p. 19).

Bradford y Cullen (2012) destacan la relevancia de la entrevista para la investigación cualitativa, siendo una técnica ampliamente utilizada en la investigación educativa. Por su parte Massot et al. (2009) distinguen entre varias modalidades de entrevistas según su estructura y diseño: estructuradas, semiestructuradas y no estructuradas.

La técnica de investigación utilizada fue la entrevista semiestructurada en una conversación abierta con los docentes participantes en la intervención realizada, ya que se adapta mejor a las necesidades de la investigación al permitir una comprensión profunda de las motivaciones de un grupo particular de personas (Newby, 2014).

De acuerdo con Wilson (2014) las entrevistas semiestructuradas tienen las siguientes ventajas: permiten identificar problemas que no se conocían previamente; posibilitan abordar temas complejos; ofrecen un espacio para que los entrevistados planteen inquietudes adicionales; y brindan un mecanismo para reconducir las conversaciones (p.26).

Estas entrevistas parten de un guion que determina de antemano cuál es la información relevante que se necesita obtener y, al estar elaboradas de forma abierta, permiten obtener una información más rica en matices (Massot et al., 2009, p.337). Según Denscombe (2010) el entrevistador en una entrevista semiestructurada muestra flexibilidad con respecto a la secuencia en la que se abordan los temas y permite que el entrevistado elabore sus ideas y discuta las preocupaciones planteadas en un contexto más amplio (p.175).

La entrevista se realizó de manera presencial en los centros educativos participantes, con una duración de 30 minutos. Las narraciones obtenidas fueron grabadas con el consentimiento previo de los docentes y, posteriormente, se transcribieron a documentos de Word, estos archivos fueron importados al paquete de software informático de análisis de datos cualitativos Nvivo 12 para Windows.

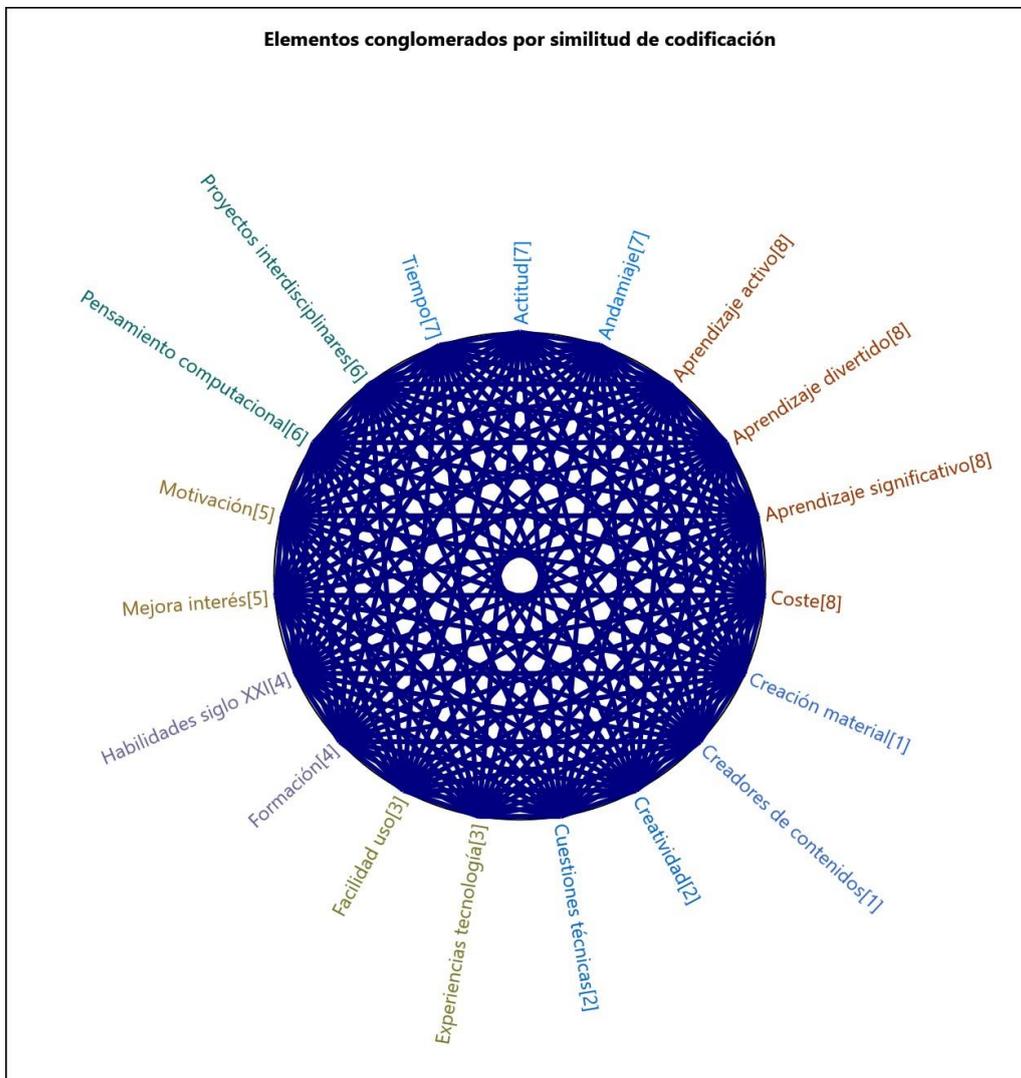
Según Lopezosa (2020) es uno de los programas más utilizados en investigaciones cualitativas ya que ayuda a los investigadores a organizar y gestionar sus materiales, automatizando procesos y descubriendo patrones, temas y tendencias en una estrategia secuencial por fases.

Una vez subida la entrevista se procede a crear categorías y nodos, solicitándole a Nvivo que cree una nube de palabras (Figura 10) de tal manera que por la frecuencia de palabras más utilizadas nos ayude a identificar visualmente posibles temas en la codificación del texto.

Tras la codificación se realiza una exploración de las relaciones y se ejecuta un análisis de conglomerados generándose la información de la Figura 12 que ayuda a interpretar esas relaciones.

Se puede observar cómo los diferentes conceptos mencionados por los docentes están relacionados entre sí y qué temas forman agrupaciones más fuertes. Esto permite identificar cuáles son los puntos de interés o preocupación comunes entre los docentes, y cómo interactúan las ideas dentro de las entrevistas.

Figura 12
Análisis de conglomerados con las ideas aportadas por los docentes



En la Figura 13 se muestra el mapa jerárquico que permite visualizar las categorías de análisis (nodos) y sub-categorías (subnodos) creadas a partir del análisis de conglomerados. Además, se muestra el peso porcentual de cada nodo y subnodo sobre el total de la codificación realizada en las entrevistas, se observan seis nodos principales: Aportes pedagógicos, Uso de plataformas, Aprendizaje, Desafíos, Competencias STEAM y Programación RV.

Figura 13
Mapa jerárquico en comparación con el número de referencias de codificación



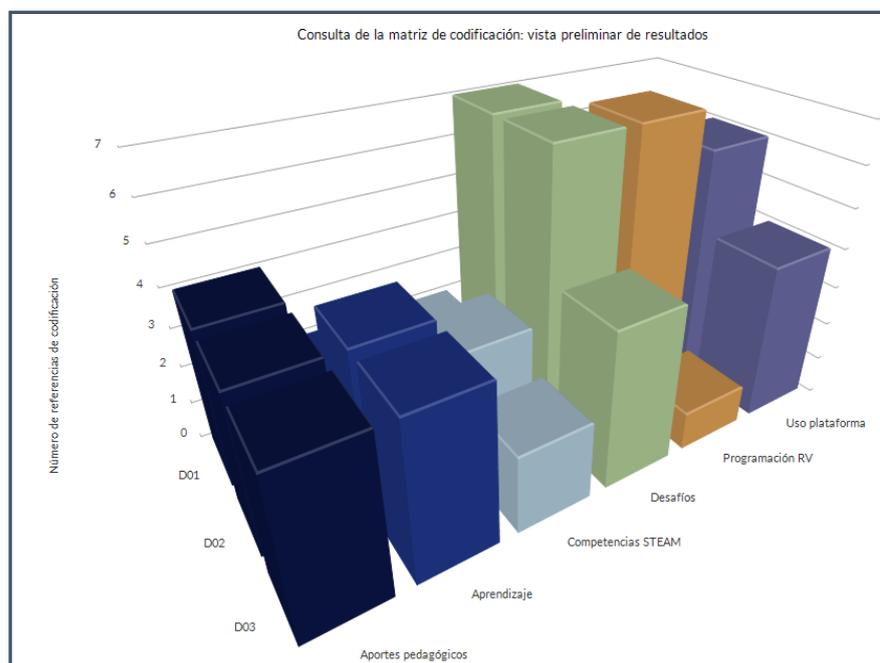
La matriz de codificación permite comparar y visualizar cómo se distribuyen los temas identificados por los docentes a través de diferentes dimensiones del análisis cualitativo. En la Figura 14 se evidencia como el número de contribuciones de los diferentes profesores respecto a cada categoría de análisis muestra frecuencias similares.

Figura 14
Referencias cruzadas entre docentes y nodos creados

	D01	D02	D03	Total
1: Aportes pedagógicos	4	4	4	12
2: Aprendizaje	2	4	4	10
3: Competencias STEAM	2	3	2	7
4: Desafíos	7	7	4	18
5: Programación RV	3	7	1	11
6: Uso plataforma	1	6	4	11
Total	19	31	19	69

La matriz de codificación se puede observar de manera gráfica en la Figura 15. Se observa como los códigos Desafíos, Competencias STEAM, y Aportes pedagógicos tienen un mayor número de referencias, en comparación con otros como Programación RV.

Figura 15
Gráfica de la matriz de codificación



4.6.5 Cuestionario de motivación del alumnado

Para analizar la motivación del alumnado hacia la participación en la experiencia con realidad virtual se utilizó un cuestionario adaptado considerando el presente estudio, a partir del *Instructional Material Motivational Survey* (IMMS) elaborado por Keller (2010).

Este instrumento considera las cuatro dimensiones de la motivación: atención, confianza, relevancia y satisfacción, según el modelo de diseño motivacional ARCS, el cual señala que la motivación viene determinada por la interacción de cuatro dimensiones: la atención (A), la relevancia (R), la confianza (C) y la satisfacción (S) (Figura 16).

Figura 16
Elementos del modelo de ARCS de Keller



Keller argumenta que si se logran los tres primeros principios motivacionales (atención, relevancia y confianza), las personas terminan siendo motivadas para aprender. Además, el sentimiento de satisfacción con el proceso o los resultados de la experiencia de aprendizaje (principio de satisfacción) es esencial para fomentar un deseo continuo de seguir aprendiendo.

De acuerdo con Keller (2010)

“La atención incluye características como la curiosidad y la búsqueda de sensaciones para estimular la curiosidad por aprender; la relevancia se refiere a aquello que la persona percibe como un instrumento para satisfacer sus necesidades incluyendo el logro de las metas personales ; la confianza abarca varios constructos motivacionales que van desde las percepciones de control personal hasta la expectativa de éxito; y la satisfacción muy importante para mantener la motivación continua para aprender” (pp.47-53)

El IMMS ha sido validado y aplicado en estudios que analizan la influencia de la tecnología en la motivación del alumnado en diferentes contextos, como la realidad aumentada (Lin y Wang, 2023; Barroso et al., 2016), la realidad extendida (Cárdenas et al., 2023), el aprendizaje digital basado en juegos (Shackelford et al., 2019; Huang et al.,2014), la robótica (Merino et al., 2018).

Keller (2010) señala que

“El instrumento se puede utilizar con estudiantes de pregrado y posgrado, adultos en entornos no universitarios y con estudiantes de secundaria. También se pueden utilizar con estudiantes más jóvenes que tengan niveles de lectura adecuados. Con estudiantes más jóvenes o aquellos que no son lo suficientemente alfabetizados en inglés, es posible que sea necesario leer en voz alta algunos de los elementos y parafrasearlos para relacionarlos con las experiencias en el aula de la audiencia” (p.277)

El instrumento original fue traducido al español y, como sugiere Keller, algunas preguntas se adaptaron al contexto. El IMMS (anexo 5) consta de 36 preguntas que recogen información sobre cuatro dimensiones: Atención (12 preguntas), Confianza (9 preguntas), Relevancia (9 preguntas) y Satisfacción (6 preguntas).

La dimensión Atención mide cómo la estrategia didáctica capta y mantiene la atención de los estudiantes. Confianza mide la dificultad de las actividades propuestas, la comprensión del material facilitado, la organización y planificación. Relevancia analiza si los conocimientos previos de los estudiantes se conectan con los nuevos contenidos innovadores, las necesidades percibidas y

la utilidad de aplicación futura. Satisfacción incluye el sentimiento de logro, el nivel de disfrute de participar en el proyecto, la voluntad por saber más, y la retroalimentación que les ayuda a sentirse recompensados por su esfuerzo.

El IMMS se elabora con una construcción tipo Likert con 5 opciones de respuesta, donde 1 corresponde con “Totalmente en desacuerdo” y 5 con “Totalmente de acuerdo”, además, se incluye un ítem para identificar el género, con el fin de realizar un análisis posterior. Se administró vía internet al finalizar la experiencia, a través de la herramienta *Google Forms*, siendo informado el alumnado de la finalidad del estudio y del anonimato de su participación en el mismo. Los datos se almacenaron en una hoja de cálculo MS Excel® y fueron exportados para su análisis utilizando el software SPSS© versión 28.

En la Tabla 14 se muestran las preguntas realizadas y su codificación; la primera letra correspondiente a la dimensión Atención (A), Relevancia (R), Confianza (C) y Satisfacción (S), a continuación, se indica su número.

Tabla 14

Preguntas del IMMS adaptadas

Items	Preguntas realizadas	Código
2	Había algo interesante al comienzo de esta lección con RV que llamó la atención	A01
8	La tecnología de RV me llama la atención	A02
11	La calidad del material me ayudó a mantener la atención	A03
12	El material era tan abstracto que era difícil mantener mi atención en él	A04
15	Las imágenes, vídeos y textos de esta lección son poco atractivos	A05
17	La forma de organizar la información usando esta tecnología me ayudó a mantener la atención	A06
20	Esta lección tiene cosas que estimularon mi curiosidad	A07
22	La repetición de algunas actividades me aburre	A08
24	He aprendido cosas de la RV que fueron nuevas y sorprendentes	A09
28	La variedad de actividades me ayudó a mantener mi atención en la lección	A10
29	El material es aburrido	A11
31	Hay tanto contenido que es irritante	A12
1	Cuando empecé la lección tuve la impresión de que sería fácil para mí	C01
3	Este material me resulta más difícil de entender de lo que me hubiera gustado	C02

Ítems	Preguntas realizadas	Código
4	Después de una introducción, tenía claro lo que iba a aprender en esta lección	C03
7	La información que estaba explorando era tan amplia que me resultaba difícil recordar los puntos importantes	C04
13	Mientras trabajaba en esta lección, estaba seguro de que podía aprender el contenido	C05
19	Las actividades de esta lección eran muy difíciles	C06
25	Después de trabajar esta lección me siento seguro de que sería capaz de aprobar un examen sobre el tema	C07
34	En realidad, no pude entender nada en esta lección	C08
35	La buena organización de la lección con RV me ayudó a estar seguro de que iba a aprender el contenido	C09
6	Para mí está claro como el contenido de este material está relacionado con cosas que ya sabía	R01
9	Había imágenes, vídeos y textos que me mostraron cómo este material podría ser importante para algunas personas	R02
10	Completar esta lección con éxito era importante para mí	R03
16	El contenido de este material es relevante para mis intereses	R04
18	Hay explicaciones o ejemplos de cómo la gente usa el conocimiento de esta lección	R05
23	El contenido y las actividades con RV transmiten la impresión de que vale la pena conocer los contenidos de la lección	R06
26	Esta lección no fue relevante para mis necesidades porque ya sabía la mayoría de las cosas	R07
30	Podría relacionar el contenido de esta lección con las cosas que he visto, hecho o pensado anteriormente	R08
33	El contenido de esta lección será útil para mí	R09
5	Completar los ejercicios de esta lección me dio una sensación satisfactoria de haberlo logrado	S01
14	He disfrutado tanto de esta lección que gustaría saber más sobre el tema	S02
21	Me gustó mucho estudiar esta lección con RV	S03
27	Después de completar las actividades de esta lección me sentí recompensado por mi esfuerzo	S04
32	Me sentía bien para completar con éxito esta lección	S05
36	Ha sido un placer trabajar en esta lección tan bien diseñada con RV	S06

En el IMMS, es importante tener en cuenta que 10 de los 36 ítems están invertidos (Tabla 15) es decir, los ítems están redactados de manera negativa, por lo que las respuestas deben invertirse manualmente antes de sumarlas al

total de la repuesta. En los ítems invertidos, cuanto más bajo sea el valor que el estudiante asigne, mayor será el puntaje motivacional, es decir, para los ítems invertidos:

$$5=1, 4=2, 3=3, 2=4 \text{ y } 1=5.$$

Tabla 15
Ítems de IMMS

Atención	Relevancia	Confianza	Satisfacción
2	6	1	5
8	9	3 (invertido)	14
11	10	4	21
12 (invertido)	16	7 (invertido)	27
15 (invertido)	18	13	32
17	23	19 (invertido)	36
20	26 (invertido)	25	
22 (invertido)	30	34 (invertido)	
24	33	35	
28			
29 (invertido)			
31 (invertido)			

En la Tabla 16 se presentan los valores del Alfa de Cronbach para cada una de las dimensiones evaluadas por el IMMS, el estudio se lleva a cabo con 179 estudiantes. El Alfa de Cronbach es un coeficiente de consistencia interna que se utiliza comúnmente para evaluar la fiabilidad de las escalas psicométricas; en este caso, se aplica para determinar la fiabilidad de las dimensiones de motivación en un contexto educativo, dando un valor global de 0,954 y para cada una de las dimensiones los valores están por encima de 0,8 lo que indica una alta fiabilidad.

El IMMS mostró elevados niveles de fiabilidad similares con otras investigaciones (Cabero-Almenara et al., 2019; Villena Taranilla et al., 2019; Jong, 2023; Córcoles-Charcos et al., 2023; Triviño-Tarradas et al., 2022; Gargrish et al., 2020) en los que se concluye que el uso de la realidad virtual aumenta la

motivación del alumnado.

Tabla 16

Alfa de Cronbach para cada dimensión

IMMS (n=179)	
Dimensión	Alfa de Cronbach
Global	0.954
Atención	0,891
Relevancia	0,867
Confianza	0,848
Satisfacción	0,936

Por lo que se refiere a las valoraciones medias y desviaciones típicas alcanzadas para la globalidad del instrumento y las diferentes dimensiones que lo conformaban; en la Tabla 17, presentamos los citados valores.

Tabla 17

Medias y desviaciones típicas del IMMS

IMMS	Media	Desviación típica
Global	4,0417	,55926
Atención	3,8966	,66163
Relevancia	4,0497	,57423
Confianza	3,9292	,69136
Satisfacción	4,4888	,54268

4.7 Análisis y triangulación de datos

En esta investigación, el diseño metodológico cuenta con un enfoque de métodos mixtos. Creswell y Creswell (2018) argumentan que integrar datos cuantitativos y cualitativos permiten desarrollar una mejor comprensión del problema o la pregunta de investigación en comparación con la utilización de cualquiera de los dos por sí solos (p.337).

El análisis de datos de carácter cualitativo se ha desarrollado a partir

del software NVivo 12 para Windows. Palacios et al. (2013) destacan las posibilidades de utilizar este software:

“NVivo está diseñado específicamente para el análisis de datos cualitativos, procedentes de entrevistas, grupos de discusión, historias de vida, pero tienen unas funcionalidades nuevas que le confieren una posición única en el panorama de software. Además de trabajar con textos, permite trabajar con ficheros de audio, vídeo e imágenes, y hacer el análisis de ese material audiovisual de una forma innovadora. Asimismo, permite operar con un número casi ilimitado de categorías y subcategorías pudiéndose comparar entre sí de forma abreviada mediante matrices de intersección” (p.1007).

Miles y Huberman (1994) señalan que “el trabajo de campo es tan fascinante, y la codificación generalmente tan absorbente, que puedes sentirte abrumado por la avalancha de detalles” (p.72).

La estrategia utilizada para el análisis de datos cualitativos ha sido el análisis de contenido, que se basa en diversos métodos y procedimientos para examinar documentos, centrándose en el significado del texto. Esta estrategia se ha aplicado de forma constante a lo largo de la investigación, en cada etapa donde se necesitaban resultados para avanzar a la siguiente fase, y durante la reflexión final. De acuerdo con Miles y Huberman (1994) el análisis de datos cualitativos es un proceso continuo e iterativo en el que la identificación de categorías es esencial.

Estos autores proponen tres pasos interrelacionados que se han aplicado en este análisis: a) la reducción de datos mediante la selección y condensación con codificaciones y categorías; b) la presentación de datos, destinada a facilitar la reflexión a través de resúmenes y diagramas; y c) la elaboración y verificación de conclusiones a través de la triangulación.

El proceso de creación de categorías parte de la entrevista con los docentes, y de sus percepciones después de la experiencia con RV durante la investigación. Por lo tanto, esta investigación se enmarca dentro de un enfoque interpretativo en el que “la intención no es transformar la palabra, el sentimiento, la creencia o las teorías de nuestros participantes en dato numérico. Muy al contrario, será la interpretación y la búsqueda de los

porqués lo que marcará la hoja de ruta” (Trigueros et al., 2018, p. 38).

Respecto al análisis de los datos cuantitativos obtenidos a partir de los cuestionarios CACDA y IMMS se ha utilizado el software de análisis estadístico SPSS en su versión 28 para Windows. Para los resultados se ha realizado un análisis descriptivo utilizando medias y desviaciones típicas. Además, se ha utilizado estadística bivariada, para establecer la validez empírica. Inicialmente se analizó la homogeneidad y normalidad de la muestra, verificando que no cumplía con los criterios necesarios para realizar pruebas paramétricas.

Por este motivo, se optó por la prueba de Mann-Whitney U para comparar las distribuciones de dos grupos independientes cuando los datos no presentan una distribución normal.

Así mismo, se analizó la fiabilidad de los instrumentos utilizados, obteniéndose un alfa de Cronbach de 0.949 para el cuestionario CACDA y de 0.954 para el IMMS, valores que se consideran indicativos de una alta fiabilidad general.

Dada la trascendencia del rigor metodológico en la investigación cualitativa, resulta importante llevar a cabo la triangulación de datos a través de múltiples fuentes, métodos y momentos, con el objetivo de garantizar que los datos recogidos sean completos y representativos de una variedad de perspectivas sobre el objeto de estudio (Neuman, 2014, p.84).

En este sentido, Denzin (2017) define la triangulación como “un complejo proceso de confrontar métodos entre sí para maximizar la validez en la investigación de campo. La evaluación es un proceso emergente y depende del investigador, su entorno y su perspectiva teórica, no solo de los principios establecidos en los manuales de investigación” (p. 310).

Según Creswell y Miller (2000) los investigadores buscan la convergencia entre múltiples y diferentes fuentes de información para formar categorías que reflejen el tema de estudio (p.126) lo que contribuye a la confiabilidad de la investigación.

En cuanto a las distintas posibilidades de triangulación, Aguilar y Barroso (2015), destacan “la triangulación de datos (temporal, espacial, personal), triangulación de investigadores, triangulación teórica, la triangulación metodológica (intramétodo, entre métodos y múltiple)” (p.74).

En la Tabla 18 se presenta la triangulación de la investigación para cada uno de los objetivos abordados.

Tabla 18

Relación entre los objetivos de la investigación y los instrumentos de recogida de datos

Objetivo general 1 (Triangulación de datos: temporal, espacial y personal)

Diseñar, implementar y evaluar una propuesta didáctica que contribuya al desarrollo de las competencias STEAM en el alumnado del tercer ciclo de educación primaria a través de un entorno de programación basado en realidad virtual

Objetivo específico 1.1	Objetivo específico 1.2	Objetivo específico 1.3
Analizar distintos enfoques de integración curricular STEAM en educación primaria.	Conocer la autopercepción de la competencia digital del estudiante del tercer ciclo de educación primaria	Definir los principios de diseño de la implementación de un entorno de programación basado en realidad virtual para el desarrollo de las habilidades STEAM.
Instrumentos	Instrumentos	Instrumentos
- Artículos científicos	- Cuestionario de Autopercepción de la Competencia Digital del Alumnado (CACDA)	- Diario de campo - Análisis notas en colaboración con los docentes

Objetivo general 2 (Triangulación de datos: temporal, espacial y personal; Triangulación metodológica: entre métodos)

Analizar las implicaciones educativas derivadas de la implementación de una propuesta didáctica basada en realidad virtual en la adquisición de las competencias STEAM en el aula de educación primaria.

Objetivo específico 2.1	Objetivo específico 2.2	Objetivo específico 2.3
Conocer el grado de motivación que la creación de recursos en realidad virtual despierta en el alumnado.	Analizar la percepción del profesorado sobre las posibilidades didácticas de la RV en el aula de primaria tras la experiencia	Conocer que habilidades STEAM se fortalecen en el proceso de creación del alumnado dentro de un entorno de realidad virtual.
Instrumentos	Instrumentos	Instrumentos
-Cuestionario motivación IMMS -Diario de campo	- Entrevista semiestructurada dirigida al profesorado	- Artefactos creados

Para abordar el primer objetivo, se utilizó una triangulación de datos de carácter temporal, espacial y personal. La triangulación temporal consistió en recoger los datos en los diferentes pilotos realizados durante un periodo de ocho meses, analizando la situación antes y después de la intervención para refinar su diseño. La triangulación espacial se logró mediante la recopilación de datos procedentes de distintos centros educativos. Por su parte, la triangulación personal se basó en la diversidad de la muestra de participantes.

En relación con el segundo objetivo de investigación, se añadió una triangulación metodológica a la triangulación de datos. Esta combinación de métodos cualitativos y cuantitativos permite aprovechar las fortalezas de cada enfoque y mitigar sus debilidades, esto facilita el cruce de datos para verificar si se llegan a las mismas conclusiones.

BLOQUE III. INTERVENCIÓN Y DESARROLLO DE LAS ITERACIONES

CAPÍTULO

**INTERVENCION.
CICLOS ITERATIVOS
Y REDISEÑO DE LA
PROPUESTA DIDÁCTICA**

5

5.1 Implementación del primer diseño de la propuesta didáctica

El primer diseño se implementa con dos grupos de estudiantes de 5º de educación primaria compuesto por 52 alumnos, durante los meses de febrero y marzo de 2019, a lo largo de 9 sesiones de 50 minutos cada una.

Los contenidos abordados corresponden a la unidad "Ecosystems" de la asignatura de Natural Sciences, según lo establecido en el Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero, por el que se establece el currículo básico de la Educación Primaria en la Comunidad Autónoma de Andalucía. Las áreas implicadas en esta primera propuesta didáctica incluyen Ciencias Naturales y Lengua Inglesa.

En esta propuesta didáctica, el alumnado aprende sobre las características y componentes de los ecosistemas, las relaciones tróficas y reflexiona sobre el impacto humano en los ecosistemas mediante la creación de ecosistemas en realidad virtual. La Tabla 19 presenta los contenidos de la unidad didáctica, las competencias, los criterios de evaluación y los estándares de aprendizaje.

Tabla 19

Contenidos, competencias, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje

Contenidos	CRITERIOS DE EVALUACIÓN Y ESTÁNDARES DE APRENDIZAJE EVALUABLES	COMPETENCIAS BÁSICAS
Ecosistemas	C.E.3.3. Conocer las características y componentes de un ecosistema atendiendo a sus características.	
Relaciones tróficas	STD. 11.1. Identifica y explica las relaciones entre los seres vivos. Cadenas alimentarias. Poblaciones, comunidades y ecosistemas.	CMCT CEC
La clasificación de los ecosistemas	STD.11.2. Identifica y explica algunas de las causas de la extinción de especies.	CSYC SIEP
La biosfera	STD. 11.3. Observa e identifica las principales características y componentes de un ecosistema.	
Cambios en los ecosistemas	STD.11.4. Reconoce y explica algunos ecosistemas: pradera, charca, bosque, litoral y ciudad, y los seres vivos que en ellos habitan.	
	STD. 11.5. Observa e identifica diferentes hábitats de los seres vivos.	

En cuanto a la metodología de trabajo, se realizan agrupamientos de 2-3 personas, dependiendo del número de equipos informáticos disponibles. Los profesores de las aulas son los encargados de formar estos grupos con la intención de que sean heterogéneos y equilibrados, el objetivo es potenciar la creación conjunta y la ayuda mutua.

Con relación a la forma de proceder en cada una de las sesiones (Figura 17) en la **primera sesión** se presenta el proyecto a los grupos, se explica la forma de trabajo y se muestra un ejemplo de una escena en realidad virtual relacionada con los ecosistemas, creada por la investigadora. Posteriormente, los estudiantes completan el cuestionario CACDA.

Figura 17
Esquema del desarrollo de las sesiones



La **segunda y tercera sesión** se destinan a la investigación del alumnado sobre los ecosistemas.

Para ello, se les proporciona una ficha en la que se les invita a ser exploradores que viajan alrededor del mundo investigando diferentes ecosistemas (Figura 18), con indicaciones claras que deben seguir.

Figura 18

Indicaciones al alumnado para iniciar el proyecto

INFORMACIÓN PARA LA INVESTIGACIÓN



Eres un/a investigador/a que viaja alrededor del mundo para analizar diferentes tipos de ecosistemas

TU MISIÓN

Investigar las características del ecosistema que elijas, qué plantas y animales viven en él y cómo interactúan entre sí (en otras palabras, ¡quién come a quién!)

PASOS A SEGUIR

- 1.- Con tu grupo investiga el ecosistema que habéis elegido.
- 2.- A continuación, y de manera individual, completa tu cuaderno de aprendizaje que encontrarás en Seesaw para incluir toda la información que vas recogiendo sobre el ecosistema.
3. Una vez que hayas recopilado toda la información, comienza a crear tu ecosistema en realidad virtual con Cospaces.
- 4.- Comprueba la lista con las características que tiene que tener el ecosistema en Cospaces, la encontrarás en Seesaw.
- 5.- Revisa los criterios de evaluación del proyecto que encontrarás en el Diario de Seesaw.

 ¡Adelante exploradores!

Además, se les facilitó un listado de ecosistemas del que podían elegir uno, investigando acerca de sus características, las plantas, animales que viven en él y como interactúan entre sí. Los ecosistemas propuestos eran: 1. “Desierto frío: Parque Nacional del noroeste de Groenlandia (Groenlandia)”;

2. “Bosque templado: Bosques Templados Lluviosos de los Andes Australes

(Chile)”; 3. “Desierto cálido: Parque Nacional del Desierto (India)”; 4. “Sabana: Parque Nacional Etosha (Namibia)”; 5. “Selva: Parque Nacional de la Selva Impenetrable de Bwindi (Uganda)”; 6. “Ecosistema acuático de agua salada: Parque Marino de la Gran Barrera de Coral (Australia). 7. “Arrecife Palancar (México)”; 8. “Ecosistema de agua dulce: Los grandes Lagos (América del Norte)”; y 9. “Ecosistema cercano: Parque Natural Sierras de Cazorla, Segura y las Villas (España)”.

Una vez familiarizados con la forma en la que se va a trabajar, cada grupo se centra en investigar y profundizar en el ecosistema elegido. El alumnado analiza y evalúa de manera crítica la información obtenida y a continuación la trasladan al porfolio digital en la plataforma Seesaw.

Para facilitar el acceso a la plataforma, la investigadora proyecta el código de texto de acceso al inicio de cada sesión para que el alumnado inicie sesión como se aprecia en la Figura19.

Figura 19

Visualización del código de texto de acceso a la plataforma Seesaw



1. Abra la aplicación Seesaw Class en iOS o Android. O acceda a app.seesaw.me en cualquier computadora con el navegador Chrome o Firefox.

2. Seleccione Soy estudiante.

3. Escanee este código utilizando el lector de códigos QR de Seesaw o escriba el código de texto.

ASIXYQ Copiar

Caduca en 59:59

Una vez dentro de la plataforma, el alumnado encuentra una serie de actividades (Figura 20) basadas en el libro de texto de Natural Sciences de 5º curso de Educación Primaria de la editorial Oxford Educación que utilizan en sus clases.

Las actividades son: 1. "Describe the ecosystem" ["Describe el ecosistema"]; 2. "Animals and plants" [“Animales y plantas”]; 3. "Living and non-living things" [“Seres vivos y no vivos”]; 4. "Who eats whom?" [“¿Quién come a quién?”]; 5. "Reflection" [“Reflexión”]. Además, se presentan los criterios de evaluación del proyecto y las características que debe tener el ecosistema creado en realidad virtual.

Figura 20
Actividades en la plataforma Seesaw

Activity 1: Describe the ecosystem
Describe the ecosystem and include at least 3 interesting facts

STEPS:

Click on **Add Response** to start
Click on  to add a file and upload an image of your ecosystem.
Click on the  option and then on **T** to add at least 3 interesting facts that describe the ecosystem.
Click on  to submit your work.

In response to: Activity 1: Describe the ecosystem



En la **cuarta sesión**, con el objetivo de que el alumnado conozca la plataforma *Cospaces Edu* de RV, se les plantea mini retos que iban de lo simple a lo complejo para adquirir las habilidades básicas de creación en RV, y de programación con *CoBlocks*.

Se utiliza la versión Pro de *CoSpaces Edu* en las tres propuestas didácticas, lo que permite acceso completo a la biblioteca de objetos 3D y a las funciones de programación de la plataforma. Esto es posible gracias a que la investigadora, embajadora de *CoSpaces Edu* en España, contacta con la empresa y se facilita el acceso a dichas funcionalidades.

Se diseña una lección introductoria a *Cospaces Edu* (Tabla 20), que incluye objetivos didácticos, contenido, y habilidades STEAM alineadas con las competencias STEAM del tercer ciclo de educación primaria.

Tabla 20
Lección de introducción a Cospaces Edu

INTRODUCCIÓN A COSPACES EDU	
Objetivos	Competencias
<ul style="list-style-type: none"> - Aprender habilidades básicas de creación 3D. - Practicar las habilidades espaciales -Desarrollar habilidades básicas de programación y pensamiento computacional -Practicar la creación de prototipos, probar y reflexionar sobre una idea de diseño. - Fomentar la creatividad - Desarrollar habilidades de comunicación en un espacio virtual. -Desarrollar habilidades de colaboración -Gestionar el propio aprendizaje 	<p>STEM1. Utiliza, de manera guiada, algunos métodos inductivos y deductivos propios del razonamiento matemático en situaciones conocidas, y selecciona y emplea algunas estrategias para resolver problemas reflexionando sobre las soluciones obtenidas.</p> <p>STEM3. Realiza, de forma guiada, proyectos, diseñando, fabricando y evaluando diferentes prototipos o modelos, adaptándose ante la incertidumbre, para generar en equipo un producto creativo con un objetivo concreto, procurando la participación de todo el grupo y resolviendo pacíficamente los conflictos que puedan surgir.</p> <p>CD1. Realiza búsquedas guiadas en internet y hace uso de estrategias sencillas para el tratamiento digital de la información (palabras clave, selección de información relevante, organización de datos...) con una actitud crítica sobre los contenidos obtenidos.</p>

<p>utilizando tecnología</p> <p>-Actuar de manera ética y segura en entornos digitales</p>	<p>CD2. Crea, integra y reelabora contenidos digitales en distintos formatos (texto, tabla, imagen, audio, vídeo, programa informático...) mediante el uso de diferentes herramientas digitales para expresar ideas, sentimientos y conocimientos, respetando la propiedad intelectual y los derechos de autor de los contenidos que reutiliza.</p> <p>CD3. Participa en actividades o proyectos escolares mediante el uso de herramientas o plataformas virtuales para construir nuevo conocimiento, comunicarse, trabajar cooperativamente, y compartir datos y contenidos en entornos digitales restringidos y supervisados de manera segura, con una actitud abierta y responsable ante su uso.</p> <p>CD4. Conoce los riesgos y adopta, con la orientación del docente, medidas preventivas al usar las tecnologías digitales para proteger los dispositivos, los datos personales, la salud y el medioambiente, y se inicia en la adopción de hábitos de uso crítico, seguro, saludable y sostenible de dichas tecnologías.</p> <p>CD5. Se inicia en el desarrollo de soluciones digitales sencillas y sostenibles (reutilización de materiales tecnológicos, programación informática por bloques, robótica educativa...) para resolver problemas concretos o retos propuestos de manera creativa, solicitando ayuda en caso necesario.</p>
<p>Contenido</p>	
<p>Reto 1- Primeros pasos en Cospaces Edu.</p>	
<p>Introducción a las características básicas de Cospaces Edu. Selección del entorno, arrastrar y soltar personajes y objetos 3D en la escena. Modificar las propiedades del personaje u objeto 3D (tamaño, color y textura). Movimiento en los ejes X, Y, X. Agrupar dos objetos. Opción de animación de personajes y objetos 3D. Añadir imágenes. Movimiento de la cámara. Modo Play. Bloques básicos de codificación: eventos, transformar, control, y acción.</p>	

La Tabla 21 describe el reto 1, donde los estudiantes reciben una introducción a *CoSpaces Edu* y se guían a través de actividades prácticas, como añadir fondos, personalizar y animar objetos 3D, utilizar bloques de programación y trabajar con la cámara, finalizando con una revisión y resolución de dudas.

Tabla 21
Esquema del desarrollo del primer reto

RETO 1.	
Introducción a Cospaces Edu	Reto
<p>Inicio (15 minutos)</p> <p>Presentación de la Herramienta:</p> <p>Breve introducción a la plataforma CoSpaces Edu y su acceso como estudiantes.</p>	<p>Primeros Pasos en Cospaces Edu</p>
<p>Desarrollo (30 minutos):</p> <p>Actividad Guiada. Se pedirá a los alumnos:</p> <p>Añadir un Fondo: Seleccionar un fondo para la escena de los que se facilitan en la herramienta.</p> <p>Colocar objetos 3D en la escena desde la biblioteca.</p> <p>Modificar las propiedades de los objetos: cambiando el tamaño, color y textura para personalizarlo. Para encontrar las opciones de personalización, tienen que hacer doble clic en su objeto.</p> <p>Movimiento en los ejes X, Y, Z: mover, rotar, escalar el objeto 3D. Para encontrar las opciones de movimiento, tienen que hacer doble clic en su objeto.</p> <p>Programación: una vez que conoce el movimiento utilizar los bloques de programación: eventos, transformar, control, y acción para realizar las acciones.</p>	

<p>Agrupar dos objetos: por ejemplo, montar un personaje en una bicicleta, patinete, caballo.</p> <p>Añadir animación: muchos de los objetos 3D de la biblioteca pueden estar animados. Se les pedirá que al que han añadido a la escena le incluyan animación.</p> <p>Haz que el personaje hable: introduciendo texto de bocadillo o un texto burbuja de pensamiento.</p> <p>Colocar imágenes en la escena, desde el ordenador o buscar imágenes en línea desde el buscador que facilita la misma herramienta.</p> <p>Cámara: practicar el movimiento de la cámara para poder visualizarla de manera correcta.</p> <p>Modo Play: se les pedirá que practiquen para ver su creación.</p>	
<p>Cierre (5 minutos):</p> <p>Revisión y Preguntas:</p> <p>Repasar lo aprendido. Responder preguntas y solucionar problemas técnicos que hayan surgido</p>	

Las sesiones quinta, sexta y séptima se dedican al diseño y creación del ecosistema. Durante este proceso se les anima a pensar, y trabajar creativamente, comenzando con el dibujo de un boceto en papel. A partir de ahí, el alumnado realiza descripciones textuales de las escenas, personajes, objetos 3D, diálogos y acciones que se incorporarán en el ecosistema. Posteriormente, en un proceso de co-creación, trasladan el diseño de su boceto a la plataforma *CoSpaces Edu* (Figura 21).

Figura 21
Estudiantes creando en colaboración su ecosistema



Las escenas creadas desde cero debían incluir objetos 3D, y personajes relevantes para desarrollar la narrativa, con la posibilidad de ajustar las propiedades de los objetos 3D si fuera necesario.

Además, el alumnado puede insertar elementos multimedia para enriquecer el entorno, y finalmente, animar y hacer interactivos los personajes y objetos en 3D utilizando el lenguaje de programación *CoBlocks*, Se les proporciona una lista de verificación que detalla los elementos que debe contener la escena (Figura 22).

Figura 22
Lista de verificación de la escena en *Cospaces Edu*

Comprueba esta lista y marca si lo has realizado	SI	NO
1. Utiliza un panel informativo que incluye: a. Título del ecosistema b. Lugar c. Imagen del ecosistema		
2. Elige la configuración AMBIENTE adecuada que se ajuste a la escena		

3. Los objetos y personajes de la escena: a. Tienen ACTIVADA su etiqueta de nombre b. Son relevantes para representar la escena		
4. Utiliza los cuadros de texto "HABLAR" para: a. Describir de forma detallada la escena		
5. Utiliza los cuadros de texto "HABLAR" para incluir diálogo entre los personajes		
6. Hace uso de la codificación para animar objetos y personajes		
7. Incluye sonido en la escena		

Finalmente, durante las sesiones octava y novena presentaron sus creaciones a sus compañeros (Figura 23), explicando el proceso de creación, los bloques de programación utilizados, los problemas que se habían encontrado y cómo los resolvieron. Además, recibieron retroalimentación de sus compañeros e inspiración de los proyectos compartidos, este proceso hizo posible que aprendieran juntos. Cada grupo experimentó de manera inmersiva su propio proyecto para lo cual se pusieron las gafas de realidad virtual tipo cardboard, cuidando de su seguridad en todo momento. Al finalizar la experiencia, el alumnado cumplimentó el cuestionario IMMS.

Figura 23

Visualización de un ecosistema creado por los estudiantes desde el navegador y un dispositivo móvil en RV



La rúbrica de evaluación de la actividad, mostrada en la Tabla 22, está disponible desde el principio para el alumnado comprenda qué se espera de

ellos en cada aspecto. Esto les ayuda a enfocar su trabajo y a reflexionar sobre su propio proceso de aprendizaje a medida que avanzan en las actividades.

Tabla 22

Rúbrica de evaluación de la propuesta didáctica ecosistemas

Ítems a Evaluar	Excelente	Bien	Regular	Mejorable	Peso
Comprensión del Ecosistema y Reflexión	El ecosistema incluye todos los elementos bióticos y abióticos, detallando las relaciones y la interacción que se produce. Se añaden explicaciones adicionales. Añade reflexión sobre el impacto humano y propone soluciones.	El ecosistema incluye la mayoría de los elementos bióticos y abióticos, y la interacción que se produce correctamente explicadas. Añade reflexión sobre el impacto humano y propone algunas soluciones.	El ecosistema incluye algunos elementos bióticos y abióticos, pero faltan explicaciones o no están claras. La reflexión sobre el impacto humano no está clara, y no propone soluciones.	El ecosistema incluye pocos elementos bióticos y abióticos, no se muestran claras las relaciones entre los componentes. Faltan explicaciones. No hay reflexión.	25%
Creatividad en la Creación del Ecosistema	La escena virtual es muy detallada y muestra creatividad. Se presta atención a todas las características del ecosistema y se incluyen elementos innovadores.	La escena virtual es creativa y bien detallada. Se incluyen algunas características del ecosistema, con buenos detalles visuales.	La escena muestra algo de creatividad, pero con detalles limitados. Se ha muestra poca atención para representar el ecosistema con detalle.	La escena carece de creatividad y detalle. Los elementos son básicos y no se refleja una representación precisa del ecosistema.	20%
Uso adecuado de los Bloques de Código	Utiliza todos los bloques de código vistos: eventos, transformar, control, y acción, incluyendo animaciones y sonidos que enriquecen la experiencia.	Utiliza dos o tres bloques de código de los cuatro vistos (eventos, transformar, control, y acción) Incluye sonido a la escena.	Utiliza uno de bloques de los cuatro vistos: códigos básicos (eventos, transformar, control, y acción). No añade sonido.	No utiliza ninguno de los bloques de código vistos (eventos, transformar, control, y acción).	20%
Cuaderno Seesaw	El cuaderno incluye toda la información	El cuaderno incluye la mayoría de la	El cuaderno presenta información	El cuaderno no contiene la información	15%

Ítems a Evaluar	Excelente	Bien	Regular	Mejorable	Peso
	solicitada, utiliza vocabulario científico adecuado y no tiene faltas de ortografía.	información solicitada, con un vocabulario adecuado y algunas faltas menores de ortografía.	incompleta, con un vocabulario limitado y varias faltas de ortografía.	necesaria, tiene vocabulario inadecuado y múltiples faltas de ortografía.	
Colaboración y Trabajo en Equipo	Participa activamente en el grupo, aporta ideas y respeta las opiniones de sus compañeros.	Participa de manera regular en el grupo, aporta ideas y respeta las opiniones de sus compañeros.	Participa de manera irregular en el grupo, respeta las opiniones de sus compañeros, pero no aporta ideas.	Apenas participa en el grupo. No aporta ideas, ni respeta las opiniones de sus compañeros.	10%
Cumplimiento de Plazos	Cumple con los plazos establecidos de manera puntual en cada etapa del proyecto, sin necesidad de recordatorios.	Cumple con los plazos establecidos, con algunos recordatorios por parte del profesor.	Se retrasa en el cumplimiento de algunos plazos, requiriendo varios recordatorios.	No cumple con los plazos establecidos o entrega el trabajo con un retraso considerable.	10%

5.2 Rediseño de la primera propuesta didáctica

A continuación, se describe los cambios que se realizan para mejorar la practicidad y viabilidad de esta primera propuesta didáctica a partir de las observaciones anotadas en el cuaderno de la investigadora y que se analizan de manera conjunta por la investigadora y los docentes. A partir del diario de campo, se han ido estableciendo categorías y subcategorías que han permitido el análisis de la información recogida.

5.2.1 Desafíos de la primera propuesta didáctica

En la primera propuesta didáctica, como se observa en la Tabla 23, surgieron principalmente cinco códigos relacionados con el funcionamiento de los equipos informáticos, la conexión a internet, logísticos, y de desorden

y ruido. Además, se identificaron necesidades de conocimiento de las plataformas que se utilizan.

El primer desafío encontrado es la ubicación de la clase, que se encuentra lejos del aula de informática, lo que obligaba al alumnado a desplazarse por el centro. Durante este traslado, los alumnos generan mucho ruido, obligando a los profesores a llamarles la atención para mantener el silencio y no molestar a sus compañeros del colegio.

Al llegar al aula de informática, la emoción por utilizar los ordenadores y realizar en ellos un trabajo de estas características, los niveles de desorden se mantienen, lo que requiere nuevamente la intervención de los profesores para calmarlos. Según los profesores, cuando ellos empiezan la clase, los estudiantes mantienen una actitud de escucha y permanecen en silencio.

Antes de salir de la clase hacia el aula de informática, los profesores mantienen una conversación con el alumnado para recordarles la importancia de no hacer ruido durante el traslado. Esto, sumado a la distancia, reduce el tiempo efectivo de la actividad y dificultaba que al alumnado pueda completar las tareas a tiempo.

Con la finalidad de que aprovechen al máximo el tiempo disponible, la investigadora se traslada al centro antes de la hora prevista de la actividad para preparar los equipos con antelación, dejándolos encendidos. Si surge realizar alguna actualización del equipo o solventar algún problema de conectividad se contacta con el coordinador TIC para resolverlo con antelación.

Además, a cada grupo de estudiantes se les facilita una tarjeta con una serie de datos identificativos, incluyendo un número de tarjeta asignado, el usuario y la contraseña con los que pueden acceder a la plataforma *Cospaces Edu*.

La investigadora crea previamente todas las cuentas y elabora las tarjetas con dicha información para que, al llegar al aula, el alumnado recoja la suya en la mesa dispuesta en el centro del aula y trabajen en su espacio, al finaliza, entregan las tarjetas.

Otro desafío es la disponibilidad del aula de informática, ya que el resto del profesorado del centro también la utiliza para sus actividades. Esto requiere una cuidadosa planificación y ajustes en el horario escolar para asegurar su uso.

En el caso del alumnado de 5º de primaria, cabe destacar que no cuentan con la asignatura de Cultura y Práctica Digital y no tienen horas asignadas al aula de informática. Para solventar esta situación la profesora participante, que también era la profesora de la asignatura de inglés, decide compartir parte de sus horas de clase, permitiendo que cada grupo trabaje en el proyecto durante las horas libres que coinciden con su clase de inglés.

Por otro lado, se encuentran problemas relacionados con el número de equipos informáticos disponibles para el alumnado. No hay suficientes equipos informáticos por alumno, por lo que se opta por hacer agrupaciones de 2 o 3. Los profesores se encargan de formar estos grupos con la intención de que sean heterogéneos y equilibrados, y se asignan roles rotativos.

Además, algunos equipos informáticos presentan problemas con los gráficos, que impiden a los alumnos ver sus creaciones de manera clara, lo que limita su capacidad de trabajo. Para utilizar *Cospaces Edu*, se requiere un navegador actualizado compatible con *WebGL* y controladores de vídeo actualizados, lo cual no siempre está disponible en todos los equipos.

El alumnado reportó dificultades técnicas con sus equipos informáticos, las quejas más frecuentes estaban relacionadas con la baja calidad gráfica, lo que obstaculizó su progreso. Además, en varias ocasiones, la pérdida de conexión a internet provocó la eliminación de sus avances en las escenas 3D, lo que aumentó su nivel de frustración.

Tabla 23

Desafíos de la primera propuesta didáctica y medidas educativas

Códigos representando desafíos	Medidas educativas
Problemas técnicos relacionados con el equipo informático y la conexión a internet.	Utilización de una segunda aula de informática
Logísticos	Utilización de una segunda aula de informática
Desorden y Ruido	Estrategias de organización y gestión del aula
Necesidades de conocimiento de la plataforma <i>Seesaw</i>	Conectar conocimientos previos
Necesidades de conocimiento de la plataforma <i>Cospaces Edu</i>	Conectar conocimientos previos

En cuanto a la plataforma *Seesaw*, las necesidades identificadas están vinculadas con la manera de agregar archivos y subir imágenes.

Respecto a *Cospaces Edu*, se evidenció una mayor demanda de conocimientos, algunos estudiantes tuvieron dificultades para navegar por la escena 3D en al no lo estar familiarizados con el movimiento en los ejes X, Y, Z y el zoom de la cámara, lo que requirió orientación adicional.

También se presentaron necesidades de conocimiento relacionados con la programación de diálogos entre personajes y en la manipulación de objetos dentro de la plataforma, lo que llevó a la intervención para aclarar estos aspectos.

Además, aunque la actividad debía realizarse en inglés, algunos alumnos presentaban una falta de vocabulario que dificulta su capacidad para expresarse en este idioma, lo que los lleva a optar por escribir en español.

Se observa que es necesario utilizar unos minutos previos para recuperar conocimientos y que el alumnado reflexione acerca de lo que

tienen que realizar en cada plataforma, para ello se le anima a la participación.

Asimismo, algunos de ellos solicitan utilizar su libro de texto como material de consulta y contar con la rúbrica y lista de verificación en formato papel.

5.2.2 Rediseño de la primera propuesta didáctica

A partir del análisis, se realizaron algunos ajustes en la primera propuesta.

En colaboración con los profesores, lo primero que se hace es planificar las fechas para la segunda intervención y reservar en el calendario de la sala de profesores los días asignados para utilizar las aulas de informática.

En esta ocasión, se permite el uso de dos salas de informática: una en el piso superior, equipada con ordenadores nuevos, y la sala empleada en la primera propuesta, situada en la planta baja del colegio.

Este cambio tiene como objetivo utilizar los ordenadores más modernos y evitar la frustración del alumnado, ya que algunos equipos del aula anterior no soportan los gráficos requeridos.

Se mantiene la estrategia de dejar las tarjetas en la mesa central, la asignación de los roles rotativos en cada grupo, ya que el alumnado valora trabajar en grupo con sus compañeros, y la técnica de la “luz apagada”.

Además, se introduce una nueva estrategia, dedicar unos minutos al principio de las sesiones para repasar los conocimientos que deben aplicar, con la intención de que el alumnado reflexione sobre los aspectos que tiene que incluir en su portfolio y su diseño en 3D, de tal manera que tomen el control y puedan trabajar de manera autónoma.

En cuanto a la plataforma *Seesaw*, se considera hacer énfasis en como tienen que agregar archivos y subir imágenes.

Además, se facilita que puedan utilizar su libro de texto como material de consulta para complementar la información, permitiéndoles contrastar datos y profundizar en los conceptos abordados durante la investigación.

Adicional, se imprime en papel la rúbrica y lista de verificación de la escena.

En relación con la secuencia de enseñanza-aprendizaje (Tabla 24) la modificación tanto de actividades, como de la secuencia, responde a la necesidad de profundizar en el conocimiento de la plataforma *Cospaces Edu*, especialmente en lo que respecta al movimiento en los ejes X, Y, Z, el zoom de la cámara y la programación por bloques. Por lo tanto, se decide aumentar el número de las sesiones y profundizar en estos conceptos.

De tal manera que las sesiones 4 y 5 se dedicarán a trabajar con el alumnado la herramienta y se añade un segundo reto denominado “Mueve el dinosaurio”.

Tabla 24

Observaciones en relación con la secuencia de enseñanza-aprendizaje

Secuencia enseñanza-aprendizaje	Medidas
Cospaces Edu	Modificación de actividades
Cospaces Edu	Modificación en la secuencia

5.3 Implementación de la segunda propuesta didáctica

La segunda propuesta didáctica se implementa con dos grupos de estudiantes de 6º de educación primaria, que suman un total de 50 alumnos, del mismo centro educativo dónde se realizó la primera propuesta. Se lleva a cabo durante los meses de mayo y junio de 2019, a lo largo de 9 sesiones de 50 minutos cada una.

Los contenidos abordados corresponden a la unidad "Spain´s politics" de la asignatura de Social Sciences, según lo establecido en el Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero, por el que se establece el currículo básico de la Educación Primaria en la Comunidad Autónoma de Andalucía. Las áreas implicadas en este segundo prototipo incluyen Ciencias Sociales, Lengua Inglesa y Cultura y Práctica Digital.

En esta propuesta didáctica, el alumnado, a través de la creación de una ciudad respetuosa con el medioambiente en la cual actúan como máximos representantes, explica a sus ciudadanos el significado de la democracia, el papel fundamental de la Constitución Española y cuáles son sus derechos y deberes como ciudadanos. Además, reflexionan sobre las medidas implementadas en su ciudad para proteger el medioambiente. La Tabla 25 presenta los contenidos de la unidad didáctica, las competencias, los criterios de evaluación y los estándares de aprendizaje.

Tabla 25

Contenidos, competencias, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje

Contenidos	CRITERIOS DE EVALUACIÓN Y ESTÁNDARES DE APRENDIZAJE EVALUABLES	COMPETENCIAS BÁSICAS
El sistema político de España	C.E.3.7. Explicar la importancia que tiene la Constitución para el funcionamiento del Estado español, así como los derechos, deberes y libertades recogidos en la misma.	
La Constitución El gobierno nacional de España	CE.29. Explicar la importancia que tiene la Constitución para el funcionamiento del Estado español, así como los derechos, deberes y libertades recogidos en la misma.	CSYC SIEP CEC CCL
Las comunidades autónomas de España.	STD.29.1 Identifica y comprende la división de poderes del estado y cuáles son las atribuciones recogidas en la Constitución para cada uno de ellos.	
Servicios públicos	CE. 30. Identificar las Instituciones Políticas que se derivan de la Constitución STD.30.1 Identifica las principales instituciones del Estado español y describe sus funciones y su organización. CE.31. Describir la organización territorial del Estado español STD.31.1. Explica la organización territorial de España, nombra las estructuras básicas de gobierno y localiza en mapas políticos las distintas comunidades que forman España, así como sus provincias	

En cuanto a la metodología de trabajo, se utiliza un aula de informática en las tres primeras sesiones. Se realizan agrupamientos de 2-3 personas, igual que en la primera propuesta, con los profesores de las aulas encargándose de formar de manera que sean heterogéneos y equilibrados.

Con relación a la forma de proceder en cada una de las sesiones (Figura 24) se incluyen los cambios de mejora mencionados anteriormente, organizándose las sesiones de la siguiente manera.

En la **primera sesión** se sigue el mismo procedimiento realizado en la propuesta 1. A cada grupo se les presenta el proyecto, la metodología de trabajo, y se muestra un ejemplo de escena creada en realidad virtual por la investigadora relacionada con la propuesta. A continuación, el alumnado completa el cuestionario CACDA.

Figura 24

Esquema del desarrollo de las sesiones



En la **segunda y tercera sesión**, a partir de la segunda sesión y hasta el final se utilizan los primeros minutos para recuperar conocimientos. Se introduce un cambio en el proceso de investigación, permitiendo a los estudiantes consultar el libro de texto que utilizan en clase. Además,

cuentan con la rúbrica de evaluación y la lista de verificación en formato papel. También se asignan los roles rotativos en cada grupo.

El procedimiento para que los estudiantes acceden a la plataforma *Seesaw* (Figura 25) es el mismo que en la ocasión anterior: la investigadora proyecta el código de acceso al inicio de cada sesión.

Figura 25

Estudiantes trabajando en su portfolio



Una vez dentro de la plataforma *Seesaw*, el alumnado encuentra una serie de actividades por resolver, centradas en profundizar los conocimientos. Las actividades propuestas se basan en el libro de texto de Social Sciences de 6º curso de Educación Primaria de la editorial Oxford Educación que utilizaban en sus clases.

Las actividades son las siguientes: 1. “A democracy means...” [“Democracia significa...”]; 2. “Spanish Constitution” [“Constitución española”]; 3. “Rights and Responsibilities” [“Derechos y responsabilidades”]; 4. “Autonomous Community” [“Comunidad

Autónoma”]; 5. “Public Services” [“Servicios públicos”]; 6. How is power]distributed in Spain? [“¿Cómo se distribuye el poder en España?”]; 7. “Reflection” [“Reflexión”]. La Figura 26 muestra alguna de las actividades que el alumnado puede encontrar en la plataforma *Seesaw*.

Figura 26
Actividades en la plataforma Seesaw

The image shows a screenshot of an educational activity on the Seesaw platform. The activity is titled "Activity 2: Spanish Constitution" and has the subtitle "Investigate our rights and responsabilitys". It includes a section for "STEPS:" with two instructions: "1. Click **T** and write at least 4 rights and 4 responsibilities." and "2. Click to submit your work." To the right of the text is a diagram titled "Spanish Constitution" that branches into two categories: "Is a right" and "Is a responsibility". Under "Is a right", there are five listed items: "the right to an education", "the right to food and selted", "the freedom to live and travel wherever and chose", "the right to be treated equally", and "the right to express your opinions". Under "Is a responsibility", there are six listed items: "the freedom our express our opinions", "the right to associate whit others", "the right to be treated equally by the law", "we shold to be king to animals", "we shold look after enbriment", "we must obey the law", "we must pay taxes", "we must education", and "we must estudy". The diagram also features a small illustration of the Spanish coat of arms at the top.

En la **cuarta sesión** se comienza a utilizar la segunda aula de informática, ubicada en el piso superior del edificio del centro educativo. Cada alumno dispone de un equipo informático, dejando de lado los equipos informáticos que presentaron problemas en la propuesta 1.

Además, este grupo ya tiene experiencia previa en el manejo del ordenador al tener en su currículo la asignatura de Cultura y Práctica Digital.

En esta sesión se imparte la lección introductoria a *Cospaces Edu* (Tabla 26), y se desarrolla el primero de los retos, que se corresponde con los primeros pasos en *Cospaces Edu*.

Tabla 26

Lección de introducción a Cospaces Edu

INTRODUCCIÓN A COSPACES EDU	
Objetivos	Competencias
<ul style="list-style-type: none"> - Aprender habilidades básicas de creación 3D. - Practicar las habilidades espaciales - Desarrollar habilidades básicas de programación y pensamiento computacional - Practicar la creación de prototipos, probar y reflexionar sobre una idea de diseño. - Fomentar la creatividad - Desarrollar habilidades de comunicación en un espacio virtual. - Desarrollar habilidades de colaboración - Gestionar el propio aprendizaje utilizando tecnología - Actuar de manera ética y segura en entornos digitales 	<p>STEM1. Utiliza, de manera guiada, algunos métodos inductivos y deductivos propios del razonamiento matemático en situaciones conocidas, y selecciona y emplea algunas estrategias para resolver problemas reflexionando sobre las soluciones obtenidas.</p> <p>STEM3. Realiza, de forma guiada, proyectos, diseñando, fabricando y evaluando diferentes prototipos o modelos, adaptándose ante la incertidumbre, para generar en equipo un producto creativo con un objetivo concreto, procurando la participación de todo el grupo y resolviendo pacíficamente los conflictos que puedan surgir.</p> <p>CD1. Realiza búsquedas guiadas en internet y hace uso de estrategias sencillas para el tratamiento digital de la información (palabras clave, selección de información relevante, organización de datos...) con una actitud crítica sobre los contenidos obtenidos.</p> <p>CD2. Crea, integra y reelabora contenidos digitales en distintos formatos (texto, tabla, imagen, audio, vídeo, programa informático...) mediante el uso de diferentes herramientas digitales para expresar ideas, sentimientos y conocimientos, respetando la propiedad intelectual y los derechos de autor de los contenidos que reutiliza.</p> <p>CD3. Participa en actividades o proyectos escolares mediante el uso de herramientas o plataformas virtuales para construir nuevo conocimiento, comunicarse, trabajar cooperativamente, y compartir datos y contenidos en entornos digitales restringidos y supervisados de manera segura, con una actitud abierta y responsable ante su uso.</p> <p>CD4. Conoce los riesgos y adopta, con la orientación del docente, medidas preventivas al usar las tecnologías digitales para proteger los dispositivos, los datos personales, la salud y el medioambiente, y se inicia en la adopción de</p>

	<p>hábitos de uso crítico, seguro, saludable y sostenible de dichas tecnologías.</p> <p>CD5. Se inicia en el desarrollo de soluciones digitales sencillas y sostenibles (reutilización de materiales tecnológicos, programación informática por bloques, robótica educativa...) para resolver problemas concretos o retos propuestos de manera creativa, solicitando ayuda en caso necesario.</p>
<p>Contenido</p>	
<p>Reto 1- Primeros pasos en Cospaces Edu.</p>	
<p>Introducción a las características básicas de Cospaces Edu. Selección del entorno, arrastrar y soltar personajes y objetos 3D en la escena. Modificar las propiedades del personaje u objeto 3D (tamaño, color y textura). Movimiento en los ejes X, Y, X. Agrupar dos objetos. Opción de animación de personajes y objetos 3D. Añadir imágenes. Movimiento de la cámara. Modo Play.</p>	
<p>Reto 2 - Mueve el dinosaurio</p>	
<p>Introducción a los bloques básicos de programación con Coblock. Habilitar el personaje u objeto 3D para programarlo en CoBlocks. Uso de los bloques de Transformar (mover, girar), Acción (establecer animación, mostrar panel de información, mostrar cuestionario con pregunta), Eventos y Control (esperar, repetir, para siempre, correr en paralelo) haciendo uso de la programación.</p> <p>Se pedirá a los alumnos que creen una escena en Cospaces Edu utilizando varios bloques de las siguientes categorías: eventos, transformar, control, y acción.</p>	

La Tabla 27 presenta el desarrollo del reto 1, que introduce al alumnado a *CoSpaces Edu*. Se guía al alumnado a través de los primeros pasos en la plataforma, como añadir fondos, colocar y personalizar objetos 3D, y aplicar animaciones.

Tabla 27

Esquema del desarrollo del primer reto

RETO 1.	
Introducción a <i>Cospaces Edu</i>	Reto
<p>Inicio (15 minutos)</p> <p>Presentación de la Herramienta:</p> <p>Breve introducción a la plataforma <i>CoSpaces Edu</i> y su acceso como estudiantes.</p>	<p>Primeros Pasos en <i>Cospaces Edu</i></p>
<p>Desarrollo (30 minutos):</p> <p>Actividad Guiada. Se pedirá a los alumnos:</p> <p>Añadir un Fondo: Seleccionar un fondo para la escena de los que se facilitan en la herramienta.</p> <p>Colocar objetos 3D en la escena desde la biblioteca.</p> <p>Modificar las propiedades de los objetos: cambiando el tamaño, color y textura para personalizarlo. Para encontrar las opciones de personalización, tienen que hacer doble clic en su objeto.</p> <p>Movimiento en los ejes X, Y, Z: mover, rotar, escalar el objeto 3D. Para encontrar las opciones de movimiento, tienen que hacer doble clic en su objeto.</p> <p>Agrupar dos objetos: por ejemplo, montar un personaje en una bicicleta, patinete, caballo.</p> <p>Añadir animación: muchos de los objetos 3D de la biblioteca pueden estar animados. Se les pedirá que al que han añadido a la escena le incluyan animación.</p> <p>Haz que el personaje hable: introduciendo texto de bocadillo o un texto burbuja de pensamiento.</p>	

Colocar imágenes en la escena, desde el ordenador o buscar imágenes en línea desde el buscador que facilita la misma herramienta.

Cámara: practicar el movimiento de la cámara para poder visualizarla de manera correcta.

Modo Play: se les pedirá que practiquen para ver su creación.

Cierre (5 minutos):

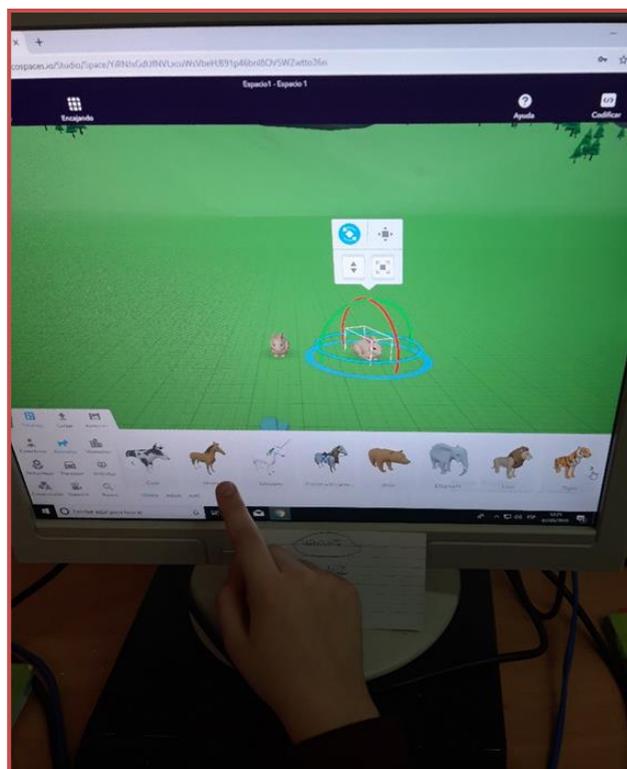
Revisión y Preguntas:

Repasar lo aprendido. Responder preguntas y solucionar problemas técnicos que hayan surgido

La Figura 27 muestra a un estudiante realizando el reto 1, específicamente trabajando con el modo de rotación en *CoSpaces Edu*. El alumno manipula objetos 3D, aplicando los conceptos de movimiento en los ejes aprendidos en la sesión.

Figura 27

Estudiante realizando el reto 1 trabajando con el modo de rotación



En la **quinta sesión** se profundiza en la asimilación de conceptos de programación con *CoBlocks* planteándoles un segundo reto. La Tabla 28 describe el reto 2, en el que los estudiantes deben crear una animación donde un dinosaurio se mueva en los ejes X, Y, Z usando CoBlocks. El ejercicio incluye seleccionar personajes, programar el movimiento y aplicar lo aprendido en la sesión anterior, con un cierre de revisión y preguntas.

Tabla 28
Esquema del desarrollo del segundo reto

RETO 2.	
Proyecto sencillo en Coblocks	Reto
<p>Inicio (15 minutos)</p> <p>Revisión Rápida:</p> <p>Repaso de lo visto en la sesión anterior. Introducción a la programación con CoBlocks.</p>	<p>Mueve el dinosaurio</p>
<p>Desarrollo (30 minutos):</p> <p>Actividad Guiada. Se pedirá a los alumnos:</p> <p>Crear una pequeña animación en la que un dinosaurio se mueva a diferentes posiciones en los ejes X, Y, Z, gire, y regrese a su posición inicial. El dinosaurio tiene que dirigirse a la posición de un personaje que elegirán y estará situado en el centro, después volverá a su posición inicial.</p> <p>Al iniciar aplicarán lo aprendido en el reto 1 para añadir un fondo, colocar personajes y animales, practicar el movimiento de la cámara y el modo play. Se les invita a seleccionar los dinosaurios y modificar sus características.</p> <p>Tendrán que tomar las coordenadas de la posición en los ejes X, Y, Z en la que se encuentran cada uno de ellos,</p>	
	<p>Mueve el dinosaurio</p>

<p>para que de esta manera poder desplazarse las diferentes posiciones.</p> <p>Antes de programar en CoBlocks tendrán que activar el personaje elegido y los dinosaurios. Para ello tienen que hacer doble clic en el objeto 3D y deslizar la opción "Usar en CoBlocks" en la sección "Código".</p> <p>Seguidamente se tendrán que dirigir a la opción de "Programar" situada en la parte superior derecha y seleccionar de los diferentes lenguajes de programación que se presentan la opción CoBlocks, ya que están utilizando la versión Pro.</p> <p>En CoBlocks, encontrarán varias opciones para programar objetos 3D, para este reto utilizarán bloques de las siguientes categorías: transformar, acción, eventos y control.</p>	
<p>Cierre (5 minutos):</p> <p>Revisión y Preguntas:</p> <p>Repasar lo aprendido. Responder preguntas y solucionar problemas técnicos que hayan surgido</p>	

Las **sesiones sexta y séptima** se dedican al diseño y creación de la ciudad, siguiendo la lista de verificación de los elementos que la escena debe presentar, la cual se les facilita también en formato de papel. La Tabla 29 presenta una lista de verificación para la creación de una escena en *CoSpaces Edu*. El alumnado debe asegurarse de cumplir con elementos clave, como incluir un panel informativo, configurar el ambiente, activar etiquetas de nombres en los personajes, añadir diálogos y sonido, y aplicar codificación para animar objetos y personajes.

Tabla 29

Lista de verificación de la escena en Cospaces Edu

Comprueba esta lista y marca si lo has realizado	SI	NO
1. Utiliza un panel informativo que incluye: a. Nombre de la ciudad b. Frase que la describa c. Imagen representativa		
2. Elige la configuración AMBIENTE adecuada que se ajuste a la escena		
3. Los objetos y personajes de la escena: a. Tienen ACTIVADA su etiqueta de nombre b. Son relevantes para representar la escena		
4. Utiliza los cuadros de texto "HABLAR" para: a. Describir de forma detallada la escena		
5. Utiliza los cuadros de texto "HABLAR" para incluir diálogo entre los personajes		
6. Hace uso de la codificación para animar objetos y personajes		
7. Incluye sonido en la escena		

Durante las sesiones octava y novena el alumnado presenta sus creaciones a sus compañeros, explican el proceso de creación, los desafíos superados y los bloques de programación utilizados, reciben la retroalimentación y experimentan de manera inmersiva con las gafas de RV, cuidando su seguridad. Al finalizar complimentan el cuestionario IMMS. La Figura 28 muestra ejemplos de las ciudades diseñadas por los estudiantes en RV destacando la creatividad en la combinación de elementos urbanos y ambientales.

Figura 28

Ejemplos de la ciudad creada por los estudiantes en RV



La rúbrica de evaluación de la actividad, presentada en la Tabla 30, está disponible desde el principio en la plataforma *Seesaw*, pero también se les facilita en formato de papel.

Tabla 30

Rúbrica de evaluación de la propuesta didáctica ciudad respetuosa medioambiente

Ítems a Evaluar	Excelente	Bien	Regular	Mejorable	Peso
Comprensión de la Constitución, derechos y deberes, y Reflexión	Explica de manera clara y detallada la importancia de la Constitución y los derechos y deberes de los ciudadanos. Añade una reflexión sobre el respeto al medioambiente y propone soluciones concretas.	Explica de manera clara la importancia de la Constitución y los derechos y deberes de los ciudadanos. Añade una reflexión sobre el respeto al medioambiente y propone algunas soluciones.	Da una explicación básica sobre la Constitución, pero faltan explicaciones o no están claras sobre los derechos y deberes de los ciudadanos. La reflexión sobre el respeto al medioambiente no está clara, y no propone soluciones.	No explica la importancia de la Constitución, ni los derechos y deberes de los ciudadanos. No hay reflexión ni propone soluciones.	25%
Creatividad en la Creación de la ciudad	La escena virtual es muy detallada y muestra creatividad. Se presta atención a todas las características de la ciudad y se incluyen elementos innovadores.	La escena virtual es creativa y bien detallada. Se incluyen algunas características de la ciudad, con buenos detalles visuales.	La escena muestra algo de creatividad, pero con detalles limitados. Se ha muestra poca atención para representar la ciudad con detalle.	La escena carece de creatividad y detalle. Los elementos son básicos y no se refleja una representación precisa de la ciudad.	20%
Uso adecuado de los Bloques de Código	Utiliza todos los bloques de código vistos: eventos, transformar, control, y acción, incluyendo animaciones y sonidos que enriquecen la experiencia.	Utiliza dos o tres bloques de código de los cuatro vistos (eventos, transformar, control, y acción) Incluye sonido a la escena.	Utiliza uno de bloques de los cuatro vistos: códigos básicos (eventos, transformar, control, y acción). No añade sonido.	No utiliza ninguno de los bloques de código vistos (eventos, transformar, control, y acción).	20%

Ítems a Evaluar	Excelente	Bien	Regular	Mejorable	Peso
Cuaderno Seesaw	El cuaderno incluye toda la información solicitada, utiliza vocabulario científico adecuado y no tiene faltas de ortografía.	El cuaderno incluye la mayoría de la información solicitada, con un vocabulario adecuado y algunas faltas menores de ortografía.	El cuaderno presenta información incompleta, con vocabulario limitado y varias faltas de ortografía.	El cuaderno no contiene la información necesaria, tiene vocabulario inadecuado y múltiples faltas de ortografía.	15%
Colaboración y Trabajo en Equipo	Participa activamente en el grupo, aporta ideas y respeta las opiniones de sus compañeros.	Participa de manera regular en el grupo, aporta ideas y respeta las opiniones de sus compañeros.	Participa de manera irregular en el grupo, respeta las opiniones de sus compañeros, pero no aporta ideas.	Apenas participa en el grupo. No aporta ideas, ni respeta las opiniones de sus compañeros.	10%
Cumplimiento de Plazos	Cumple con los plazos establecidos de manera puntual en cada etapa del proyecto, sin necesidad de recordatorios.	Cumple con los plazos establecidos, con algunos recordatorios por parte del profesor.	Se retrasa en el cumplimiento de algunos plazos, requiriendo varios recordatorios.	No cumple con los plazos establecidos o entrega el trabajo con un retraso considerable.	10%

5.3 Rediseño de la segunda propuesta didáctica

A continuación, se describe los cambios que se realizan para mejorar la practicidad y viabilidad de esta segunda propuesta didáctica.

5.3.1 Desafíos de la propuesta

En la segunda propuesta didáctica, como se observa en la Tabla 31, surgen principalmente tres códigos relacionados principalmente con desafíos logísticos, de formación del profesorado y de necesidades de conocimiento.

Tabla 31

Desafíos de la propuesta didáctica 2

Códigos representando desafíos	Medidas educativas
Logísticos	Estrategias de organización y gestión del aula
Falta de formación del profesorado	Formación profesorado
Necesidades de conocimiento de la plataforma <i>Cospaces Edu</i>	Creación de fichas de apoyo

El principal desafío en esta propuesta es la división del alumnado en dos aulas de informática situadas en espacios diferentes y distantes. En esta ocasión, la investigadora debe dividir su tiempo entre ambas aulas. Para optimizar esta situación, se implementa una estrategia de agrupación basada en las competencias TIC del alumnado, de manera que aquellos con más habilidades se ubican en el aula superior. Además, se introduce el rol de coach: dos estudiantes, una alumna y un alumno, asumen este rol debido a su experiencia previa con la herramienta y apoyan a sus compañeros cuando la investigadora no está presente en esa aula, en caso de no conocer la respuesta, los alumnos esperan a que la investigadora suba al aula.

En el aula inferior se encuentra el resto del alumnado, acompañados por sus profesores para brindarles apoyo. Aunque la investigadora ofrece formación al profesorado, uno de ellos comenta que no tiene tiempo ni habilidades con las TIC. El otro profesor sí tiene experiencia con las TIC y ayuda al alumnado; en caso de no conocer la respuesta, el alumnado de ambas aulas espera a que la investigadora se encuentre allí.

Se evidencia que, si bien los retos se diseñan para estudiantes sin o con mínima experiencia en la programación, el alumnado demanda explicación acerca de otros bloques ya que quieren enriquecer su proyecto.

Además, los estudiantes manifiestan que no les da tiempo a terminar todas las actividades propuestas en la plataforma *Seesaw*.

5.3.2 Rediseño de la segunda propuesta didáctica

Para superar estos desafíos, se realizan algunos ajustes en la segunda propuesta. En relación la falta de formación del profesorado, se les invita nuevamente a participar en una sesión de formación, programada en el horario que mejor se ajuste a su disponibilidad.

La figura del rol de coach ha funcionado muy bien y se mantiene en la siguiente implementación. En la secuencia de enseñanza aprendizaje (Tabla 32), se reduce el número de actividades en el porfolio, para permitir que el alumnado las complete con mayor calma y dentro del tiempo asignado.

Tabla 32

Observaciones en relación con la secuencia de enseñanza-aprendizaje

Secuencia enseñanza-aprendizaje	Medidas
Seesaw	Modificación número de actividades

Adicional, se crean unas fichas de apoyo para que puedan programar en la plataforma *Cospaces Edu* con bloques más avanzados, esas fichas se imprimen en formato de papel y se distribuirán entre el alumnado.

La Figura 29 muestra un ejemplo de las fichas en el que indica cómo utilizar los bloques de control en CoBlocks para programar acciones paralelas, permitiendo que varios personajes se muevan simultáneamente. En el ejemplo, un caballo trota mientras un perro corre y realiza otras acciones a la vez.

Figura 29
Bloques de control en CoBlocks acciones en paralelo



5.4 Implementación de la tercera y última propuesta didáctica

La tercera y última propuesta didáctica se implementa con tres grupos de estudiantes de 6^a de educación primaria, es el grupo más numeroso con 77 alumnos. Se desarrolla durante los meses de octubre y diciembre de 2019, a lo largo de 9 sesiones de 50 minutos cada una, y en un centro educativo diferente al utilizado en las propuestas anteriores.

Los contenidos abordados corresponden a la unidad “La España moderna. El siglo XXI” de la asignatura de Social Sciences, según lo establecido en el Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero, por el que se establece el currículo básico de la Educación Primaria en la Comunidad Autónoma de Andalucía. Las áreas implicadas en esta tercera propuesta didáctica incluyen Matemáticas, Ciencias Sociales, Lengua Inglesa, y Cultura y Práctica Digital.

En esta propuesta didáctica, el alumnado explora el siglo XIX a través de los cuadros de Goya. La tarea consiste en crear un laberinto matemático en realidad virtual, donde la resolución de las operaciones permite abrir paneles para avanzar y finalmente salir. Al completar el laberinto, los estudiantes acceden a una exposición virtual, también creada por ellos, que presenta los cuadros de Goya previamente investigados. En esta exposición, personajes en 3D actúan como guías, proporcionando información sobre las obras. La Tabla 33 detalla los contenidos de la unidad didáctica, las competencias, los criterios de evaluación y los estándares de aprendizaje.

Tabla 33

Contenidos, competencias, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje

Contenidos	CRITERIOS DE EVALUACIÓN Y ESTÁNDARES DE APRENDIZAJE EVALUABLES	COMPETENCIAS BÁSICAS
La España moderna: el siglo XIX	C.E.3.12. Identificar y localizar en el tiempo y en el espacio los procesos y acontecimientos históricos más relevantes de la historia de España para adquirir una perspectiva global de su evolución	
La Guerra de Independencia	STD.46.1. Sitúa en una línea del tiempo las etapas históricas más importantes de las distintas edades de la historia en España.	CEC CMCT CSYC
Liberales y conservadores	STD. 46.2. Identifica y localiza en el tiempo y en el espacio los hechos fundamentales de la Historia de España describiendo las principales características de cada una de ellas.	
La revolución industrial		
La restauración arte del siglo XIX	STD.46.3. Explica aspectos relacionados con la forma de vida y organización social de España de las distintas épocas históricas estudiadas. STD. 46.4. Describe en orden cronológico los principales movimientos artísticos y culturales de las distintas etapas de la historia de España citando a sus representantes más significativos.	
	C.E.3.13. Valorar la importancia de los museos, sitios y monumentos históricos como espacios donde se enseña y se aprende mostrando una actitud de respeto a su entorno y su cultura, apreciando la herencia cultural	
	STD.47.1 Identifica, valora y respeta el patrimonio natural, histórico, cultural y artístico y asume las responsabilidades que supone su conservación y mejora. STD.47.2 Respeta los restos históricos y los valora como	

un patrimonio que debemos legar y reconoce el valor que el patrimonio arqueológico monumental nos aporta para el conocimiento del pasado.

STD.48.1 Respeta y asume el comportamiento que debe cumplirse cuando visita un museo o un edificio antiguo.

STD.48.2 Aprecia la herencia cultural a escala local, nacional y europea, como riqueza compartida que hay que conocer, preservar y cuidar.

En cuanto a la metodología de trabajo, se utiliza un aula de informática en las tres primeras sesiones. Se realizan agrupamientos de 2-3 personas, igual que en las propuestas 1 y 2, fueron los profesores de las aulas los encargados de formar estos grupos. Con relación a la forma de proceder en cada una de las sesiones (Figura 30) se incluyen los cambios de mejora mencionados anteriormente, organizándose las sesiones de la siguiente manera.

En la **primera sesión** se sigue el mismo procedimiento realizado en la propuesta 1 y 2. A cada grupo se les presenta el proyecto, la metodología de trabajo, y se muestra un ejemplo de escena creada en realidad virtual por la investigadora relacionada con la propuesta. A continuación, el alumnado completa el cuestionario CACDA.

Figura 30

Esquema del desarrollo de las sesiones



A partir de la **segunda y tercera sesión**, y hasta el final, se utilizan unos minutos al principio de las sesiones para recuperar los conocimientos y tomar el control trabajando de manera autónoma.

Se les pide que seleccionen cuatro obras de un listado de obras de Francisco de Goya y busquen información sobre ellas para conocer sus características.

Las obras de listado incluyen: *La familia de Carlos IV*; *El 2 de mayo de 1808 en Madrid o “La lucha con los mamelucos”*; *El 3 de mayo en Madrid o “Los fusilamientos”*; *La maja vestida*; *El quitasol*; *La gallina ciega*; *La vendimia*; *La duquesa de Alba*; y *La pradera de San Isidro*.

Además, de su libro de texto para consulta, se les facilitó el sitio web del Museo del Prado ³ con la intención de que pudieran terminar su investigación ya que estaban muy comprometidos con la actividad y querían hacerlo bien.

Tras la investigación, acceden a la plataforma *Seesaw*, el procedimiento de acceso es el mismo que en las anteriores propuestas didácticas.

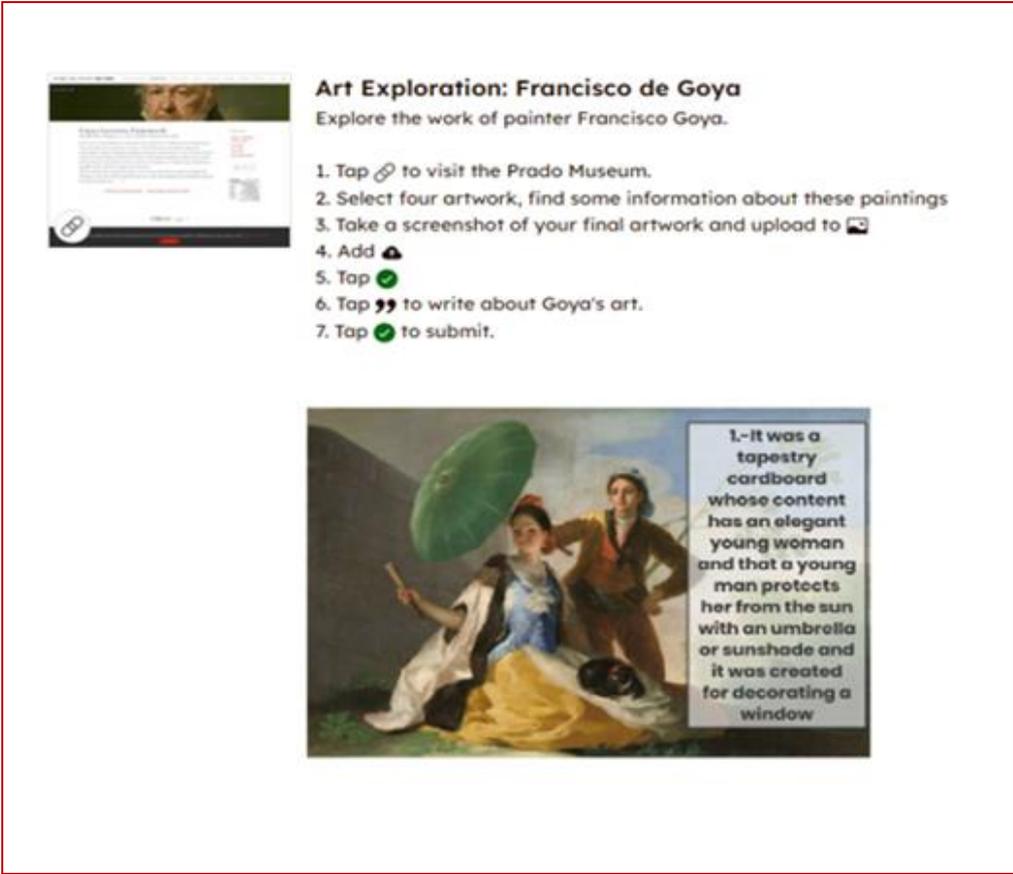
Una vez dentro pueden encontrar la secuencia de actividades planificadas que se han reducido en número. Las actividades se basan en el libro de texto de Ciencias Sociales de 6º curso de Educación Primaria de la editorial Oxford Educación que utilizan en sus clases: 1. “Tell me about “Francisco de Goya” [“¡Háblame de Francisco de Goya!”]; 2. Art exploration: Francisco de Goya” [“Explora la obra del pintor Francisco Goya”]; 3. Timeline of Goya’s paintings [“Cronología de las pinturas de Goya”]; 4. Interview with Goya [“Entrevista a Goya”].

En la Figura 31 se puede visualizar alguna de las actividades que pueden encontrar en la plataforma *Seesaw*.

³ <https://www.museodelprado.es/coleccion/artista/goya-y-lucientes-francisco-de/39568a17-81b5-4d6f-84fa-12db60780812>

Figura 31

Actividades en la plataforma Seesaw



The image shows a screenshot of a Seesaw activity. On the left, there is a small thumbnail of a mobile device displaying the activity interface. To the right, the activity title is "Art Exploration: Francisco de Goya" with the subtitle "Explore the work of painter Francisco Goya." Below the title is a list of seven numbered instructions: 1. Tap [link icon] to visit the Prado Museum. 2. Select four artwork, find some information about these paintings. 3. Take a screenshot of your final artwork and upload to [upload icon]. 4. Add [heart icon]. 5. Tap [checkmark icon]. 6. Tap [speech bubble icon] to write about Goya's art. 7. Tap [checkmark icon] to submit. Below the instructions is a screenshot of a student's response. It features a reproduction of Goya's painting "The Young Woman with the Parasol" and a text box containing the student's handwritten-style text: "1.-it was a tapestry cardboard whose content has an elegant young woman and that a young man protects her from the sun with an umbrella or sunshade and it was created for decorating a window".

A partir de la **cuarta sesión**, el centro pone a disposición otra aula de informática, utilizada habitualmente por alumnado de cursos superiores, lo que permite que cada alumno disponga de su propio ordenador para realizar la parte de creación en 3D. Los tres grupos ya cuentan con experiencia previa en el uso del ordenador, ya que en su currículo se incluye la asignatura de Cultura y Práctica Digital.

En esta ocasión, los profesores que participan en el proyecto pertenecen a la asignatura de Cultura y Práctica Digital, están familiarizados con la tecnología y se sienten cómodos utilizando la RV como herramienta didáctica en el aula. Durante las sesiones, siguen las indicaciones que la investigadora da al alumnado y les ayudan cuando surge alguna duda. En caso de no conocer la respuesta, esperan a que la investigadora la resuelva para el grupo.

Al igual que se diseña en la propuesta didáctica dos, se plantean mini retos para conocer la plataforma *Cospaces Edu* y la programación con bloques *CoBlocks*, profundizando en la programación.

En esta sesión se imparte la lección introductoria a *Cospaces Edu* (Tabla 34), y se desarrolla el primero de los retos, que se corresponde con los primeros pasos en *Cospaces Edu*.

Tabla 34
Lección de introducción a Cospaces Edu

INTRODUCCIÓN A COSPACES EDU	
Objetivos	Competencias
<ul style="list-style-type: none"> - Aprender habilidades básicas de creación 3D. - Practicar las habilidades espaciales - Desarrollar habilidades básicas de programación y pensamiento computacional - Practicar la creación de prototipos, probar y reflexionar sobre una idea de diseño. - Fomentar la creatividad - Desarrollar habilidades de comunicación en un espacio virtual. - Desarrollar habilidades de colaboración - Gestionar el propio aprendizaje utilizando tecnología - Actuar de manera ética y segura en entornos digitales 	<p>STEM1. Utiliza, de manera guiada, algunos métodos inductivos y deductivos propios del razonamiento matemático en situaciones conocidas, y selecciona y emplea algunas estrategias para resolver problemas reflexionando sobre las soluciones obtenidas.</p> <p>STEM3. Realiza, de forma guiada, proyectos, diseñando, fabricando y evaluando diferentes prototipos o modelos, adaptándose ante la incertidumbre, para generar en equipo un producto creativo con un objetivo concreto, procurando la participación de todo el grupo y resolviendo pacíficamente los conflictos que puedan surgir.</p> <p>CD1. Realiza búsquedas guiadas en internet y hace uso de estrategias sencillas para el tratamiento digital de la información (palabras clave, selección de información relevante, organización de datos...) con una actitud crítica sobre los contenidos obtenidos.</p> <p>CD2. Crea, integra y reelabora contenidos digitales en distintos formatos (texto, tabla, imagen, audio, vídeo, programa informático...) mediante el uso de diferentes herramientas digitales para expresar ideas, sentimientos y conocimientos, respetando la propiedad intelectual y los derechos de autor de los contenidos que reutiliza.</p> <p>CD3. Participa en actividades o proyectos</p>

	<p>escolares mediante el uso de herramientas o plataformas virtuales para construir nuevo conocimiento, comunicarse, trabajar cooperativamente, y compartir datos y contenidos en entornos digitales restringidos y supervisados de manera segura, con una actitud abierta y responsable ante su uso.</p> <p>CD4. Conoce los riesgos y adopta, con la orientación del docente, medidas preventivas al usar las tecnologías digitales para proteger los dispositivos, los datos personales, la salud y el medioambiente, y se inicia en la adopción de hábitos de uso crítico, seguro, saludable y sostenible de dichas tecnologías.</p> <p>CD5. Se inicia en el desarrollo de soluciones digitales sencillas y sostenibles (reutilización de materiales tecnológicos, programación informática por bloques, robótica educativa...) para resolver problemas concretos o retos propuestos de manera creativa, solicitando ayuda en caso necesario.</p>
<p>Contenido</p>	
<p>Reto 1- Primeros pasos en Cospaces Edu.</p>	
<p>Introducción a las características básicas de Cospaces Edu. Selección del entorno, arrastrar y soltar personajes y objetos 3D en la escena. Modificar las propiedades del personaje u objeto 3D (tamaño, color y textura). Movimiento en los ejes X, Y, X. Agrupar dos objetos. Opción de animación de personajes y objetos 3D. Añadir imágenes. Movimiento de la cámara. Modo Play.</p>	
<p>Reto 2 - Mueve el dinosaurio</p>	
<p>Introducción a los bloques básicos de programación con Coblock. Habilitar el personaje u objeto 3D para programarlo en CoBlocks. Uso de los bloques de Transformar (mover, girar), Acción (establecer animación, mostrar panel de información, mostrar cuestionario con pregunta), Eventos y Control (esperar, repetir, para siempre, correr en paralelo) haciendo uso de la programación.</p>	

Se pedirá a los alumnos que creen una escena en Cospaces Edu utilizando varios bloques de las siguientes categorías: eventos, transformar, control, y acción.

La Tabla 35 presenta el desarrollo del reto 1, que introduce al alumnado a *CoSpaces Edu*. Se guía al alumnado a través de los primeros pasos en la plataforma, como añadir fondos, colocar y personalizar objetos 3D, y aplicar animaciones.

Tabla 35
Esquema del desarrollo del primer reto

RETO 1.	
Introducción a <i>Cospaces Edu</i>	Reto
<p>Inicio (15 minutos)</p> <p>Presentación de la Herramienta:</p> <p>Breve introducción a la plataforma <i>CoSpaces Edu</i> y su acceso como estudiantes.</p>	<p>Primeros Pasos en <i>Cospaces Edu</i></p>
<p>Desarrollo (30 minutos):</p> <p>Actividad Guiada. Se pedirá a los alumnos:</p> <p>Añadir un Fondo: Seleccionar un fondo para la escena de los que se facilitan en la herramienta.</p> <p>Colocar objetos 3D en la escena desde la biblioteca.</p> <p>Modificar las propiedades de los objetos: cambiando el tamaño, color y textura para personalizarlo. Para encontrar las opciones de personalización, tienen que hacer doble clic en su objeto.</p>	

<p>Movimiento en los ejes X, Y, Z: mover, rotar, escalar el objeto 3D. Para encontrar las opciones de movimiento, tienen que hacer doble clic en su objeto.</p> <p>Agrupar dos objetos: por ejemplo, montar un personaje en una bicicleta, patinete, caballo.</p> <p>Añadir animación: muchos de los objetos 3D de la biblioteca pueden estar animados. Se les pedirá que al que han añadido a la escena le incluyan animación.</p> <p>Haz que el personaje hable: introduciendo texto de bocadillo o un texto burbuja de pensamiento.</p> <p>Colocar imágenes en la escena, desde el ordenador o buscar imágenes en línea desde el buscador que facilita la misma herramienta.</p> <p>Cámara: practicar el movimiento de la cámara para poder visualizarla de manera correcta.</p> <p>Modo Play: se les pedirá que practiquen para ver su creación.</p>	<p>Primeros Pasos en <i>Cospaces Edu</i></p>
<p>Cierre (5 minutos):</p> <p>Revisión y Preguntas:</p> <p>Repasar lo aprendido. Responder preguntas y solucionar problemas técnicos que hayan surgido</p>	

En la **quinta sesión** se profundiza en la asimilación de conceptos de programación con *CoBlocks* planteándoles el segundo reto. La Tabla 36 describe el reto 2, en el que los estudiantes deben crear una animación donde un dinosaurio se mueva en los ejes X, Y, Z usando *CoBlocks*. El ejercicio incluye seleccionar personajes, programar el movimiento y aplicar lo aprendido en la sesión anterior, con un cierre de revisión y preguntas.

<p>Seguidamente se tendrán que dirigir a la opción de “Programar” situada en la parte superior derecha y seleccionar de los diferentes lenguajes de programación que se presentan la opción CoBlocks, ya que están utilizando la versión Pro.</p> <p>En CoBlocks, encontrarán varias opciones para programar objetos 3D, para este reto utilizarán bloques de las siguientes categorías: transformar, acción, eventos y control.</p>	
<p>Cierre (5 minutos):</p> <p>Revisión y Preguntas:</p> <p>Repasar lo aprendido. Responder preguntas y solucionar problemas técnicos que hayan surgido</p>	

Las **sesiones sexta y séptima** se dedican al diseño y creación. En esta ocasión, deben crear dos escenas en el mismo entorno de RV, la primera escena corresponde al laberinto que tienen que crear para la resolución de las operaciones matemáticas, y la segunda escena corresponde a la exposición de las obras de Goya. Para ello, siguen la lista de verificación Tabla 37 de los elementos que debe presentar la escena, la cual se les facilita también en formato de papel.

Tabla 37

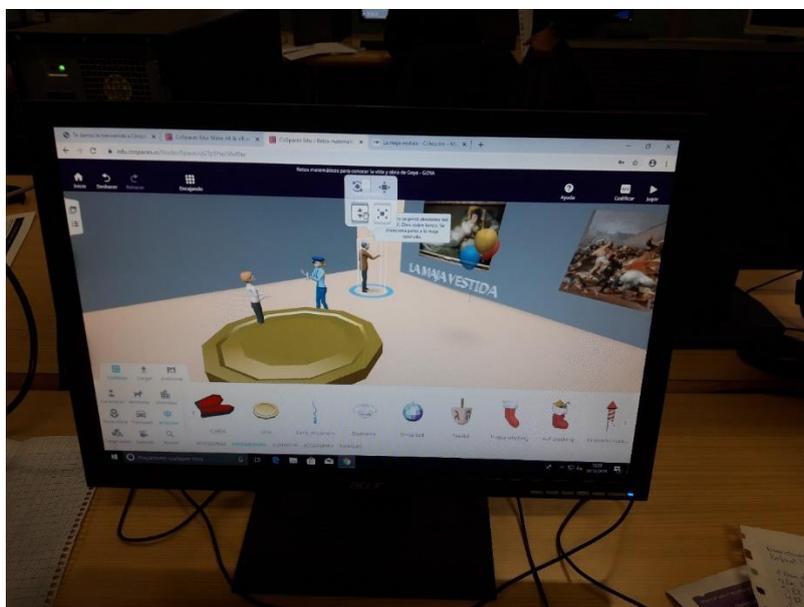
Lista de verificación de la escena en Cospaces Edu

Comprueba esta lista y marca si lo has realizado	SI	NO
1. Utiliza un panel informativo que incluye: <ul style="list-style-type: none"> a. Nombre del laberinto b. Frase que la describa c. Imagen representativa 		
2. Elige la configuración AMBIENTE adecuada que se ajuste a la escena		

3. Los objetos y personajes de la escena: a. Tienen ACTIVADA su etiqueta de nombre b. Son relevantes para representar la escena		
4. Utiliza los cuadros de texto "HABLAR" para: a. Describir de forma detallada la escena		
5. Utiliza los cuadros de texto "HABLAR" para incluir diálogo entre los personajes		
6. Hace uso de la codificación para animar objetos y personajes		
7. Incluye sonido en la escena		

La Figura 32 muestra a un estudiante trabajando en su escena, donde se pueden ver varias figuras en 3D y obras de arte, entre ellas *La maja vestida*. El estudiante está colocando y editando el personaje que actuará como guía del museo, y previamente ha incluido el cuadro de texto con la información del cuadro.

Figura 32
Estudiante creando su museo



Durante las **sesiones octava y novena** el alumnado presenta sus creaciones a sus compañeros, explican el proceso de creación, los desafíos superados y los bloques de programación utilizados, reciben la retroalimentación y experimentan de manera inmersiva con las gafas de RV,

cuidando su seguridad. Al finalizar cumplimentan el cuestionario IMMS.

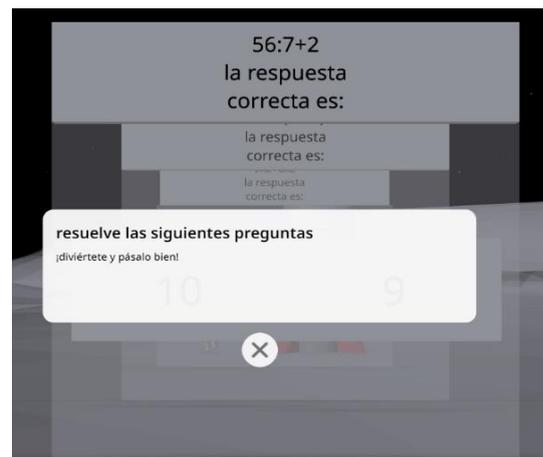
En la Figura 33 se pueden ver algunas de las escenas creadas por el alumnado que se caracterizaban por su diversidad y creatividad.

Figura 33

Ejemplos de proyectos creados por los estudiantes en RV



<https://edu.cospaces.io/ETV-GMQ>



<https://edu.cospaces.io/NDL-LNJ>



<https://edu.cospaces.io/HPL-RYG>



<https://edu.cospaces.io/YCD-WLE>

Al igual que en resto de los diseños de las propuestas didácticas, la rúbrica de evaluación de la actividad (Tabla 38), la tenían a su disposición desde el principio. En esta ocasión además se les facilitó en papel, al igual que las fichas de programación, y la lista de cotejo.

Tabla 38

Rúbrica de evaluación de la propuesta didáctica Laberinto matemático y Goya

Ítems a Evaluar	Excelente	Bien	Regular	Mejorable	Peso
Comprensión de la vida y obra de Goya	Explica claramente quién fue Francisco de Goya y lo que hizo. Crea una línea de tiempo bien organizada con sus pinturas más importantes. La entrevista a Goya es muy creativa.	Explica bien quién fue Francisco de Goya y menciona algunas cosas importantes sobre él. Crea una línea de tiempo con varias de sus pinturas, pero con menos detalles. La entrevista a Goya es creativa.	Da una explicación básica sobre Francisco de Goya, pero faltan detalles o no es muy clara. Crea una línea del tiempo con pocas pinturas. La entrevista muestra poca creatividad.	No explica bien quién fue Francisco de Goya ni lo que hizo. La línea del tiempo no está bien hecha, no realiza la entrevista.	25%
Creatividad en la Creación de la ciudad	La escena virtual es muy detallada y muestra creatividad. Se presta atención a todas las características de la ciudad y se incluyen elementos innovadores.	La escena virtual es creativa y bien detallada. Se incluyen algunas características de la ciudad, con buenos detalles visuales.	La escena muestra algo de creatividad, pero con detalles limitados. Se ha muestra poca atención para representar la ciudad con detalle.	La escena carece de creatividad y detalle. Los elementos son básicos y no se refleja una representación precisa de la ciudad.	20%
Uso adecuado de los Bloques de Código	Utiliza todos los bloques de código vistos: eventos, transformar, control, y acción, incluyendo animaciones y sonidos que enriquecen la experiencia.	Utiliza dos o tres bloques de código de los cuatro vistos (eventos, transformar, control, y acción) Incluye sonido a la escena.	Utiliza uno de los cuatro vistos: códigos básicos (eventos, transformar, control, y acción). No añade sonido.	No utiliza ninguno de los bloques de código vistos (eventos, transformar, control, y acción).	20%
Cuaderno Seesaw	El cuaderno incluye toda la información solicitada, utiliza vocabulario científico adecuado y no tiene faltas de ortografía.	El cuaderno incluye la mayoría de la información solicitada, con un vocabulario adecuado y algunas faltas menores de	El cuaderno presenta información incompleta, con vocabulario limitado y varias faltas de ortografía.	El cuaderno no contiene la información necesaria, tiene vocabulario inadecuado y múltiples faltas de ortografía.	15%

Ítems a Evaluar	Excelente	Bien	Regular	Mejorable	Peso
ortografía.					
Colaboración y Trabajo en Equipo	Participa activamente en el grupo, aporta ideas y respeta las opiniones de sus compañeros.	Participa de manera regular en el grupo, aporta ideas y respeta las opiniones de sus compañeros.	Participa de manera irregular en el grupo, respeta las opiniones de sus compañeros, pero no aporta ideas.	Apenas participa en el grupo. No aporta ideas, ni respeta las opiniones de sus compañeros.	10%
Cumplimiento de Plazos	Cumple con los plazos establecidos de manera puntual en cada etapa del proyecto, sin necesidad de recordatorios.	Cumple con los plazos establecidos, con algunos recordatorios por parte del profesor.	Se retrasa en el cumplimiento de algunos plazos, requiriendo varios recordatorios.	No cumple con los plazos establecidos o entrega el trabajo con un retraso considerable.	10%

BLOQUE IV. RESULTADOS

CAPÍTULO

AUTOPERCEPCIÓN DE LA COMPENECIA DIGITAL DEL ALUMNADO

6

6.1. Resultados sobre la autopercepción de la competencia digital del estudiante del tercer ciclo de educación primaria

En este capítulo se aborda el OE 1.2. Conocer la autopercepción de la competencia digital del alumnado del tercer ciclo de educación primaria.

A partir de los datos recogidos en el cuestionario de autopercepción sobre la propia competencia digital del alumnado (CACDA) (ver anexo 4), desarrollamos el análisis descriptivo y el análisis factorial

Un total de 179 estudiantes de tercer ciclo de educación primaria, matriculados en 5º y 6º cursos, participaron en la cumplimentación del cuestionario que se les facilitó el primer día. El análisis estadístico se realizó utilizando el paquete SPSS versión 28.0. Se emplearon técnicas de análisis de datos descriptivas y comparativas: las descriptivas para describir las puntuaciones obtenidas a través del cuestionario, y las comparativas para identificar diferencias entre variables que conforman los grupos, como el género.

En la Tabla 39 se presentan los estadísticos descriptivos, incluyendo la media, desviación típica y frecuencia (%) para cada una de las dimensiones y el total. En general, la mayoría de los estudiantes se consideran bastante capaces (33,19 %) o muy capaces (42,63%) en relación con su competencia digital. Por el contrario, el 15,33% se considera poco capaz, mientras que el 8,93% se considera nada capaz. El valor de la media de 3.09 y una desviación típica de 0.94 sugieren que la mayoría tiene una percepción similar sobre su competencia digital.

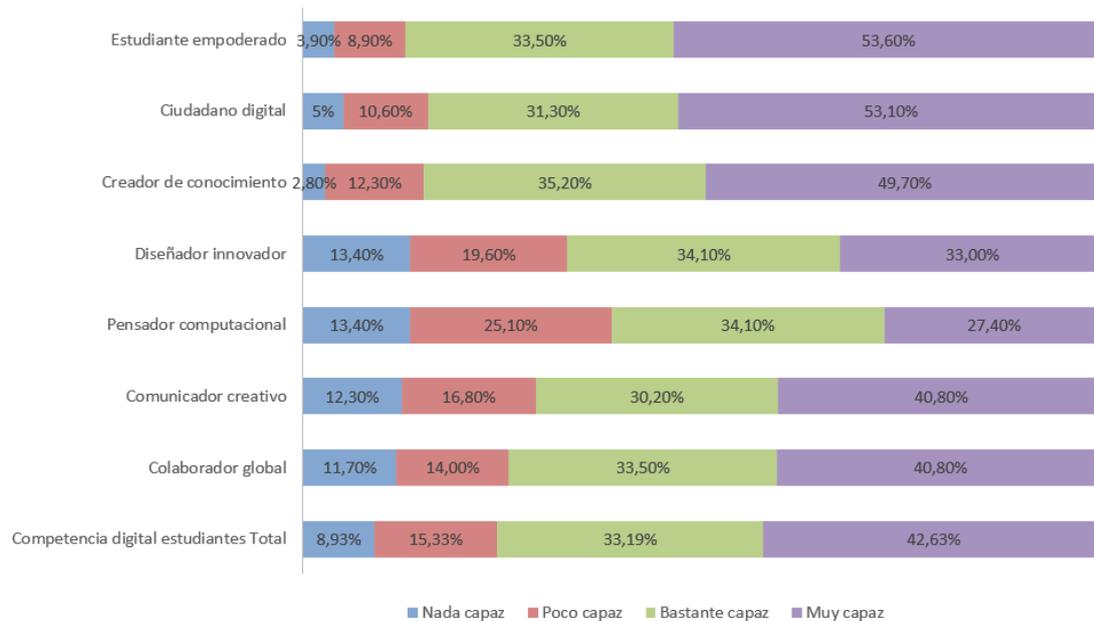
Tabla 39

Puntuación media, desviación típica y frecuencias (%) de la competencia digital en el tercer ciclo de educación primaria (n = 179)

Dimensiones	M	SD	Frecuencia (%)			
			Nada capaz	Poco capaz	Bast. capaz	Muy capaz
1. Estudiante empoderado	3,37	,806	3,9%	8,9%	33,5%	53,6%
2. Ciudadano digital	3,32	,859	5 %	10,6%	31,3%	53,1%
3. Creador de conocimiento	3,32	,796	2,8%	12,3%	35,2%	49,7%
4. Diseñador innovador	2,87	1,024	13,4%	19,6%	34,1%	33,0%
5. Pensador computacional	2,75	1,003	13,4%	25,1%	34,1%	27,4%
6. Comunicador creativo	2,99	1,036	12,3%	16,8%	30,2%	40,8%
7. Colaborador global	3,03	1,011	11,7%	14,0%	33,5%	40,8%
Competencia digital estudiantes	3,09	0,94	8,93%	15,3%	33,19%	42,63%

En la Figura 34 se muestra una representación gráfica de los porcentajes de puntuación de cada dimensión para facilitar su visualización.

Figura 34
Autopercepción de la competencia digital en porcentajes



A continuación, se analizan cada una de las dimensiones a los estándares para estudiantes de manera detallada.

6.1.1 Dimensión: Estudiante empoderado

En la dimensión Estudiante Empoderado (Tabla 40) los estudiantes aprovechan la tecnología para tener un papel activo en su aprendizaje. A continuación, se presenta el análisis de cada ítem.

El 39,7 % de los estudiantes se considera muy capaz y el 25,7% bastante capaz de utilizar distintos programas de edición, en contraste con el 12,3% que se percibe como nada capaz.

En cuanto a la habilidad de edición básica de texto, la mayoría (73.2%) se sienten muy capaces, lo que refleja confianza y familiaridad en el uso de los procesadores de texto, mientras que solo un 10.6% se considera nada o poco capaz.

Sin embargo, la habilidad para identificar y utilizar los formatos de archivo más adecuados muestra la menor media y la mayor desviación típica, lo que sugiere que muchos estudiantes encuentran desafiante seleccionar el formato de archivo correcto; un 34,1% se siente muy capaz, frente a un 37,5% que se percibe como nada o poco capaz.

Además, la mayoría de los estudiantes se sienten competentes a la hora de buscar información en internet y seleccionar la más adecuada para realizar sus tareas (82,1%). Sin embargo, una proporción significativa todavía enfrenta desafíos a la hora de guardar archivos y contenidos digitales, como lo indica el 23.5% que se siente poco o nada capaz, en contraste con el 53,1% que se consideran muy capaces.

Los resultados indican que, mientras que, en algunos ítems, como la búsqueda de información y la edición básica de texto, se observan altas competencias, en otros, como la identificación de formatos adecuados y el almacenamiento digital, se presentan mayores desafíos.

Tabla 40
Estadísticos descriptivos de la dimensión estudiante empoderado

Ítems	M	SD	Frecuencia (%)			
			Nada capaz	Poco capaz	Bast. capaz	Muy capaz
Utilizar distintos programas para editar imágenes, audio o video digital	3,68	0,783	12,3%	22,3%	25,7%	39,7%
Cambiar el tipo de letra, color y el tamaño de un texto cuando lo selecciono	3,58	0,813	5,0 %	5,6%	16,2%	73,2%
Identificar y utilizar los formatos de archivo más adecuados (ejemplo: word, pdf, hoja excel, mp4, jpg)	2,79	1,101	17,9 %	19,6 %	28,5 %	34,1 %
Buscar información en internet y seleccionar la más adecuada para realizar mis tareas	3,74	0,628	2,2 %	3,4 %	12,3 %	82,1 %
Guardar archivos y contenidos digitales (textos, imágenes, música, vídeos y páginas web).	3,18	1,036	11,2 %	12,3 %	23,5 %	53,1 %

6.1.2 Dimensión: Ciudadano digital

En la dimensión Ciudadano Digital (Tabla 41) se hace referencia a la capacidad de comprender los derechos y responsabilidades asociados con vivir en un mundo digital interconectado, clave para conocer si los estudiantes utilizan las tecnologías de manera responsable y segura. A continuación, se detalla el análisis de cada ítem.

Se observaron puntuaciones bajas en las respuestas a la afirmación "soy capaz de tomar medidas básicas para proteger mis dispositivos (antivirus, contraseñas, etc.)", donde solo el 34,6% de los estudiantes se consideran muy capaces, mientras que una gran proporción, el 42%, muestra una inseguridad significativa, sintiéndose poco o nada capaz. En contraste, el ítem "no comparto información personal ni contraseñas en internet y redes sociales" revela que la gran mayoría, un 77,1%, se considera muy capaz de proteger su información personal.

Por su parte en el ítem soy capaz de compartir archivos y contenidos a través de internet, respetando los derechos de autor, aunque menos de la mitad (45,8%) se considera muy capaz en esta área, la alta desviación típica sugiere que hay incertidumbre entre los estudiantes sobre el respeto a los derechos de autor, lo que podría indicar una falta de comprensión o de formación en el uso ético de contenidos digitales.

En cuanto al ítem "soy capaz de compartir archivos y contenidos a través de internet, respetando los derechos de autor" aunque menos de la mitad de los estudiantes (45,8%) se considera muy capaz en esta área, la alta desviación típica sugiere que hay incertidumbre entre los estudiantes sobre el respeto a los derechos de autor. Esto podría indicar una falta de comprensión o de formación en el uso ético de contenidos digitales.

Finalmente, una alta proporción de estudiantes (78,2%) se sienten muy capaces de manejar adecuadamente las comunicaciones de desconocidos.

Los resultados revelan que, aunque los estudiantes muestran altos niveles de competencia en áreas como la protección de la privacidad personal y la seguridad en las comunicaciones, enfrentan desafíos significativos en la

seguridad de dispositivos y el respeto por los derechos de autor.

Tabla 41

Estadísticos descriptivos de la dimensión ciudadano digital

Ítems	M	SD	Frecuencia (%)			
			Nada capaz	Poco capaz	Bast. capaz	Muy capaz
Tomar medidas básicas para proteger mis dispositivos (ejemplo: anti-virus, contraseñas, etc	2,69	1,176	23,5%	18,4%	23,5%	34,6%
No comparto información personal, ni contraseñas, en internet y las redes sociales	3,47	1,051	12,8%	3,9%	6,1%	77,1%
Compartir archivos y contenido a través de internet, respetando los derechos de autor.	2,94	1,179	20,7%	10,1%	23,5%	45,8%
Tener cuidado cuando recibo mensajes de personas que no conozco	3,59	0,891	8,4%	2,2%	11,2%	78,2%

6.1.3 Dimensión: Creador de conocimiento

En la dimensión Creador de Conocimiento (Tabla 42) se evalúa cómo los estudiantes seleccionan herramientas digitales para construir y producir artefactos digitales significativos para su aprendizaje. A continuación, se examina cada ítem en detalle.

Los estudiantes consideran muy capaces de utilizar programas para realizar presentaciones como PowerPoint o Google Slides, entre otros (82.7%) y de emplear diferentes motores de búsqueda para buscar información y seleccionar la información más adecuada (69.3%).

Sin embargo, si revisamos los elementos que conforman esta dimensión se observa que un 41% se siente poco o nada capaz de crear contenido utilizando tecnologías como mapas mentales, podcasts, carteles, códigos QR y cómics. Además, un 31,8% expresa poca o ninguna capacidad para editar imágenes, grabar y montar vídeos, y compartirlos en línea.

Los hallazgos muestran variabilidad dentro de la dimensión creador de conocimiento. Aunque muchos estudiantes se consideran competentes en la utilización de herramientas de presentación y en la realización de búsqueda y selección de información, un porcentaje significativo de estudiantes expresa un menor nivel de confianza en sus habilidades para crear contenido digital en diversos formatos y para editar contenido multimedia.

Tabla 42

Estadísticos descriptivos de la dimensión creador de conocimiento

Ítems	M	SD	Frecuencia (%)			
			Nada capaz	Poco Capaz	Bast. capaz	Muy capaz
Utilizar programas para realizar presentaciones (PowerPoint o Google Slides, entre otros)	3,68	0,783	4,5%	6,1%	6,7%	82,7%
Capaz de crear contenido utilizando la tecnología como, por ejemplo: mapas mentales, podcast, carteles, códigos QR, comics	2,65	1,108	21,8%	19,0%	31,3%	27,9%
Buscar información a través de diferentes motores de búsqueda (ejemplo: Chrome, Explorer, Firefox) y seleccionar la más adecuada para realizar una presentación.	3,55	0,787	3,9%	6,7%	20,1%	69,3%
Editar imágenes, grabar y montar vídeos y compartirlas en línea	2,92	1,119	17,3%	14,5%	26,8%	41,3%

6.1.4 Dimensión: Diseñador innovador

La dimensión Diseñador Innovador (Tabla 43) se refiere a la capacidad de utilizar distintas herramientas digitales para resolver problemas mediante la creación de soluciones nuevas e imaginativas. A continuación, se desglosa el análisis de cada ítem.

El 57,5% de los estudiantes percibe que puede hacer un uso creativo de la tecnología y elaborar trabajos originales, y el 55,3% considera que puede utilizar la tecnología para resolver retos o diseñar un proyecto. Por el contrario, se observan puntuaciones bajas en los ítems relacionados con la creación de

contenidos virtuales en 3D, donde un 33,5% se siente nada capaz, y en el uso de impresoras 3D, robots y diseños en 3D para desarrollar ideas, con más de la mitad de los estudiantes (53,6%) sintiéndose poco o nada capaces.

El análisis revela, aunque los estudiantes perciben una fuerte capacidad en áreas creativas utilizando tecnologías más accesibles, existe una notable deficiencia en habilidades relacionadas con tecnologías más avanzadas, como la creación y el diseño en 3D, la impresión 3D y la robótica.

Tabla 43

Estadísticos descriptivos de la dimensión diseñador innovador

Ítems	M	SD	Frecuencia (%)			
			Nada capaz	Poco capaz	Bast. capaz	Muy capaz
Utilizar la tecnología para resolver un reto o diseñar un proyecto	3,23	1,039	12,8%	6,1%	25,7%	55,3%
Crear contenidos virtuales en 3D utilizando la tecnología (ejemplo: objetos en3D)	2,44	1,190	33,5%	14,0%	27,9%	24,6%
Hacer un uso creativo de la tecnología y elaborar trabajos originales.	3,37	0,848	3,9%	12,3%	26,3%	57,5%
Utilizar una impresora 3D, robots, Diseños 3D, para desarrollar una idea que tengo.	2,35	1,238	38,0%	15,6%	19,6%	26,8%

6.1.5 Dimensión: Pensador computacional

La dimensión Pensador Computacional (Tabla 44) describe cómo los estudiantes desarrollan y emplean estrategias para resolver problemas reales trabajando con datos y procesos. A continuación, se presenta el análisis de cada ítem.

Aunque un 34,6% de los estudiantes se sienten muy capaces de crear y programar videojuegos, la baja media (2,52) y la alta desviación típica (1,260) reflejan una considerable inseguridad y disparidad en las habilidades de programación. Más de la mitad de los estudiantes, un 52% se consideran muy capaces a la hora de dividir un problema en partes para resolverlo, una habilidad

esencial del pensamiento computacional.

La capacidad para diseñar y crear con objetos 3D e incluir diálogos es moderada, ya que un 47% de los estudiantes muestra inseguridad, con un 26,8% sintiéndose nada capaz y un 20,1% sintiéndose poco capaz.

De manera similar, un 41,9% de los estudiantes presenta dudas a la hora de crear una aplicación para repasar contenidos trabajados en clase, con un 26,3% que se siente nada capaz y un 15,6% que se siente poco capaz.

La dimensión de pensador computacional muestra que dividir un problema en partes para resolverlo parece ser una habilidad fuertemente arraigada. Sin embargo, se observa mayor inseguridad en la programación, el desarrollo de aplicaciones, y el diseño y creación en 3D.

Tabla 44

Estadísticos descriptivos de la dimensión pensador computacional

Items	M	SD	Frecuencia (%)			
			Nada capaz	Poco capaz	Bast. capaz	Muy capaz
Crear y programar un videojuego (ej: Scratch)	2,52	1,260	31,8%	19,0%	14,5%	34,6%
Dividir un problema en partes para resolverlo	3,16	1,045	11,7%	12,3%	24,0%	52,0%
Diseñar y crear una escena con objetos 3D incluyendo diálogos entre los personajes.	2,54	1,158	26,8%	20,1%	25,7%	27,4%
Crear una aplicación para repasar contenidos trabajados en clase	2,62	1,186	26,8%	15,6%	26,3%	31,3%

6.1.6 Dimensión: Comunicador creativo

La dimensión de Comunicador Creativo (Tabla 45) evalúa la eficacia y la creatividad con la que los estudiantes se comunican y articulan ideas a través de diferentes plataformas, herramientas, estilos, formatos y medios digitales de manera efectiva. A continuación, se examina cada ítem en detalle.

Aunque los estudiantes utilizan herramientas para colaborar y comunicarse, la competencia se percibe como moderada, ya que un 45,8% se considera nada o poco capaz, frente a un 54,2% que se consideran bastante o muy capaces.

Además, el 64,2% de los estudiantes se consideran muy capaces de utilizar la videoconferencia de manera efectiva para la comunicación y el aprendizaje. Sin embargo, aunque casi la mitad (45,8%) se sienten muy capaces de crear contenidos digitales para presentar ideas o soluciones a problemas, un 30,7% todavía tiene dificultades.

De manera similar, en el ítem relacionado con el uso de aplicaciones para compartir documentos, mientras un 41,3% de los estudiantes maneja bien estas herramientas, un 32% se considera poco o nada capaz.

Los resultados indican que, aunque los estudiantes se consideran competentes en comunicarse a través de videoconferencia, hay otras áreas en las que se muestran inseguros, como la colaboración mediante documentos compartidos, la utilización de aplicaciones para compartir documentos y la creación de contenidos digitales.

Tabla 45
Estadísticos descriptivos de la dimensión comunicador creativo

Ítems	M	SD	Frecuencia (%)			
			Nada capaz	Poco capaz	Bast. capaz	Muy capaz
Colaborar y comunicarme virtualmente usando documentos compartidos, Google Docs, wikis, etc	2,54	1,158	27,4%	18,4%	27,4%	26,8%
Comunicarme y aprender con otros compañeros u clases utilizando la videoconferencia	3,32	1,042	11,2%	9,5%	15,1%	64,2%
Crear contenidos digitales para presentar mis ideas o soluciones a problemas, puedo incluir texto, imágenes, audio y / o video	2,79	1,151	18,4%	12,3%	23,5%	45,8%
Utilizar aplicaciones para compartir documentos en línea con mis compañeros	2,89	1,161	20,7%	11,2%	26,8%	41,3%

6.1.7 Dimensión: Colaborador global

En la dimensión de Colaborador Global (Tabla 46) los estudiantes utilizan herramientas digitales para trabajar en equipo y enriquecer su aprendizaje de manera global. A continuación, se presenta el análisis de cada ítem.

Aunque un 38,5% de los estudiantes se siente muy capaz de comprender los beneficios de comunicarse y colaborar con otros estudiantes para aprender de manera global, un 29,6% se siente poco o nada capaz, lo que sugiere una variabilidad en la comprensión de las ventajas y habilidades necesarias para colaborar de manera efectiva en un entorno multicultural.

Además, la mayoría de los estudiantes se siente competente en el uso de tecnología para compartir contenido en línea y colaborar con otros estudiantes, con un 46,4% que se consideran muy capaces. Sin embargo, una alta desviación típica (1,139) indica una amplia dispersión en la confianza a la hora de utilizar estas herramientas de manera eficaz.

Participar en trabajos en línea cargando contenido, fotos audio o vídeo es el ítem que refleja la mayor competencia percibida, con un 51,4%. La competencia en seguir el trabajo y las reflexiones de los compañeros a través de portfolios es moderadamente alta, con casi la mitad de los estudiantes (48,6%) sintiéndose muy capaces.

Los resultados sugieren que, aunque muchos estudiantes se sienten cómodos utilizando herramientas digitales para comunicarse y colaborar de forma global, un grupo considerable necesita apoyo adicional para alcanzar un nivel de competencia satisfactorio.

Tabla 46

Estadísticos descriptivos de la dimensión colaborador global

Ítems	M	SD	Frecuencia (%)			
			Nada capaz	Poco capaz	Bast. capaz	Muy capaz
Entender los beneficios de comunicarme y colaborar para aprender con estudiantes de otras culturas utilizando las herramientas digitales	2,92	1,096	17,3%	12,3%	31,8%	38,5%
Utilizar la tecnología para compartir contenido de forma online y trabajar con otros estudiantes	2,99	1,139	17,9%	11,2%	24,6%	46,4%

Participar en trabajos en línea cargando contenido, fotos, audio o video.	3,15	1,041	11,2%	14,0%	23,5%	51,4%
Seguir el trabajo y las reflexiones de los compañeros que tienen un portfolio de trabajo	3,02	1,159	19,0%	8,9%	23,5%	48,6%

6.1.8 Diferencias entre los grupos según el sexo

Se llevaron a cabo pruebas de normalidad para evaluar la distribución de los datos segregados por sexo (femenino y masculino). Se utilizaron las pruebas de Kolmogorov-Smirnov y Shapiro-Wilk para este propósito. En la Tabla 47, se presentan los resultados obtenidos.

En el caso de las chicas ambas pruebas (Kolmogorov-Smirnov y Shapiro-Wilk) indican que los datos no siguen una distribución normal, con valores de significación menores a 0.001.

En caso de los chicos la prueba de Kolmogorov-Smirnov sugiere que los datos no se desvían significativamente de una distribución normal (valor de significación $0.190 > 0.05$). Sin embargo, la prueba de Shapiro-Wilk indica que hay una desviación significativa de la normalidad (valor de significación $0.006 < 0.05$), aunque este desvío es menor comparado con las chicas (estadístico de Shapiro-Wilk más cercano a 1).

Dado que los datos para las chicas no siguen una distribución normal, y hay indicaciones mixtas para los chicos, se utilizan pruebas no paramétricas.

Tabla 47*Pruebas paramétricas*

sexo	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Femenino	,141	89	<,001	,905	89	<,001
Masculino	,082	90	,190	,959	90	,006

a. Corrección de significación de Lilliefors

A continuación, la Tabla 48 presenta un análisis comparativo de las diferencias entre los grupos de género en varias dimensiones utilizando la prueba U de Mann-Whitney para examinar si existen diferencias estadísticamente significativas en las medias entre los sexos masculino y femenino.

En la dimensión de Estudiante Empoderado, tanto chicos como chicas muestran niveles similares en la autopercepción en sus capacidades, con medias cercanas entre ambos grupos y un valor p alto (0.769), lo que indica la ausencia de una diferencia significativa. Para la dimensión Ciudadano Digital, las habilidades percibidas por ambos grupos son similares, con un valor p de 0.952. La dimensión Creador de Conocimiento muestra un valor ($p = 0.082$) bajo, aunque sigue siendo no significativa, indicando que chicos y chicas perciben de manera similar su capacidad para seleccionar herramientas digitales adecuadas para construir y producir artefactos digitales significativos para su aprendizaje. En las dimensiones de Diseño Innovador ($p = 0.800$), Pensamiento Computacional ($p = 0.113$), Comunicador Creativo ($p = 0.756$), y Colaborador Global ($p = 0.576$), los resultados muestran también que no hay diferencias significativas en cómo chicos y chicas valoran sus habilidades.

Tabla 48

U de Mann-Whitney de la variable sexo

Dimensión	Sexo Masculino (n = 90)		Sexo Femenino (n = 89)		U	p
	M	SD	M	SD		
Estudiante empoderado	30,5111	6,43069	30,1910	8,04374	3903,5	,769
Ciudadano digital	23,8667	6,99149	24,0112	6,76471	3984,0	,952
Creador de conocimiento	23,4778	5,38668	24,3483	6,38553	3403,0	,082
Diseñador innovador	20,7111	7,65880	21,1011	7,20171	3917,5	,800
Pensador computacional	20,7556	7,02853	18,5281	8,38978	3455,5	,113
Comunicador creativo	21,3778	8,08463	21,8202	7,98943	3897,5	,756
Colaborador global	22,5222	7,41579	21,7079	8,20782	3811,5	,576

CAPÍTULO

MOTIVACIÓN DEL ALUMNADO COMO CREADOR DE CONTENIDOS EN REALIDAD VIRTUAL



7

7.1 Resultados del “Instructional Material Motivational Survey” (IMMS).

En este capítulo se abordan los resultados del OE 2.1. Conocer el grado de motivación que la creación de recursos en realidad virtual despierta en el alumnado. A partir de los datos recogidos en el “*Instructional Material Motivational Survey*” (IMMS) (ver anexo 5), desarrollamos el análisis descriptivo y el análisis factorial con la intención de conocer el grado de motivación que despierta la creación de recursos en RV. Un total de 179 estudiantes de tercer ciclo de educación primaria, matriculados en 5º y 6º cursos, participaron en la cumplimentación del cuestionario que se les facilitó al terminar. El análisis estadístico se realizó utilizando el paquete SPSS versión 28.0.

La Tabla 49 refleja las medias y desviaciones estándar de las dimensiones de Atención, Relevancia, Confianza y Satisfacción, evaluadas a través del IMMS, con un análisis separado por género. En términos generales, las medias son elevadas en todas las dimensiones, presentando mejores resultados en las dimensiones de Relevancia y Satisfacción. En la dimensión de Confianza, la media de los chicos (3.9494) es ligeramente superior a la de las chicas (3.9089). Por otro lado, en la dimensión de Atención, las chicas presentan una media ligeramente mayor (3.9316) en comparación con los chicos (3.8620). Al ser las desviaciones típicas bajas los datos muestran homogeneidad y la media es más representativa.

Tabla 49

Medias y desviaciones típicas del IMMS por dimensiones y género

Dimensión	Total		Sexo Masculino (n= 90)		Sexo Femenino (n= 89)	
	M	SD	M	SD	M	SD
Atención	3,8966	,66163	3,8620	,64889	3,9316	,67614
Relevancia	4,0497	,57423	4,0346	,59069	4,0649	,56003
Confianza	3,9292	,69136	3,9494	,74567	3,9089	,63532
Satisfacción	4,4888	,54268	4,4667	,57475	4,5112	,51049

Para determinar si había diferencia en relación con el género se realizó la prueba Mann-Whitney. En la Tabla 50 se presentan los valores de p obtenidos para cada una de las dimensiones analizadas. Los resultados muestran valores p superiores a 0,05, lo que sugiere que no existen diferencias significativas entre chicos y chicas en las dimensiones de atención, relevancia, confianza y satisfacción, y se puede aceptar la hipótesis nula H_0 , el género de los estudiantes no influye en la motivación alcanzada en el IMMS y sus diferentes dimensiones.

Tabla 50

U de Mann-Whitney para analizar la diferencia con relación al género

Dimensión	Sexo	N	Rango promedio	Suma de rangos	U de Mann-Whitney	P
Atención	Hombre	90	87,32	7858,50	3763,500	,485
	Mujer	89	92,71	8251,50		
Relevancia	Hombre	90	87,73	7895,50	3800,500	,554
	Mujer	89	92,30	8214,50		
Confianza	Hombre	90	93,13	8382,00	3723,000	,415
	Mujer	89	86,83	7728,00		
Satisfacción	Hombre	90	89,29	8036,50	3941,500	,852
	Mujer	89	90,71	8073,50		

A continuación, se analizan cada una de las dimensiones del IMMS y se presentan las medias y desviaciones típicas desglosadas para cada uno de los ítems por dimensiones y su diferencia en relación con el género.

7.2.1 Dimensión Atención

En relación con la dimensión Atención (Tabla 51) que contempla estrategias para captar, mantener la atención, y estimular el interés del alumnado, los resultados son relativamente altos y muy similares entre sí en la mayoría de los ítems. El alumnado valora positivamente cómo la RV ayuda a mantener su atención, y queda reflejado en el interés de los contenidos presentados en RV (ítem A01), y en la forma de organizar la información y la variedad la misma (ítems A06 y A10). Las variaciones en las respuestas fueron mínimas, lo que indica que los estudiantes comparten una percepción similar sobre estos aspectos del material educativo. Además, la tecnología de RV captó la atención, especialmente entre las chicas que mostraron una media ligeramente superior

(ítem A02). Aunque se observaron diferencias ligeramente mayores en ítems que evaluaban la respuesta emocional ante el material, como el estímulo de la curiosidad (ítem A07) y la sorpresa ante contenidos inesperados (ítem A09), estas diferencias no fueron estadísticamente significativas.

En conclusión, el análisis de la dimensión Atención en el contexto educativo de la RV destaca no solo la efectividad general de esta tecnología para captar y mantener la atención de los estudiantes, sino también la consistencia de esta efectividad entre géneros. Los hallazgos indican que, aunque se observaron algunas variaciones en las medias y desviaciones típicas entre géneros, los resultados de la prueba U de Mann-Whitney mostraron que estas diferencias no son estadísticamente significativas (con valores p superiores a 0.05). Esto sugiere que la capacidad de la RV para mantener la atención de los estudiantes no varía en función del género.

Tabla 51

Medias y desviaciones típicas por ítem y relación con el género. Dimensión Atención

Ítems por Dimensión	Total		Sexo Masculino		Sexo Femenino		U	p
	Media	SD	Media	SD	Media	SD		
Ítems dimensión Atención								
A01. Había algo interesante al comienzo de esta lección con RV llamó la atención	4,40	,723	4,40	,667	4,40	,779	3846.0	.607
A02. La tecnología de RV me llama la atención	4,51	,752	4,46	,850	4,56	,639	3854.5	.613
A03. La calidad del material me ayudó a mantener la atención	4,08	,911	4,10	,875	4,07	,951	8006.0	.990
A04. El material era tan abstracto que era difícil mantener mi atención en él	3,41	1,164	3,37	1,203	3,45	1,128	8008.0	.778
A05. Las imágenes, vídeos y textos de esta lección son poco atractivos	3,54	1,273	3,44	1,264	3,63	1,283	3655.0	.298
A06. La forma de organizar la información usando esta tecnología me ayudó a mantener la atención	4,01	,930	4,01	,966	4,01	,898	3924.0	.799
A07. Esta lección tiene cosas que estimularon mi curiosidad	4,11	,929	4,09	,956	4,13	,907	3924.5	.802
A08. La repetición de algunas actividades me aburre	3,64	,922	3,53	,939	3,74	,899	3523.5	.143
A09. He aprendido cosas de la RV que fueron nuevas y sorprendentes	4,09	,898	4,07	1,003	4,12	,781	3950.0	.864
A10. La variedad de actividades me ayudó a mantener mi atención en la lección	3,91	,863	3,91	,830	3,91	,900	3931.5	.802
A11. El material es aburrido	3,30	1,053	3,27	1,015	3,33	1,095	3850.0	.639
A12. Hay tanto contenido que es irritante	3,76	1,187	3,70	1,156	3,82	1,221	3697.0	.355

7.2.2 Dimensión Relevancia

En la dimensión Relevancia (Tabla 52) se abordan estrategias que buscan que la experiencia sea significativa para el alumnado, desde su claridad hasta como perciben la relación del contenido educativo con sus conocimientos previos y su relevancia en el aprendizaje continuo.

Los resultados mostraron que ambos géneros perciben un alto grado de relevancia en el contenido presentado a través de RV, con medias generales altas en todos los ítems evaluados. Por ejemplo, se observaron valores positivos en preguntas relacionadas con el desarrollo de la experiencia (ítem R03) y la utilidad de los aprendizajes (ítem R09), con medias que superaron 4.4 en ambos géneros, lo que refleja una fuerte percepción de la importancia y utilidad del contenido de la lección.

Tabla 52

Medias y desviaciones típicas por ítem y relación con el género. Dimensión Relevancia

Ítems por Dimensión	Total		Sexo Masculino		Sexo Femenino		U	p
	Media	SD	Media	SD	Media	SD		
R01. Para mí está claro como el contenido de este material está relacionado con cosas que ya sabía	4,32	,722	4.30	.741	4.34	.706	3918.5	.783
R02. Había imágenes, vídeos y textos que me mostraron cómo este material podría ser importante para algunas personas	3,91	,956	3.94	1.010	3.88	.902	3768.0	.468
R03. Completar esta lección con éxito era importante para mí	4,42	,799	4.42	.848	4.43	.752	3877.0	.676
R04. El contenido de este material es relevante para mis intereses	3,96	,938	3.93	.969	3.99	.911	3901.5	.735
R05. Hay explicaciones o ejemplos de cómo la gente usa el conocimiento de esta lección	4,06	,900	4.10	.925	4.02	.879	3728.0	.387
R06. El contenido y las actividades con RV transmiten la impresión de que vale la pena conocer los contenidos de la lección	4,07	,800	4.03	.814	4.11	.790	3813.5	.551
R07. Esta lección no fue relevante para mis necesidades porque ya sabía la mayoría de las cosas	3,48	,932	3.46	.950	3.51	.919	3870.5	.683
R08. Podría relacionar el contenido de esta lección con las cosas que he visto, hecho o pensado anteriormente	3,57	,718	3.49	.723	3.65	.709	3539.0	.141
R09. El contenido de esta lección será útil para mí	4,65	,575	4.63	.570	4.66	.583	3862.0	.607

A pesar de algunas diferencias menores en las medias entre géneros, específicamente en la pregunta que evalúa cómo las explicaciones o ejemplos presentados durante la lección facilitan la comprensión de su utilidad (ítem R05) y en la pregunta referida sobre si el contenido y las actividades con RV transmiten la impresión de que vale la pena conocerlos (ítem R06). Los resultados de la prueba U de Mann-Whitney mostraron que estas diferencias no son estadísticamente significativas ($p=0.387$ y $p=0.551$ para los ítems R05 y R06 respectivamente). De hecho, en todos los ítems analizados en la dimensión Relevancia, los valores p superan el umbral de 0.05. La falta de diferencias estadísticamente significativas entre géneros sugiere que la RV es percibida como igualmente relevante y valiosa por estudiantes de sexo masculino y femenino.

En conclusión, el análisis de la dimensión Relevancia revela que, en general, el alumnado percibió que los contenidos presentados a través de la RV estaban estrechamente vinculados a sus conocimientos previos y que eran aplicables a su aprendizaje futuro.

7.2.3 Dimensión Confianza

Los resultados en la dimensión Confianza (Tabla 53) siguen las tendencias observadas anteriormente, en esta dimensión se investiga sobre cómo el alumnado percibe su capacidad para consolidar el conocimiento adquirido y se centró en varios aspectos de la confianza, desde la impresión inicial sobre la facilidad del material presentado en RV, hasta la seguridad en el conocimiento adquirido después de la lección.

Los hallazgos indican que existe poca diferencia entre las valoraciones del grupo de chicos y chicas. Ambos grupos valoraron de manera positiva la claridad de la información que se proporcionó después de la introducción (ítems C03), lo que sugiere que facilitaría una comprensión clara del material presentado.

En relación con el ítem C05 que hace referencia a la confianza en el aprendizaje adquirido, las medias obtenidas fueron altas por ambos géneros, con las chicas mostrando una media de 4.47 y los chicos una media de 4.53, lo que indica un alto nivel de confianza en ambos casos. La desviación típica fue

relativamente baja para ambos grupos, (.837 para los chicos y .851 para las chicas), lo que indica una consistencia en la percepción de confianza entre los estudiantes. Por su parte, la prueba U de Mann-Whitney arrojó para este ítem C05, un valor de $p=0.384$, lo que sugiere que no existen diferencias significativas estadísticamente entre géneros en este aspecto.

En las preguntas que abordan como el alumnado enfrenta las dificultades de las actividades propuestas (ítem C06), las medias indican que las chicas encontraron las actividades menos difíciles (3.06) en comparación con los chicos (3.37). Aunque esta diferencia sugiere que las chicas podrían estar enfrentando las actividades de RV con mayor facilidad que los chicos, la desviación típica fue más alta para los chicos (1.366) que para las chicas (1.222), lo que indica una mayor variabilidad en la percepción de dificultad entre los chicos y una respuesta más uniforme entre las chicas.

Sin embargo, la prueba U de Mann-Whitney para el ítem C06, mostró un valor de $p=0.171$, lo cual no es suficiente para declarar una diferencia estadísticamente significativa entre géneros. Esto puede sugerir que, aunque individualmente algunos estudiantes puedan encontrar las actividades más desafiantes, en términos generales, la tecnología de la RV no parece generar una disparidad significativa en la percepción de dificultad basada en género.

En cuanto a la seguridad en el conocimiento adquirido (ítem C07), las chicas manifestaron sentirse ligeramente más seguras (4.19) en comparación con los chicos (4.13). Sin embargo, los resultados de la prueba U de Mann-Whitney revelaron que estas diferencias no son estadísticamente significativas ($p=0.963$), lo que indica que ambos géneros se sienten igualmente competentes en su aprendizaje a través de la RV.

Otro aspecto relevante evaluado fue la organización de la lección y su efecto en el aprendizaje (ítem C09), donde nuevamente, las medias mostraron valores elevados para ambos géneros. Aunque las chicas valoraron ligeramente más positivamente la organización (4.35) en comparación con los chicos (4.30), la prueba U de Mann-Whitney confirmó que no existen diferencias significativas entre géneros ($p=0.527$), reforzando la idea de que la RV proporciona una estructura adecuada para el aprendizaje de todo el alumnado.

Tabla 53*Medias y desviaciones típicas por ítem y relación con el género. Dimensión Confianza*

Ítems por Dimensión	Total		Sexo Masculino		Sexo Femenino		U	p
	Media	SD	Media	SD	Media	SD		
C01. Cuando empecé la lección tuve la impresión de que sería fácil para mí	4,42	,748	4,37	,814	4,47	,676	3794.0	.493
C02. Este material me resulta más difícil de entender de lo que me hubiera gustado	3,66	1,054	3,50	1,211	3,83	,843	3478.0	.112
C03. Después de una introducción, tenía claro lo que iba a aprender de esta lección	4,27	,865	4,27	,934	4,27	,794	3870.0	.665
C04. La información que estaba explorando era tan amplia que me resultaba difícil recordar los puntos importantes	3,42	1,170	3,52	1,104	3,31	1,230	3567.0	.177
C05. Mientras trabajaba en esta lección, estaba seguro de que podía aprender el contenido	4,50	,837	4,53	,851	4,47	,827	3751.5	.384
C06. Las actividades de esta lección eran muy difíciles	3,21	1,366	3,37	1,222	3,06	1,488	3546.0	.171
C07. Después de trabajar esta lección me siento seguro de que sería capaz de aprobar un examen sobre el tema	4,16	,815	4,13	,889	4,19	,737	3990.5	.963
C08. En realidad, no pude entender nada en esta lección	3,39	1,334	3,56	1,228	3,22	1,420	3486.5	.117
C09. La buena organización de la lección con RV me ayudó a estar seguro de que iba a aprender el contenido	4,32	,859	4,30	,854	4,35	,867	3807.5	.527

A pesar de algunas diferencias menores en las medias entre géneros en algunos ítems, como el hecho de que las chicas encontraron más difícil entender el material que los chicos (ítem C02), los valores p en la prueba U de Mann-Whitney son consistentemente superiores a 0.05, lo que sugiere que estas diferencias no son estadísticamente significativas.

Los resultados sugieren que la RV es percibida como una herramienta eficaz y accesible, capaz de apoyar positivamente la experiencia educativa al fomentar la confianza del alumnado en su capacidad para aprender y aplicar nuevos conocimientos.

7.2.4 Dimensión Satisfacción

Finalmente, la dimensión Satisfacción (Tabla 54) analiza la experiencia educativa con RV, evaluando cómo el alumnado percibe su interacción con esta tecnología en términos de disfrute y el sentido de logro obtenido al trabajar con

RV. Es en esta dimensión donde se observan las medias más elevadas, tanto en el total como por género. Este patrón se mantuvo consistente en todos los ítems, con medias siempre superiores a 4.2, lo que indica un alto grado de satisfacción general.

Por ejemplo, al evaluar la satisfacción de logro al completar los ejercicios (ítem S01), las medias fueron altas tanto para chicos (4.33) como para chicas (4.40), con una baja variabilidad en las respuestas.

En relación a cómo la lección impacta en el deseo de los estudiantes de aprender más sobre el tema tratado (ítem S02), este ítem es fundamental para comprender no solo la satisfacción inmediata con la experiencia de aprendizaje, sino también el efecto motivacional a largo plazo de la RV en el interés académico de los estudiantes.

Los resultados mostraron que tanto los chicos como las chicas expresaron un alto grado de interés en profundizar en el tema después de la lección, con medias de 4.52 para hombres y 4.55 para mujeres. Estos valores indican una respuesta muy positiva, sugiriendo que la lección en RV fue capaz de motivar a los estudiantes y estimular su curiosidad. La desviación típica en ambos grupos fue relativamente baja (.640 en chicos y .603 en chicas), lo que indica una consistencia en la percepción de este estímulo entre el alumnado.

Además, la prueba U de Mann-Whitney arrojó un valor de $p= 0.842$, lo cual confirma que no existen diferencias estadísticamente significativas entre géneros en cuanto a este aumento del interés por aprender más sobre el tema.

Por otro lado, el ítem S03, que evalúa el disfrute de estudiar la lección con RV, y el ítem S06, que mide el placer de trabajar en una lección diseñada con esta tecnología, reflejan cómo la RV no solo sirve como una herramienta para impartir conocimiento, sino también como un medio para aumentar la motivación y el disfrute en el proceso de aprendizaje. Ambos ítems mostraron altas valoraciones de satisfacción (4.58 en chicos y 4.55 en chicas para S03, y 4.48 en chicos y 4.56 en chicas para S06), lo que reafirma la capacidad de la RV para crear experiencias educativas inmersivas y atractivas.

Tabla 54*Medias y desviaciones típicas por ítem y relación con el género. Dimensión Satisfacción*

Ítems por Dimensión	Total		Sexo Masculino		Sexo Femenino		U	p
	Media	SD	Media	SD	Media	SD		
S01. Completar los ejercicios de esta lección me dio una sensación satisfactoria de haberlo logrado	4,37	,733	4,33	,779	4,40	,686	3854.5	.627
S02. He disfrutado tanto de esta lección que gustaría saber más sobre el tema	4,54	,620	4,52	,640	4,55	,603	3945.5	.842
S03. Me gustó mucho estudiar esta lección con RV	4,56	,618	4,58	,653	4,55	,584	3804.0	.495
S04. Después de completar las actividades de esta lección me sentí recompensado por mi esfuerzo	4,21	,644	4,20	,674	4,22	,617	3955.0	.872
S05. Me sentía bien para completar con éxito esta lección	4,73	,504	4,69	,533	4,78	,471	3700.5	.237
S06. Ha sido un placer trabajar en esta lección tan bien diseñada con RV	4,52	,603	4,48	,640	4,56	,563	3779.0	.454

La sensación de recompensa personal (ítem S04), obtuvo valores de 4.20 para chicos y 4.22 para chicas, lo que demuestra una percepción casi uniforme de satisfacción entre el alumnado. Esta respuesta homogénea se refleja también en los valores p de la prueba U de Mann-Whitney, que no mostraron diferencias significativas entre géneros ($p=0.872$), subrayando la capacidad de la RV para proporcionar una experiencia equitativa y gratificante.

De manera similar, los resultados para el ítem S05, que indaga la sensación de bienestar al completar con éxito la lección, mostró las medias más altas, especialmente en chicas (4.78) en comparación con los chicos (4.69). A pesar de esta diferencia numérica, el análisis estadístico confirmó que estas variaciones no son significativas ($p=0.237$), lo que sugiere que ambos géneros disfrutaron de beneficios emocionales comparables al usar la RV en contextos educativos.

Finalmente, se evaluó el placer de trabajar en las lecciones diseñadas con RV (ítem S06). Las chicas manifestaron disfrutar ligeramente más de la experiencia con una media de 4.56 y en comparación con los chicos de 4.48. Sin embargo, las diferencias no fueron estadísticamente significativas ($p=0.454$), lo que indica que la RV es capaz de ofrecer una experiencia agradable y estimulante para todos los estudiantes, independientemente de su género.

CAPÍTULO

PERCEPCIÓN DEL PROFESORADO TRAS LA PROPUESTA DIDÁCTICA EN REALIDAD VIRTUAL

8

8.1 Resultados sobre la percepción del profesorado acerca de las posibilidades didácticas de la RV en el aula de primaria tras la experiencia

En este apartado se aborda el OE 2.2, de la investigación que tiene como objetivo: analizar la percepción del profesorado sobre las posibilidades didácticas de la RV en el aula de primaria tras la experiencia, para ello se realiza un análisis a partir de la entrevista realizada cuya información se codifica en NVivo 12.

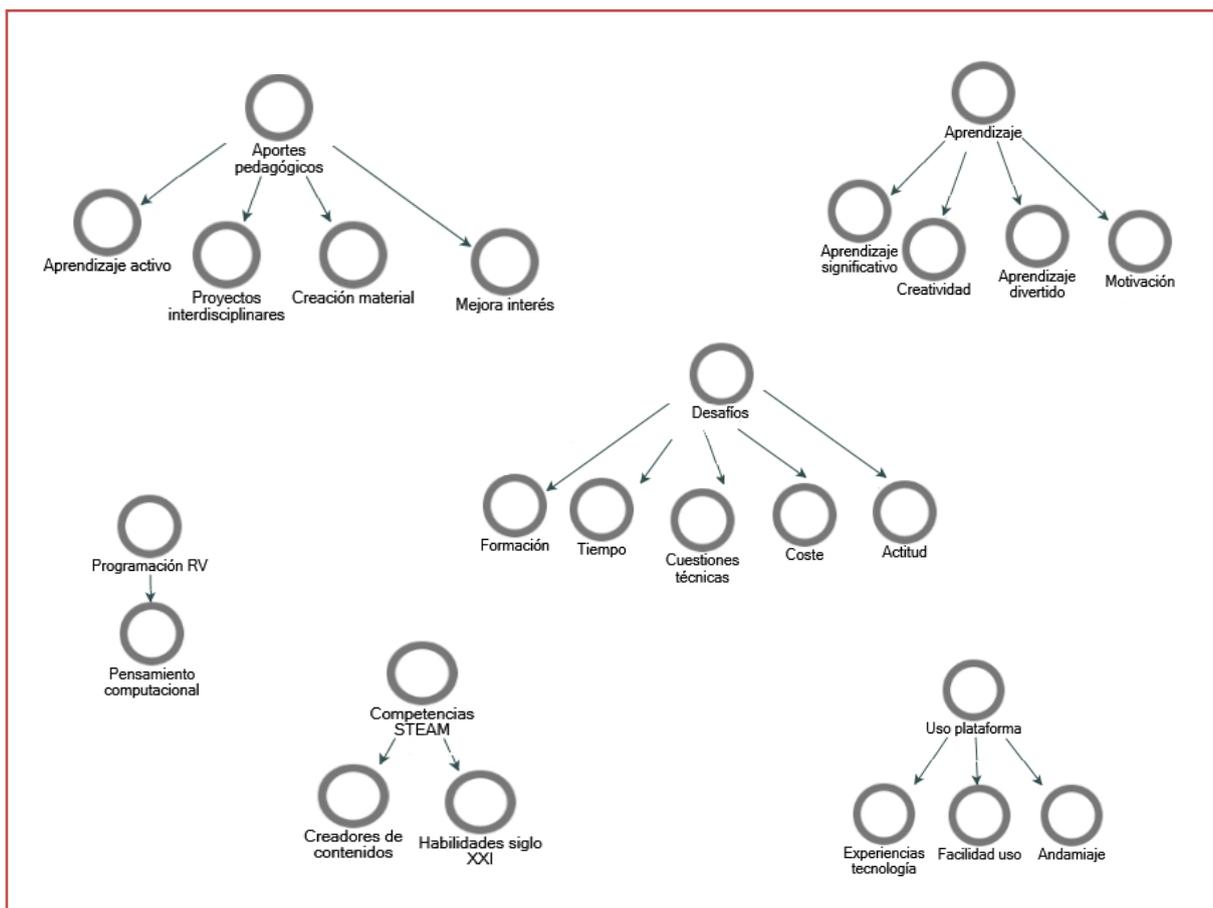
La fase inicial de acercamiento al objeto de estudio nos permitió deducir seis categorías principales. Estas categorías incluyen los aportes pedagógicos, las oportunidades que ofrece la programación en RV, los desafíos asociados a su integración en la educación, el potencial del entorno para motivar el aprendizaje de los estudiantes, la facilidad de uso de la plataforma y, finalmente, la capacidad del entorno de RV para contribuir al desarrollo de competencias STEAM en el alumnado de primaria. Estas categorías se detallan en la Figura 35.

Figura 35
Mapa conceptual para la aproximación al objeto de estudio



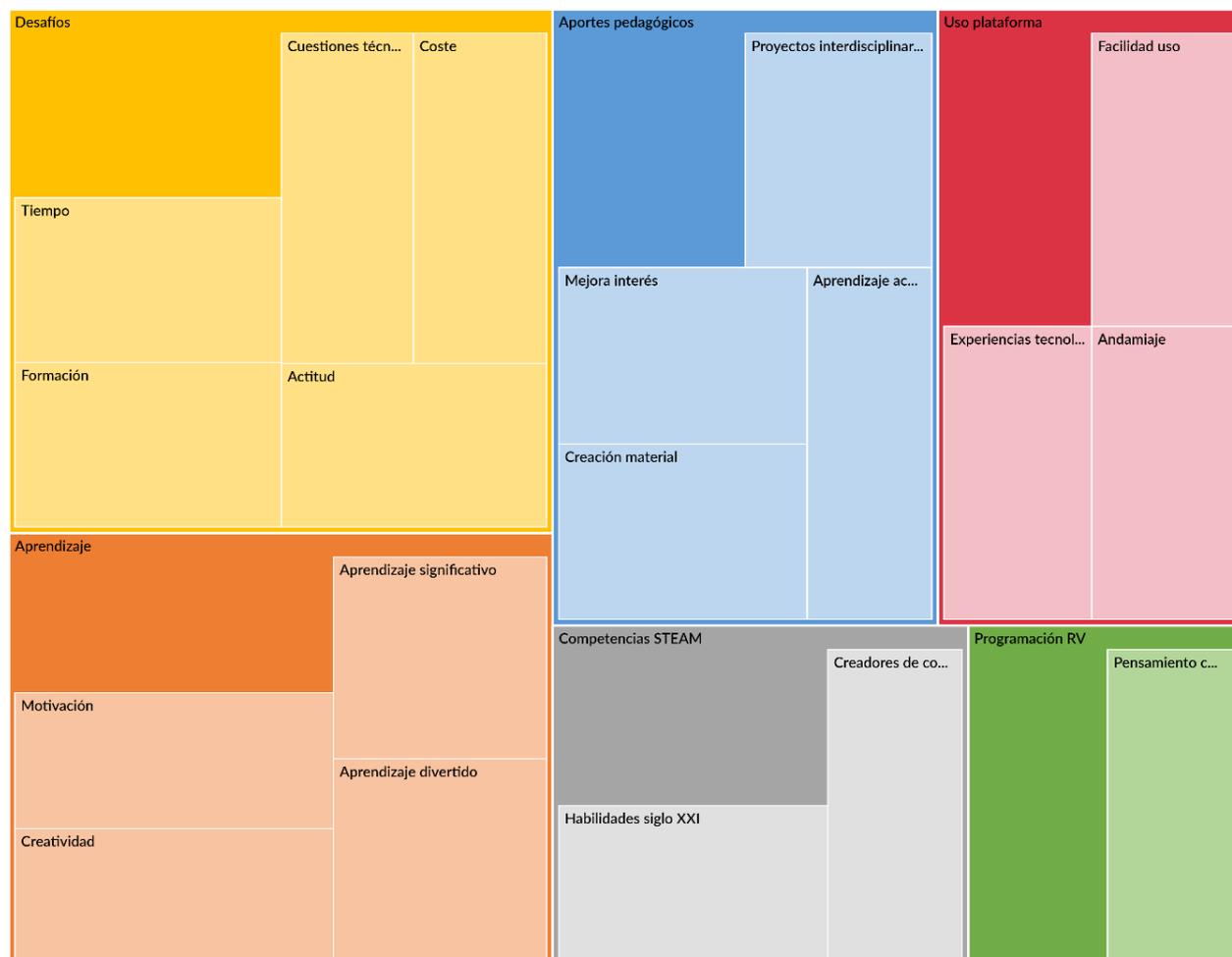
A partir de las seis categorías de análisis (nodos) se ha llevado a cabo la fase de producción de la información desde la creación de las sub-categorías (subnodos) que emergen de la información aportada en las entrevistas por los docentes participantes dando lugar a la codificación axial representada gráficamente en la Figura 36.

Figura 36
Codificación axial de las dimensiones de estudio



El peso porcentual que tiene cada una de las subcategorías sobre el total de la codificación realizada en la información obtenida en las entrevistas se representa en la siguiente Figura 37.

Figura 37
 Mapa jerárquico con el conjunto de las categorías y subcategorías de análisis



A continuación, se detallan cada una de las categorías de análisis resultantes.

8.3.1 Aportes pedagógicos

La Tabla 55 recoge las aportaciones identificadas por los docentes tras su experiencia en el aula.

Un aspecto destacado es la mejora del interés de los estudiantes hacia el aprendizaje, ya que la RV ha incrementado la curiosidad y el compromiso de los alumnos, quienes se muestran más involucrados en las actividades y participan activamente sin sentirse agobiados. Este interés ha contribuido a que las clases se perciban como más amenas y dinámicas.

Otro aspecto valorado es la creación de material educativo, ya que la RV facilita el desarrollo y uso de contenidos interactivos, lo que enriquece el proceso de enseñanza y aprendizaje al fomentar la creatividad y el aprendizaje autónomo.

Además, la integración de proyectos interdisciplinarios ha permitido que los estudiantes apliquen conocimientos de diferentes materias en un contexto práctico y lúdico, lo que promueve una mayor comprensión y aplicación del conocimiento. Este enfoque interdisciplinario es clave para conectar diferentes áreas del currículo de manera cohesiva.

Finalmente, los docentes han observado que la RV fomenta un aprendizaje activo y colaborativo, ya que los estudiantes participan de manera proactiva en su propio proceso de aprendizaje, lo que fortalece su compromiso y motivación.

Asimismo, la capacidad de manipular y explorar en entornos 3D enriquece la comprensión y retención del conocimiento, proporcionando una experiencia educativa más profunda y efectiva.

Tabla 55

Aportaciones de los docentes en la categoría "Aportes pedagógicos" y las subcategorías que incluye

Aportes Pedagógicos	Información destacada/Participante
Mejora del interés	"Se han divertido en todo lo que hacían, mostraban interés, curiosidad, no se sentían agobiados, bueno, por el tiempo sí, querían terminarlo todo y que su proyecto tuviera todo aquello que querían" (D03 / Entrevista). "Se levantaban y le daban al compañero las indicaciones para seguir, estaban muy interesados en las clases, ellos lo decían siempre, se les hacían muy cortitas" (D01 / Entrevista).
Creación de material	"Se puede utilizar para crear materiales didácticos por el docente, que puedan interactuar con ellos y sobre todo que ellos también creen como lo han hecho ahora, estaban muy motivados y participativos" (D02 / Entrevista). "No solo consuman contenidos, sino que también los creen y que les pueda servir a sus compañeros de otros cursos" (D02 / Entrevista).
Proyectos interdisciplinarios	"En los proyectos que han realizado se han involucrado varias asignaturas, esto lo hace especialmente interesante, se pueden hacer proyectos integrados de una forma lúdica y que los niños aprendan los contenidos que se están dando en dichas áreas" (D03 / Entrevista). "Para mí lo importante es que han podido unir los conocimientos que tienen sobre varias materias y trasladarlo a la realidad virtual" (D02 /

Aportes Pedagógicos	Información destacada/Participante
	Entrevista).
Aprendizaje activo	"Han participado activamente en su aprendizaje, y eso pienso que ayudó en su compromiso, en su motivación, en ese interés por aprender" (D01 / Entrevista). "Es un proceso de creación muy enriquecedor, en el que aprenden haciendo, se promueve ese aprendizaje activo" (D02 / Entrevista). "Aprendían de manera colaborativa, de la retroalimentación de sus compañeros, cuando creaban y les compartían sus dudas, cuando les enseñaban sus proyectos al finalizar, y les preguntaban cómo los habían hecho, qué bloques habían utilizado" (D03 / Entrevista).

El siguiente mapa jerárquico permite observar de forma gráfica y rápida el peso porcentual de cada elemento dentro de la categoría "Aportes pedagógicos". Se destacan el aprendizaje activo y la creación de material educativo, así como la mejora del interés y los proyectos interdisciplinarios, al comprobar los docentes que favorecen una mayor comprensión y aplicación del conocimiento. Esto se observa gráficamente en la Figura 38.

Figura 38

Mapa jerárquico de resultados de la categoría "Aportes pedagógicos" y las subcategorías que incluye



8.3.2 Aprendizaje

En la Tabla 56 se presentan los beneficios que los docentes han identificado tras integrar la RV en el aula. Los docentes han observado cómo, al diseñar y experimentar con la RV, los alumnos aplican sus conocimientos de manera innovadora y enfrentan los desafíos de forma creativa.

Además, los docentes destacan que la RV favorece un aprendizaje más profundo y significativo. A través de la interacción con objetos en 3D y la creación en entornos virtuales, los estudiantes han experimentado un proceso educativo que trasciende la teoría, convirtiéndose en una experiencia práctica y enriquecedora que refuerza la comprensión de los contenidos.

Otro beneficio observado es el aumento significativo en la motivación de los estudiantes. La naturaleza interactiva y atractiva de las actividades en RV ha mantenido a los alumnos comprometidos y activos, fomentando una mayor participación en su propio aprendizaje.

Por último, los docentes destacan como la RV ha logrado convertir el aprendizaje en una experiencia más lúdica y atractiva, ha incrementado la motivación de los estudiantes, quienes disfrutaban del proceso educativo y muestran un entusiasmo por continuar explorando este tipo de experiencias.

Tabla 56

Aportaciones de los docentes en la categoría “Aprendizaje” y las subcategorías que incluye

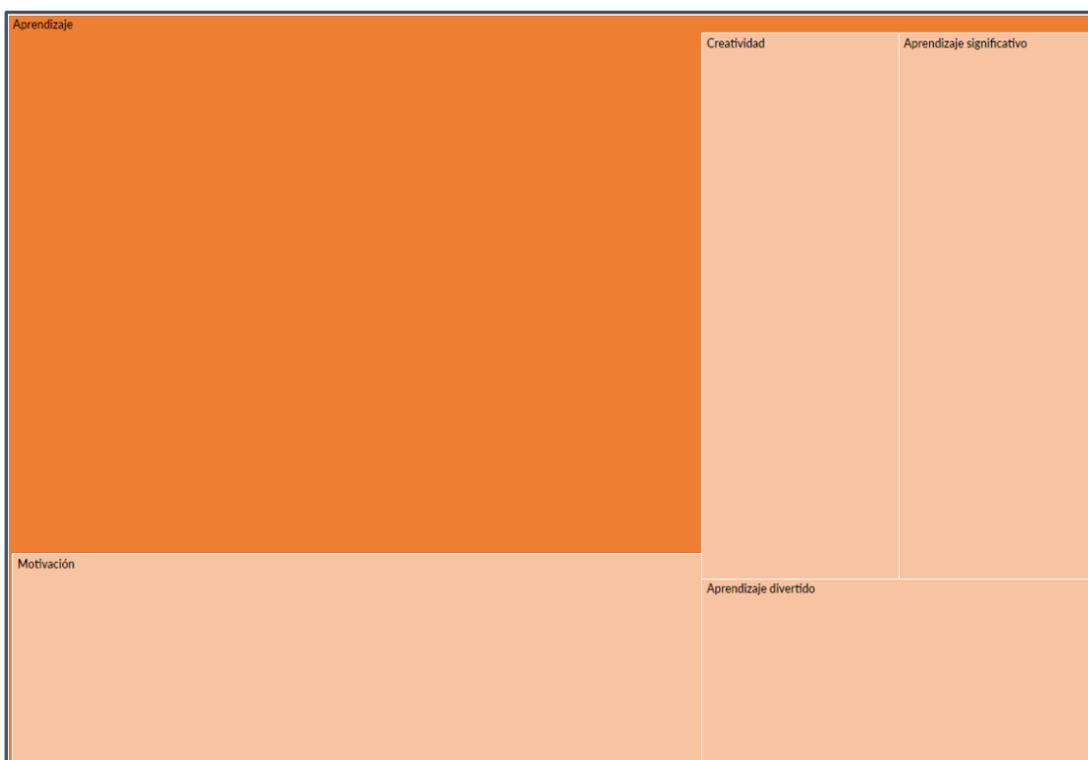
Aprendizaje	Información destacada/Participante
Creatividad	“La creatividad me parece importante destacarla, como cada uno ha diseñado, por ejemplo, ese ecosistema, de diferentes maneras, personajes, diálogos, ellos siempre sorprenden, pero ahora lo hicieron aún más” (D01 / Entrevista). “Aplican los conocimientos de cada una de las materias para encontrar soluciones de manera creativa” (D03 / Entrevista).
Aprendizaje significativo	“Otro aspecto que me ha parecido interesante es como aprenden a manipular objetos en 3D, el que creen e interactúen con ellos hace que el aprendizaje sea significativo” (D02 / Entrevista). “Trasladarlo a la realidad virtual es un proceso de creación muy enriquecedor, en el que aprenden haciendo, se promueve ese aprendizaje activo” (D02 / Entrevista).
Motivación	“Lo importante es que han participado activamente en su aprendizaje, y eso pienso que ayudó en su compromiso, en su motivación, en ese interés

Aprendizaje	Información destacada/Participante
	por aprender” (D01 / Entrevista). “Estaban totalmente involucrados en la actividad, aprendiendo unos de los otros y todo ese proceso les mantiene motivados, participativos” (D02 / Entrevista).
Aprendizaje divertido	“Hace que el aprendizaje sea más divertido para ellos, son más creativos también y eso aumenta su motivación” (D03 / Entrevista). “Todo el mundo quería terminarla y quería hacerlo bien” (D01 / Entrevista). “Cada alumno con sus peculiaridades o su ritmo de aprendizaje puede ir aprendiendo en relación con ello, y al ser también una plataforma en la que se utiliza internet y en la que se utiliza el ordenador a los niños les gusta más aprender con esta herramienta virtual” (D03 / Entrevista). “Cuando les preguntábamos lo decían, que habían estado muy a gusto, que le había gustado mucho y estaban muy motivados, que les había parecido poco tiempo, que querían más y que habían aprendido” (D03 / Entrevista).

Dentro del aprendizaje, se destaca la importancia de la motivación, la creatividad y el aprendizaje significativo, así como un aprendizaje divertido, al destacar los docentes como la RV transforma el aprendizaje en una experiencia más lúdica y atractiva.

La distribución total de la categoría “Aprendizaje” se puede observar según su peso porcentual en la siguiente Figura 39.

Figura 39
Mapa jerárquico de resultados de la categoría “Aprendizaje” y las subcategorías que incluye



8.3.3 Categoría: Competencias STEAM

En la Tabla 57 se reflejan dos aspectos fundamentales que los docentes han destacado. En primer lugar, la RV la identifican como un recurso valioso para la educación STEAM, particularmente en la adquisición de habilidades esenciales para el siglo XXI, como la colaboración, la comunicación, el pensamiento computacional y la creatividad. Este entorno fomenta un aprendizaje activo, donde los estudiantes participan de manera significativa en su propio proceso educativo, desarrollando competencias cruciales para su futuro académico y profesional.

En segundo lugar, los docentes resaltan la capacidad de la RV para transformar a los estudiantes en creadores de contenido. En lugar de ser meros consumidores de información, los alumnos pueden producir sus propios contenidos dentro del entorno virtual. Este enfoque fortalece las habilidades espaciales y permite a los estudiantes manipular y entender conceptos abstractos de manera práctica, resultando en un aprendizaje más profundo y significativo al interactuar con objetos en 3D, modificarlos y explorar sus propiedades.

Tabla 57

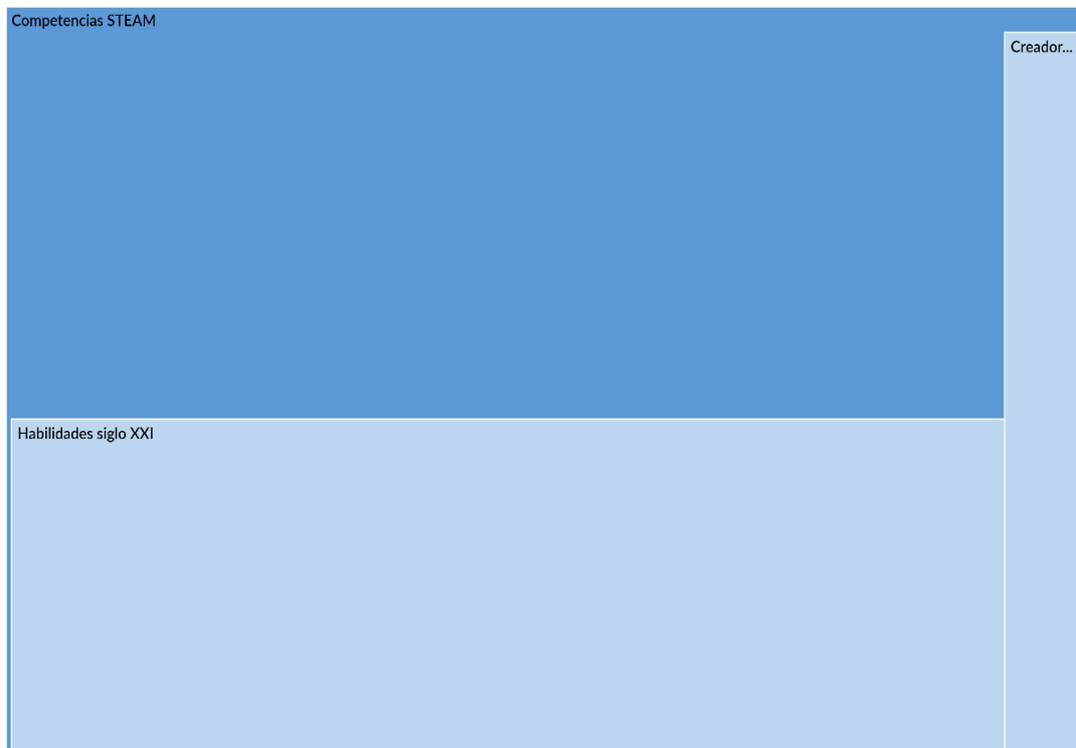
Aportaciones de los docentes en la categoría “Competencias STEAM” y las subcategorías que incluye

Competencias STEAM	Información destacada/Participante
Habilidades del siglo XXI	"Es un recurso que podemos utilizar en la educación STEAM y en la adquisición de las habilidades del siglo XXI, la colaboración, la comunicación, el pensamiento computacional, o la creatividad" (D01 / Entrevista).
Creadores de Contenidos	"El enfoque de creación y de producir ellos mismos contenidos está dentro de la educación STEAM" (D02 / Entrevista). "Puede ser una manera de acercarlos contenidos que para ellos son abstractos y que no pueden entender, pueden interactuar con ellos, manipularlos, desarrollar esas habilidades espaciales" (D02 / Entrevista). "¡Sí!, viste cómo giraban el objeto, lo movían, lo hacían más grande, más pequeño, lo cambiaban de color... ¡como si lo hubieran hecho siempre!... eso es muy bueno para que desarrollen las habilidades espaciales" (D01 / Entrevista).

La distribución total de la categoría “Competencias STEAM” se puede observar según su peso porcentual en la siguiente Figura 40.

Figura 40

Mapa jerárquico de resultados de la categoría “Competencias STEAM” y las subcategorías que incluye



8.3.4 Desafíos

Los docentes han señalado varios desafíos que deben superarse para lograr una integración efectiva de la realidad virtual (RV) en el aula de primaria, como se muestra en la Tabla 58.

Uno de los principales obstáculos es la falta de formación docente, dado que muchos educadores reconocen no tener las competencias necesarias para emplear esta tecnología ni saben cómo incorporarla de manera eficaz en sus clases.

Existe una necesidad urgente de capacitación tanto en las características técnicas de las plataformas de RV como en su aplicación pedagógica en el aula. Además, los docentes enfatizan la importancia de aprender de las experiencias de colegas que ya han implementado esta tecnología, proponiendo la creación de un banco de recursos con situaciones listas para usar, lo que sería

especialmente útil considerando el limitado tiempo disponible.

El tiempo, precisamente, es otro reto crucial. Implementar la RV en el aula requiere una inversión significativa de tiempo, no solo para dominar el uso de la plataforma, sino también para integrarla adecuadamente en la planificación y desarrollo de las clases. Los docentes ya están sobrecargados con sus responsabilidades actuales, lo que hace que la preparación y ejecución de actividades de RV resulte, en muchos casos, inviable sin tiempo adicional.

Los problemas técnicos también representan un obstáculo considerable. Las dificultades con la conectividad a internet y la insuficiencia de equipos de RV, tanto en calidad como en cantidad, han sido mencionadas como barreras importantes. Equipos obsoletos o una conexión a internet deficiente pueden desmotivar a los estudiantes al no poder disfrutar plenamente de la experiencia de RV. Esta situación, sumada a la falta de recursos económicos, limita la posibilidad de implementar esta tecnología de manera efectiva.

A esto se añade la inseguridad de algunos docentes al utilizar plataformas tecnológicas, lo que refleja una actitud de resistencia o desconfianza hacia la tecnología. Además, existe preocupación y reticencia por los posibles riesgos asociados, ya que se necesitarían dispositivos móviles compatibles, lo que implicaría que los estudiantes trajeran sus propios dispositivos a clase, una medida que no todos los docentes consideran viable o conveniente.

Por último, el coste de adquisición y mantenimiento de los equipos necesarios para la RV constituye otro desafío relevante. El elevado precio de las gafas de realidad virtual y la necesidad de suscripciones a plataformas de pago para acceder a todas las funcionalidades suponen una barrera significativa para muchas escuelas.

Tabla 58

Aportaciones de los docentes en la categoría “Desafíos” y las subcategorías que incluye

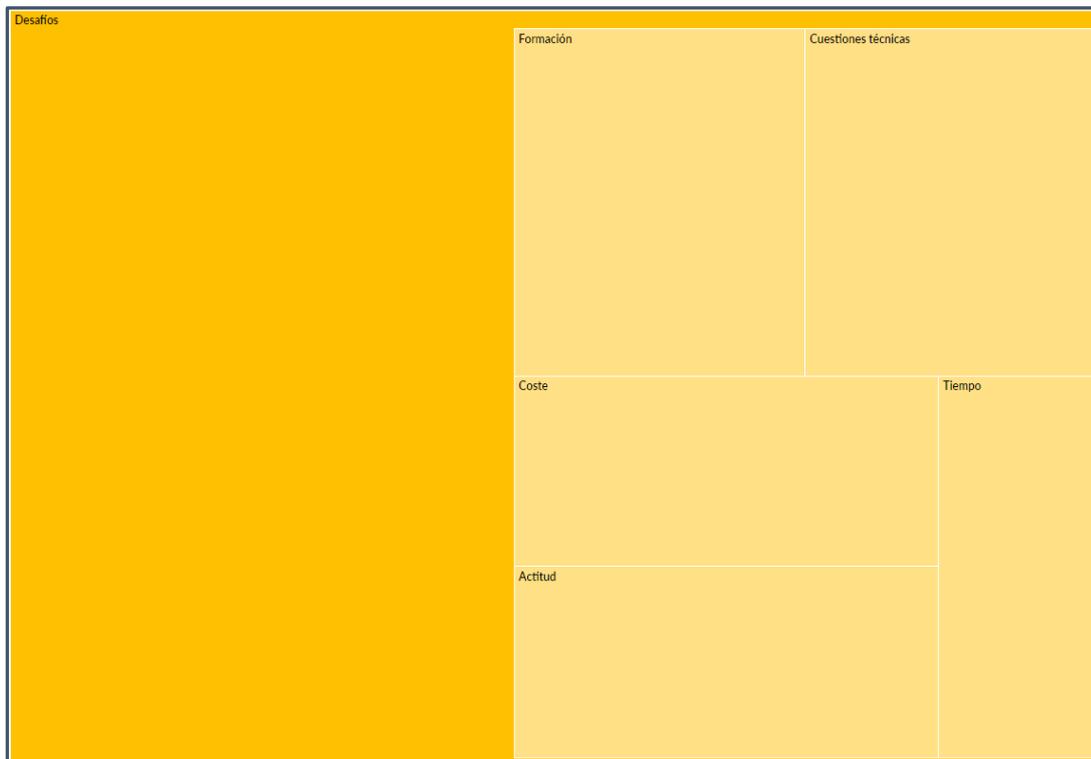
Desafíos	Información destacada/Participante
Formación	“Por mi parte no sabría ni cómo empezar, ni cómo integrar esta tecnología dentro de mi clase” (D01 / Entrevista). “Nos falta formación, por un lado, de todas las características de la misma plataforma, y por otro lado de cómo utilizarla en nuestra aula, y de manera integrada” (D03 / Entrevista).

Desafíos	Información destacada/Participante
	"Necesitamos explorar antes de implementarla y sería bueno conocer qué hacen otros docentes, y tener por ejemplo un banco de recursos con situaciones listas para usar, eso nos ayudaría cuando no disponemos de tiempo" (D02 / Entrevista).
Tiempo	"Además con todo lo que tenemos ya de trabajo, no tengo tiempo para nada más" (D01 / Entrevista). "Requiere de un tiempo extra no solo para que aprendamos a utilizar la plataforma, sino también para que sepamos integrarla en nuestra clase" (D02 / Entrevista). "Sin duda el tiempo, se necesita un tiempo extra de preparación de la clase" (D03 / Entrevista).
Cuestiones técnicas	"Algunos de los ordenadores eran muy antiguos, no soportaban los gráficos, y los estudiantes no podían ver muy bien lo que hacían porque todo se le veía borroso y eso les desmotivaba" (D02 / Entrevista). "No todos los colegios disponen de buenos ordenadores, o una buena conexión a internet que llegue bien cuando están todos los estudiantes utilizando los ordenadores, lo de siempre, falta de recursos económicos" (D03 / Entrevista).
Coste	"Está el coste de las gafas de realidad virtual, habría que disponer al menos de una para cada tres o cuatro alumnos, luego la plataforma, que es de pago para poder trabajar con todas sus funcionalidades" (D03 / Entrevista).
Actitud	"No me siento segura ni cómoda con la tecnología, y me parece todo muy complicado" (D01/Entrevista). "Supondría que traigan su dispositivo a clase, no sé... hay que ver muchas cosas" (D03/Entrevista)." Yo no soy partidaria de que los utilicemos en clase, y cada vez hay más compañeros que son reacios a que se utilicen por los peligros que traen, a los que me sumo" (D01/Entrevista).

En la categoría "Desafíos", destacan la necesidad de formación técnica y pedagógica, la inversión de tiempo del docente y el coste de los equipos necesarios, así como las cuestiones técnicas y la actitud de los docentes frente a la tecnología. Esto se observa gráficamente según su peso porcentual en la Figura 41.

Figura 41

Mapa jerárquico de resultados de la categoría “Desafíos” y las subcategorías que incluye



8.3.5 Programación RV

Los docentes resaltan la capacidad de los alumnos para crear y programar entornos interactivos, especialmente a través de la creación de historias narrativas y pequeños juegos. Este proceso no solo permite a los estudiantes aprender habilidades de programación, sino que también fomenta la creatividad y la habilidad de narrar historias en un entorno digital. La construcción y narración de historias en realidad virtual ofrece una oportunidad única para que los estudiantes practiquen una amplia gama de habilidades, que abarcan desde el modelado en 3D hasta la narrativa. Además, este enfoque promueve el desarrollo del pensamiento computacional al involucrar a los estudiantes en la resolución de problemas de programación mediante la prueba y error, donde ajustan continuamente los bloques de programación para que los personajes y elementos en sus escenas virtuales realicen las acciones deseadas.

El carácter iterativo de la programación en RV es considerado por los docentes como un componente esencial para el aprendizaje. Los estudiantes reciben retroalimentación inmediata sobre el funcionamiento de sus

programaciones, lo que les permite realizar los ajustes necesarios en tiempo real. Esta retroalimentación constante refuerza su comprensión de los conceptos de programación y les ayuda a identificar patrones aplicables en diferentes contextos. En resumen, la programación en RV no solo permite a los estudiantes desarrollar habilidades técnicas, sino que también fortalece su pensamiento computacional al fomentar la experimentación, la iteración y la búsqueda de soluciones efectivas a problemas complejos. En la Tabla 59 se muestran las aportaciones de los docentes en esta categoría.

Tabla 59

Aportaciones de los docentes en la categoría “Programación RV” y las subcategorías que incluye

Programación RV Información destacada/Participante	
Pensamiento Computacional	"me parece que pueden aprender como lo han hecho ahora, creando historias o creando pequeños juegos" (D01 / Entrevista). "El que ellos creen y cuenten historias, les va a permitir practicar una serie de habilidades, desde el proceso de creación en 3D, hasta la propia narración de historias, y por supuesto el desarrollo de las habilidades de pensamiento computacional" (D02 / Entrevista). "Es el proceso de hacer y deshacer que llevan a cabo para que los personajes que han colocado en la escena hagan las acciones que ellos quieren que realicen, y cómo van cambiando los bloques de programación que han utilizado si no funciona como querían" (D03 / Entrevista). "Comprobaban si funcionaba o no y volvían a probar" (D02 / Entrevista). "Podían comprobar en tiempo real si funcionaba o no la programación de sus creaciones y a partir de ahí ir haciendo los cambios necesarios" (D01 / Entrevista). "Ellos construyen y deconstruyen, y con los bloques de programación igual, van probando cuál pueden utilizar, además buscan patrones que pueden repetir" (D02 / Entrevista).

La distribución total de la programación RV se puede observar según su peso porcentual en la siguiente Figura 42.

Figura 42

Mapa jerárquico de resultados de la categoría “Programación RV” y las subcategorías que incluye



8.3.6 Uso de la Plataforma

En opinión de los docentes, la experiencia previa de los estudiantes con la tecnología es un factor relevante para facilitar su adaptación a la plataforma de RV. Han observado que los estudiantes, al estar acostumbrados a trabajar con tecnología, pueden adaptarse más rápidamente y muestran un deseo claro de ver estas herramientas integradas en sus clases.

La facilidad de uso de la plataforma es otro aspecto crucial señalado por los docentes. A pesar de las dudas iniciales sobre la capacidad de los estudiantes para manejar la plataforma, la familiaridad de los alumnos con la tecnología ha facilitado su adopción. Los docentes valoran que la plataforma sea intuitiva y que permita gestionar la clase desde un solo ordenador, ofreciendo la posibilidad de proporcionar retroalimentación en tiempo real. Sin embargo, también reconocen que ciertos aspectos, como el diseño 3D y la programación, pueden ser más complicados para aquellos sin experiencia previa.

El andamiaje es una estrategia esencial para ayudar a los estudiantes a familiarizarse con la plataforma de RV. Los docentes han encontrado que empezar con pequeños retos ha sido una estrategia efectiva para que los estudiantes conozcan la plataforma y comiencen a utilizar los bloques básicos de programación. La orientación constante y las instrucciones claras han permitido a los estudiantes crear proyectos cada vez más complejos, lo que demuestra la importancia de un apoyo continuo y estructurado durante el proceso de aprendizaje.

En resumen, los docentes consideran que la combinación de experiencia previa con tecnología, facilidad de uso de la plataforma, y un sólido andamiaje son claves para aprovechar al máximo las capacidades de la RV en el contexto educativo. En la tabla 60 se muestran las aportaciones de los docentes en esta categoría.

Tabla 60

Aportaciones de los docentes en la categoría “Uso de la plataforma” y las subcategorías que incluye

Uso de la Plataforma	Información destacada/Participante
Experiencia con Tecnología	“Están acostumbrados a trabajar con tecnología y pueden adaptarse más rápidamente” (D03 / Entrevista). “Quieren ver la tecnología en sus clases” (D02 / Entrevista).
Facilidad de Uso	“Al principio no estaban seguros de conseguirlo, pero están familiarizados con la tecnología, han crecido con ella” (D02 / Entrevista). “Otro aspecto de esta plataforma es que se puede gestionar la clase desde nuestro ordenador y ver en tiempo real lo que están creando y darles retroalimentación al momento” (D02 / Entrevista). “La plataforma es intuitiva” (D03 / Entrevista). “Lo más complicado puede ser el diseño 3D y la programación, sobre todo si no tienen experiencia previa” (D03 / Entrevista).
Andamiaje	“Empezar con pequeños retos ha sido un acierto para que conocieran la plataforma y también que empezaran a utilizar los bloques básicos de programación” (D02 / Entrevista). “Las indicaciones que se les han facilitado, que han sido claras, han permitido que crearan sus proyectos, en algunos casos sencillos, pero en otros más complejos, con diálogos, paneles y con programación” (D01 / Entrevista). “El trabajo en todo momento ha sido guiado, y una vez que los niños comprenden las pautas y los pasos que han de seguir, si es verdad que al principio les parecía a ellos

Uso de la Plataforma	Información destacada/Participante
----------------------	------------------------------------

	un mundo, pero todo el rato el trabajo ha sido guiado y ellos aprendieron desde un primer momento todos los pasos a seguir para crear el trabajo final” (D03 / Entrevista).
--	---

La Figura 43 muestra la distribución total de la categoría uso de la plataforma según su peso porcentual.

Figura 43

Mapa jerárquico de resultados de la categoría “Uso de la plataforma” y las subcategorías que incluye



CAPÍTULO

**COMPETENCIAS STEAM
QUE SE FORTALECEN EN
EL ALUMNADO EN EL
PROCESO DE CREACIÓN**

9

9.1. Análisis de las competencias STEAM que se fortalecen en el proceso de creación del alumnado dentro de un entorno de realidad virtual.

En este capítulo se presentan los resultados del OE 2.3. Conocer que competencias STEAM se fortalecen en el proceso de creación del alumnado dentro de un entorno de realidad virtual.

La Tabla 61 establece una conexión entre los objetivos didácticos de la lección introductoria a *CoSpaces Edu*, diseñada en las intervenciones, las Competencias STEAM y Digitales recogidas en el currículo de la LOMLOE, y que el alumnado desarrolla al crear escenas en 3D, y las dimensiones de los Estándares ISTE para Estudiantes reflejadas en el Cuestionario de Auto percepción de la Competencial Digital del Alumnado (CACDA).

Además, ilustra la integración del arte dentro del enfoque STEAM destacando cómo los aspectos creativos se entrelazan con las competencias científicas y tecnológicas.

Tabla 61

Relación entre objetivos, competencias y estándares ISTE

Objetivo	Competencias STEAM/Digital	Conexión con Estándares ISTE para Estudiantes
Aprender habilidades básicas de creación 3D	STEM3: Diseño y fabricación de prototipos. Arte: Incorporación de elementos artísticos en las creaciones.	Diseñador Innovador: Los estudiantes utilizan herramientas tecnológicas para crear prototipos 3D en entornos virtuales.
Practicar las habilidades espaciales	STEAM1: Aplicación de razonamiento matemático y espacial.	Pensador Computacional: Los estudiantes aplican habilidades espaciales para resolver problemas en entornos 3D utilizando el pensamiento computacional.
Desarrollar habilidades básicas de programación y pensamiento computacional	STEAM3: Diseño y creación de prototipos; CD5: Programación básica y robótica educativa.	Pensador Computacional: Los estudiantes desarrollan habilidades de programación y pensamiento algorítmico para resolver problemas mediante la creación de soluciones.

Objetivo	Competencias STEAM/Digital	Conexión con Estándares ISTE para Estudiantes
Practicar la creación de prototipos, probar y reflexionar sobre una idea de diseño	STEAM3: Creación y evaluación de prototipos en equipo. Arte: Diseño creativo en el proceso de prototipado.	Diseñador Innovador: Los estudiantes diseñan, prueban y mejoran prototipos, reflexionando sobre su funcionalidad en un proceso de diseño iterativo.
Fomentar la creatividad	CD2: Creación de contenidos digitales en múltiples formatos. Arte: Expresión artística en entornos digitales.	Comunicador Creativo: Los estudiantes expresan ideas creativas utilizando herramientas digitales en distintos formatos, respetando la propiedad intelectual.
Desarrollar habilidades de comunicación en un espacio virtual	CD3: Comunicación y colaboración en entornos digitales.	Comunicador Creativo: Los estudiantes se comunican de manera efectiva en entornos virtuales, adaptando su mensaje a la audiencia en diferentes plataformas digitales.
Desarrollar habilidades de colaboración	CD3: Colaboración en proyectos virtuales.	Colaborador Global: Los estudiantes colaboran en proyectos, trabajando en equipo para resolver problemas y compartir conocimientos en entornos digitales supervisados.
Gestionar el propio aprendizaje utilizando tecnología	CD1: Búsqueda y organización de información en entornos digitales.	Aprendiz Empoderado: Los estudiantes utilizan la tecnología para gestionar su aprendizaje, estableciendo metas y reflexionando sobre su progreso a lo largo del proceso.
Actuar de manera ética y segura en entornos digitales	CD4: Adopción de hábitos críticos y seguros en el uso de la tecnología.	Ciudadano Digital: Los estudiantes aplican principios éticos y de seguridad, protegiendo sus datos personales, dispositivos y la salud, y actuando de manera responsable en entornos digitales.

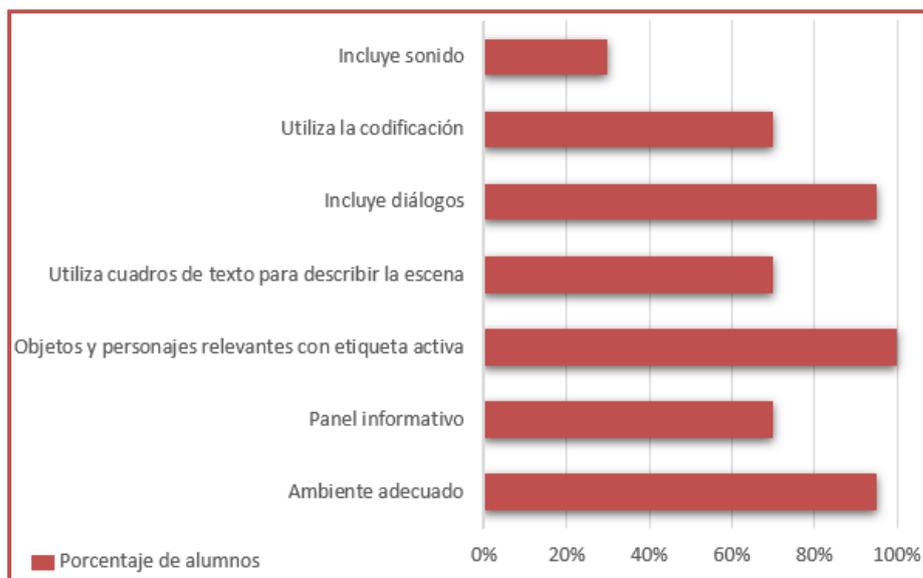
A continuación, se analizan los elementos clave que el alumnado de 5º y 6º de educación primaria integra en sus creaciones en CoSpaces Edu, utilizando la lista de verificación disponible. Entre estos elementos se encuentran la incorporación de un panel informativo, la configuración del ambiente, la activación de etiquetas de nombres en los personajes, la adición de diálogos y sonido, y la aplicación de codificación para animar objetos y personajes.

9.1.1 Elementos clave incorporados por el alumnado de 5º de primaria.

La Figura 44 muestra el porcentaje de estudiantes de 5º de primaria que utilizan cada elemento en la primera propuesta didáctica, relacionada con los Ecosistemas.

Aunque la mayoría del alumnado logró integrar los elementos clave solicitados, destacándose especialmente la selección de objetos relevantes (100%), la creación de ambientes adecuados (95%) y los diálogos (95%) también se identificaron desafíos. Elementos como la incorporación de sonido (30%), el uso de paneles informativos (70%) y la codificación (70%) requieren mayor atención en futuros proyectos para enriquecer aún más la experiencia de creación en RV.

Figura 44
Elementos clave incorporados a la 1ª propuesta didáctica. Ecosistemas



Algunos estudiantes se dieron cuenta de que los objetos que necesitaban para su escena no estaban disponibles en la biblioteca de objetos, y los construyeron de manera creativa. La Figura 45 muestra cómo varios estudiantes crearon un pequeño estanque utilizando un círculo plano, ampliando al tamaño deseado y cambiando su color a azul. Esta acción demuestra su creatividad en el uso de los recursos disponibles.

Figura 45

Ejemplo de creación de alumnos utilizando círculo plano para estanque



Otro estudiante utiliza una imagen como fondo del suelo en su escena (Figura 46) para dar contexto a su historia. La imagen, relacionada con ecosistemas acuáticos, fue encontrada mediante el buscador web integrado en la plataforma *CoSpaces Edu*. El estudiante la cargó, la añadió a la escena y jugó con las diferentes opciones de edición, demostrando su dedicación para crear narrativas visuales atractivas.

Figura 46

Ejemplo de creación alumnos con imagen de fondo en el suelo



El alumnado también colocó de manera estratégica las cámaras dentro de sus escenas, reconociendo la importancia de su ubicación en la narrativa para centrar la atención en áreas específicas.

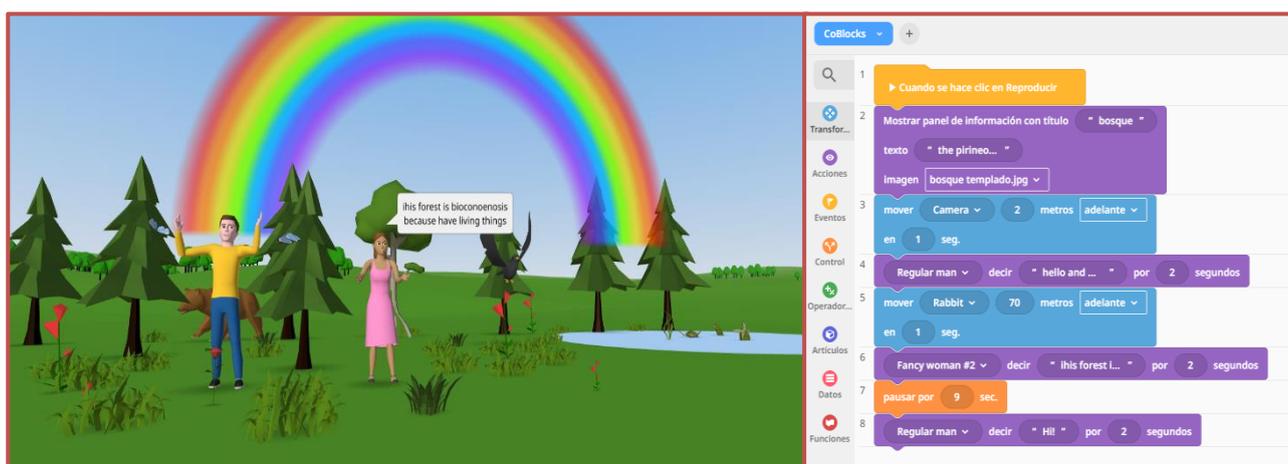
La Figura 47 muestra una escena que simula un bosque templado. A la izquierda de la imagen, se observa un paisaje verde con árboles, un arco iris en el cielo, un pequeño lago creado por los estudiantes y dos personajes interactuando.

A la derecha, se visualiza el panel de codificación en bloques que controla la escena y que integra conceptos de codificación y conceptos matemáticos.

Los bloques de acción incluyen la visualización de un panel de información con el título "bosque", una descripción ("the Pirineo...") y una imagen relacionada. También se emplean bloques de movimiento para desplazar la cámara dos metros en adelante y un personaje a posiciones específicas, así como bloques de acción que generan diálogos entre los personajes ("hello and..." y "this forest l..."). Además, se utilizan bloques de control que establecen pausas programadas para regular el flujo de la escena.

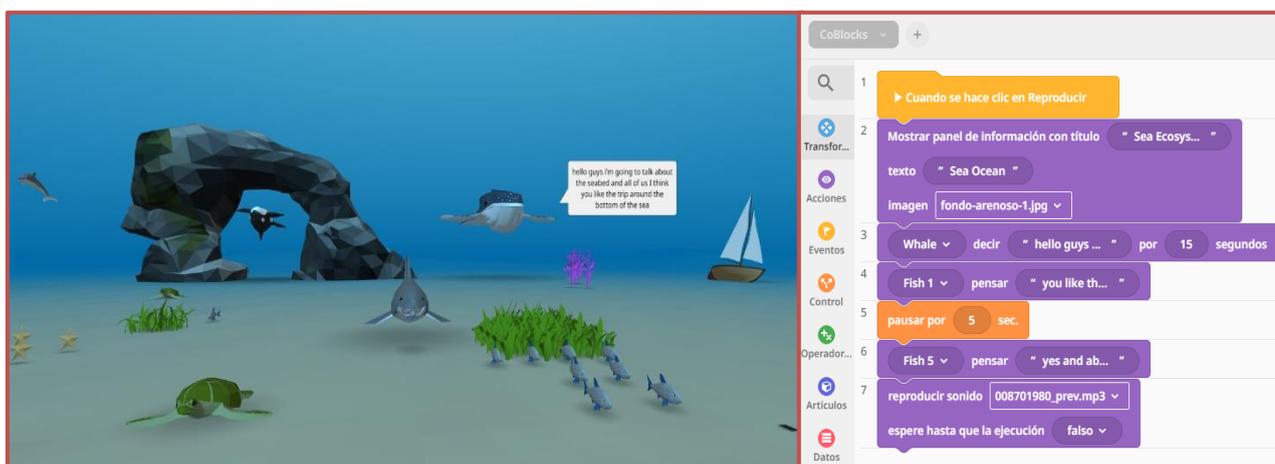
Figura 47

Ejemplo de creación de alumnos que integra conceptos de codificación y matemáticas



La Figura 48 muestra ecosistema marino, en el que se programa la visualización del panel de información con el título "Sea Ecosystem" y la imagen de un fondo arenoso. Luego, un personaje llamado "Whale" dice "hello guys..." durante 15 segundos, mientras que "Fish 1" y "Fish 5" piensan diálogos relacionados con la escena. Se introduce una pausa de 5 segundos, y finalmente, se reproduce un archivo de sonido en la escena. Se les recuerda la importancia de buscar sonido con licencia Creative Commons.

Figura 48
Ejemplo incorporación de sonido a la escena



9.1.2 Elementos clave incorporados por el alumnado de 6º de primaria

La Figura 49 presenta el porcentaje de estudiantes de 6º de primaria que utilizan cada elemento en la segunda propuesta didáctica, relacionada con la creación de una ciudad respetuosa con el medio ambiente.

El análisis de los proyectos revela que la totalidad de las escenas creadas (100%) incluye un ambiente adecuado, destacando una aplicación cuidadosa del contexto en los entornos de realidad virtual. El 80% de los estudiantes incorporó un panel informativo, lo que muestra una clara intención de enriquecer sus escenas con datos relevantes que faciliten la comprensión del entorno virtual. Además, en todos los proyectos se integran objetos y personajes con etiquetas

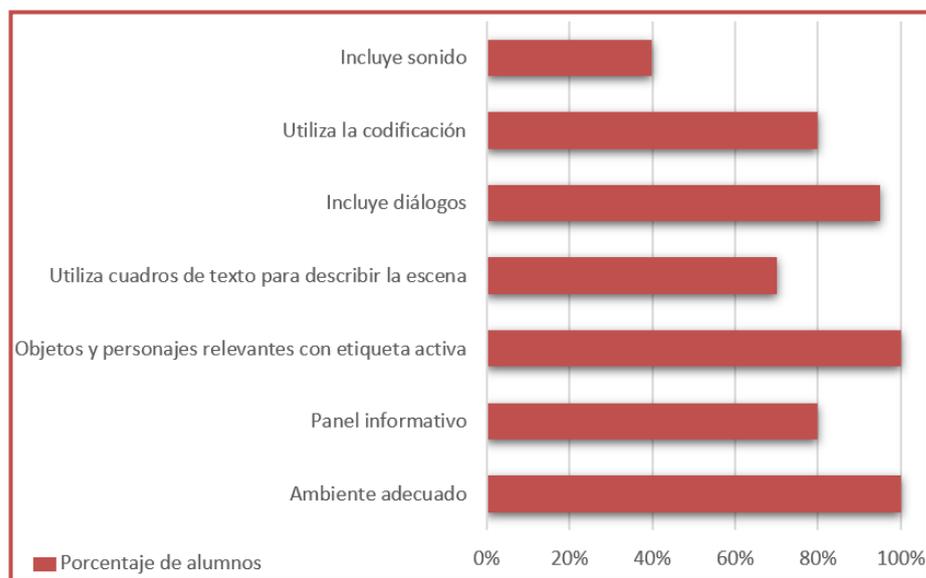
activas, lo que evidencia una implementación sólida y consistente de este recurso.

Aunque solo el 70% de las escenas utiliza cuadros de texto para describir el entorno, esto refleja un esfuerzo notable por parte de los estudiantes para añadir detalles y proporcionar un mayor contexto narrativo. Un aspecto particularmente importante es la inclusión de diálogos, presente en el 95% de las escenas, lo que subraya el enfoque en la creación de interacciones significativas dentro de los espacios virtuales.

La codificación, implementada en el 80% de los proyectos, muestra que la mayoría de los estudiantes han alcanzado un buen nivel de competencia en la programación de interacciones y automatizaciones dentro de sus escenas. Sin embargo, el sonido ha sido el aspecto menos trabajado, ya que solo el 40% de los estudiantes lo ha incorporado en sus proyectos. Esto sugiere que la integración de audio representa un desafío adicional o se percibe como una prioridad menor en comparación con otros elementos de la escena.

Figura 49

Elementos clave incorporados a la 2ª propuesta didáctica. Ciudad respetuosa con el medioambiente



En todas las creaciones el alumnado ha utilizado las escenas que facilita la plataforma, sin embargo, incluían elementos creativos para personalizarla.

En la Figura 50 se muestra una ciudad personalizada con dos edificios que representan las Cortes Generales y que han sido creadas a partir de figuras geométricas, cambiando los valores de X, Y y Z, de la figura en el espacio 3D.

En el área aparecen varios personajes dispersos: algunos están de pie, mientras que otros interactúan, como un chico que pasea a un perro y otros que conversan o disfrutan del entorno. Además, se observan carteles con mensajes que promueven los derechos y deberes de los ciudadanos, así como mensajes que fomentan el cuidado del medio ambiente. El alumnado ha incorporado elementos festivos, como luces decorativas y globos que sostiene un niño, para darle un toque alegre a la ciudad creada. También han hecho uso de la funcionalidad de agrupar objetos, es el caso de personajes, como el niño con los globos, la chica que pasea en bicicleta y la niña que va en monopatín.

Figura 50
Ejemplo de creación de un alumno



El uso de CoBlocks varía en el conjunto de las creaciones, presentando algunas codificaciones más sencillas y otras más complejas. Las más simples se enfocan en aplicar código a un personaje para que realice una acción o tenga un diálogo con otro personaje. Además, se incluyen animaciones, como hacer que el personaje hable de manera neutral o de manera excitada, dependiendo del carácter seleccionado.

La Figura 51 presenta una codificación más compleja, en ella hay una interacción dinámica con los personajes en función de la interacción del alumnado, de tal manera que cuando se hace clic en Reproducir se inicia la secuencia del programa. Los personajes "Suit woman" y "Police man" se mueven una distancia y tiene establecida una animación en bucle. Además, cuando se hace clic en el personaje "Suit man" se muestra el mensaje: " AMIGOS RECORDEMOS NOS DERECHOS Y OBLIGACIONES". Se introduce además acciones con el teclado, de tal manera que al pulsar la tecla arriba se establece una animación en bucle para el perro que estará jugado. Por otro lado, otros personajes tienen animación asignada, es el caso de la mariposa, el loro, y los bomberos que aplaudirán.

Figura 51
Ejemplo de codificación de un alumno



La Figura 52 presenta el porcentaje de estudiantes de 6º de primaria que utilizan cada elemento en la tercera propuesta didáctica, relacionada con la creación de un laberinto matemático y un museo de Goya.

Los datos reflejan una atención cuidadosa en la creación de un ambiente adecuado, con el 100% de los estudiantes que integran correctamente este elemento en sus escenas de realidad virtual. La mayoría del alumnado creó dos escenas como parte de su historia, una para el laberinto matemático y otra para el museo de Goya.

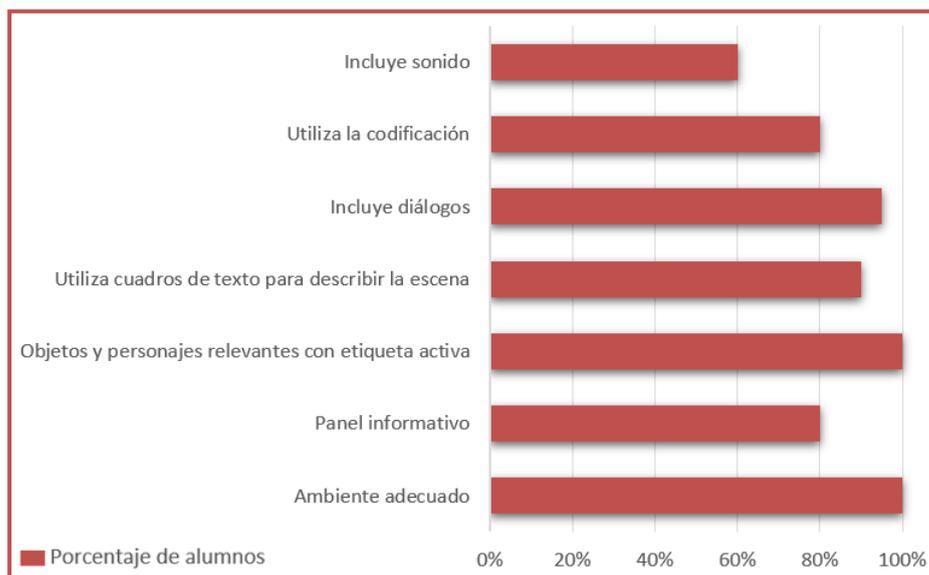
Asimismo, todos los proyectos incorporan objetos y personajes relevantes con etiquetas activas. Por otro lado, el 90% del alumnado ha utilizado cuadros de texto para describir las escenas, lo que resalta el esfuerzo por añadir detalles narrativos. Además, un 95% de las escenas incluye diálogos, subrayando la importancia que los estudiantes otorgan a la interacción entre los personajes.

El panel informativo está presente en el 80% de los proyectos, lo que muestra que la mayoría de los estudiantes considera útil ofrecer información adicional para mejorar la comprensión de la escena creada. Del mismo modo, un 80% ha implementado la codificación, reflejando un buen nivel de competencia en la programación de interacciones dentro de sus creaciones.

Sin embargo, solo el 60% de las escenas incluye sonido, lo que indica que este aspecto ha sido menos prioritario en comparación con otros elementos de sus creaciones.

Figura 52

Elementos clave incorporados a la 3ª propuesta didáctica. Retos matemáticos y Goya



Teniendo en cuenta las fechas cercanas a la Navidad, el alumnado incorporó elementos alusivos a esta festividad, y diseñaron el laberinto matemático de formas creativas para darle un toque festivo y original a su proyecto.

En la Figura 53 se puede observar dos ejemplos de creaciones de entrada al laberinto matemático.

Figura 53
Ejemplo de escenas creadas por el alumnado



En relación con el museo de Goya también lo representan de manera creativa. En la Figura 54 se muestra como el alumnado está siendo guiado a conocer las obras de Goya, dentro de un entorno visualmente atractivo y festivo que combina elementos submarinos con decoraciones de celebración.

Figura 54
Ejemplo de museo creado por el alumnado

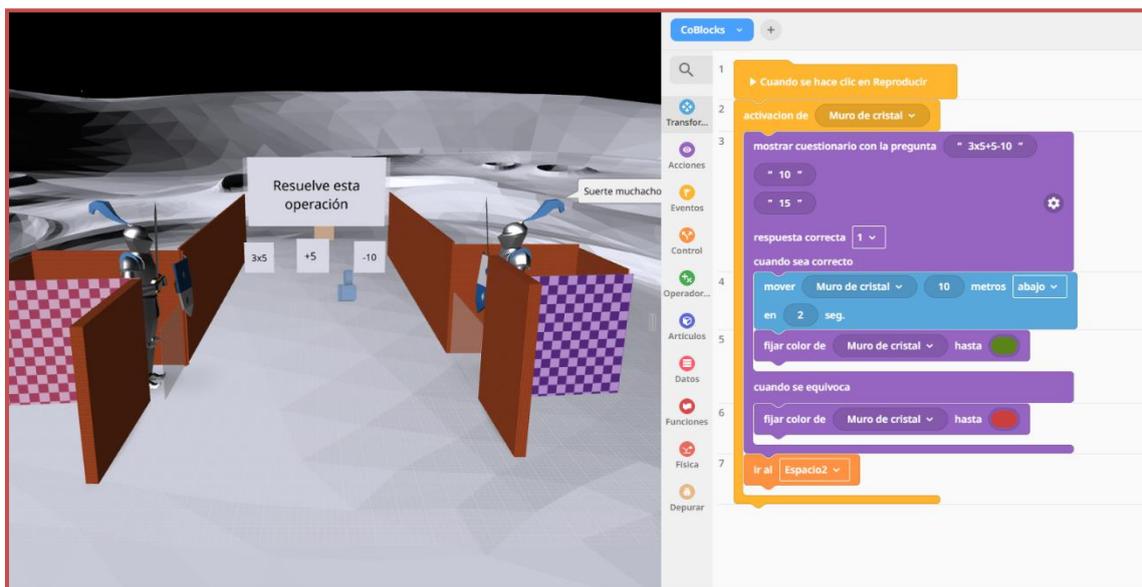


La escena de la Figura 55 representa un ambiente misterioso o de desafío, en el que los caballeros medievales situados a cada lado del camino sugieren que el jugador está en una misión. En el centro de la escena, se observa un panel que invita a resolver la operación y justo debajo aparece el reto a resolver.

El alumnado debe resolver la operación y seleccionar una de las respuestas. Dependiendo de la respuesta elegida (correcta o incorrecta), el Muro de cristal se moverá diez metros hacia abajo si la respuesta es correcta, y cambiara a color verde, si la respuesta es incorrecta cambiará a color rojo. Después de completar la interacción con la pregunta redirige al alumnado al espacio dos. Los bloques utilizados se corresponden con las categorías de eventos, acción, transformar y controles vistos en el aula.

Figura 55

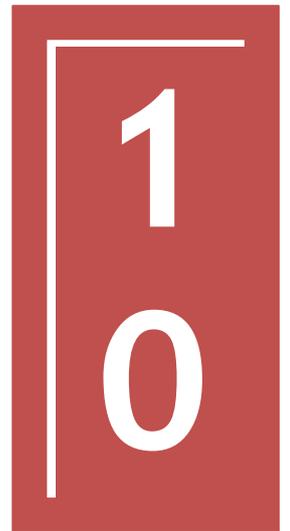
Ejemplo de entrada al laberinto matemático creada por el alumnado



Durante el proceso de creación en las tres propuestas didácticas, el alumnado desarrolla habilidades digitales, de diseño y creación en 3D, así como habilidades espaciales. Además, se fomenta la colaboración, la creatividad y el pensamiento crítico, junto con el pensamiento computacional, que también están presentes a lo largo del proceso.

CAPÍTULO

**CONCLUSIONES Y
DISCUSIÓN**



10.1 Conclusiones

En este primer apartado se recogen las conclusiones de la investigación organizadas en relación con los objetivos de este trabajo. Para la elaboración de estas conclusiones se han tenido en cuenta los resultados obtenidos y expuestos en la investigación, así como el análisis de los mismos.

El primer objetivo general de la investigación:

OG1. Diseñar, implementar y evaluar una propuesta didáctica que contribuya al desarrollo de las competencias STEAM en el alumnado del tercer ciclo de educación primaria a través de un entorno de programación basado en realidad virtual.

Se desglosó en los siguientes objetivos específicos, a partir de los cuales se presentarán las conclusiones obtenidas de la investigación.

OE 1.1. Analizar distintos enfoques de integración curricular STEAM en educación primaria

Para analizar los enfoques de integración curricular STEAM en la educación primaria, se realizó una revisión de la literatura que destaca la importancia de este enfoque educativo para conectar el aprendizaje con situaciones reales y preparar al alumnado para los desafíos del siglo XXI.

La incorporación de las artes en este contexto resulta especialmente significativa, ya que no solo promueve la creatividad y el pensamiento crítico, sino que también proporciona a los estudiantes una comprensión más completa de los problemas del mundo real.

Uno de los hallazgos más valiosos de esta revisión es la identificación de enfoques pedagógicos efectivos para implementar STEAM, que incluyen metodologías activas como el aprendizaje basado en proyectos, la indagación, el diseño de ingeniería y el aprendizaje basado en problemas. Las investigaciones muestran cómo estas metodologías fomentan la participación activa del alumnado, desarrollando no solo competencias técnicas y científicas, sino también habilidades de colaboración, comunicación y resolución de problemas.

Además, estas metodologías permiten conectar la teoría con la práctica, integrando conocimientos de diversas disciplinas para proponer soluciones innovadoras a problemas reales. Este enfoque es especialmente relevante en un contexto donde la capacidad para resolver problemas complejos y trabajar en equipo se considera esencial para el futuro.

Otro aspecto importante identificado en la revisión es la inclusión de tecnologías emergentes, como la inteligencia artificial, la realidad aumentada, la realidad virtual y la robótica educativa. El aprovechamiento de estas herramientas facilita la creación de entornos de aprendizaje interactivos y motivadores, potenciando el pensamiento computacional y la alfabetización digital desde edades tempranas. Este enfoque contribuye, además, a reducir la brecha de género al despertar el interés de las niñas en las disciplinas STEAM, promoviendo una educación más inclusiva.

Sin embargo, la revisión también señala desafíos significativos en la implementación de STEAM, a pesar de los avances y el creciente interés en este enfoque. Entre estos obstáculos se encuentran la falta de consenso en la definición y conceptualización de STEAM, la resistencia de los docentes a adoptar nuevas metodologías y la necesidad de formación adecuada para integrar efectivamente las tecnologías emergentes en el aula.

Aunque la educación STEAM pone al alumnado en el centro del proceso de enseñanza y aprendizaje, no se puede olvidar que el papel crucial del docente para hacer esto posible. El docente tiene el reto de planificar de manera que el alumnado pueda vincular el aprendizaje teórico con las prácticas científicas, integrándolo en secuencias didácticas coherentes y bien estructuradas.

La literatura revisada también destaca la necesidad de investigar cómo personalizar la enseñanza STEAM para atender las diversas necesidades y contextos de los estudiantes. Además, se identifica un vacío en la exploración de los efectos a largo plazo de la educación STEAM en el desarrollo de competencias y actitudes hacia las disciplinas científicas y tecnológicas.

El marco normativo establecido por la Ley Orgánica 3/2020 (LOMLOE) refuerza este enfoque, al integrar competencias científicas y tecnológicas dentro del currículo de educación primaria. La LOMLOE no solo se alinea con las

recomendaciones europeas, sino que también impulsa la inclusión de habilidades clave como el pensamiento computacional, la programación y la robótica educativa, reconociendo la importancia de una alfabetización digital desde las primeras etapas educativas. No obstante, será fundamental garantizar que los docentes estén preparados y que las escuelas cuenten con los recursos necesarios.

OE 1.2. Conocer la autopercepción de la competencia digital del alumnado del tercer ciclo de educación primaria.

Para satisfacer los objetivos del estudio, se diseñó un Cuestionario de Autopercepción sobre la propia Competencia Digital del Alumnado (CACDA) el cual ha proporcionado una visión detallada de cómo el alumnado de 5º y 6º de primaria perciben sus competencias digitales y que se le facilitó al inicio de la intervención.

Los resultados muestran que los estudiantes tienen una autopercepción positiva de su competencia digital, aunque a un nivel medio. Esto está alineado con las directrices del Real Decreto 157/2022, que destaca la necesidad de desarrollar una competencia digital integral en el alumnado, abarcando desde el uso seguro y responsable de la tecnología hasta la creación y diseño de contenidos digitales.

En cuanto a las dimensiones, los valores más altos se encuentran en "Estudiante empoderado," "Ciudadano digital," y "Creador de conocimiento." Los estudiantes se sienten competentes en el uso de herramientas básicas para la edición de texto y la búsqueda de información en línea, además de ser conscientes de la importancia de proteger su privacidad en internet. También se sienten cómodos utilizando herramientas de presentación y en su capacidad para buscar y seleccionar información adecuada.

No obstante, se evidencian dificultades en tareas más específicas, como la identificación de formatos de archivo adecuados, el almacenamiento de contenidos digitales y la seguridad de los dispositivos. Asimismo, muestran inseguridad respecto al respeto a los derechos de autor y, en lo que concierne a la creación de contenido digital en formatos más diversos y la edición de

multimedia, su confianza disminuye. Lo que resalta la necesidad de un mayor apoyo en estas áreas para fortalecer su autonomía digital, reforzar la educación en el uso ético de la tecnología y fomentar habilidades más avanzadas en la creación de artefactos digitales que enriquezcan su proceso de aprendizaje.

Los valores más bajos en el cuestionario CACDA se observan en las dimensiones de “Diseño innovador,” “Pensamiento computacional,” “Comunicación creativa” y “Colaboración global.”

Aunque los estudiantes se sienten competentes en el uso de la tecnología para resolver problemas y crear proyectos, presentan carencias en el manejo de tecnologías más avanzadas, como el diseño y la creación en 3D, el uso de impresoras 3D y la robótica. También se observa inseguridad en actividades relacionadas con la programación de videojuegos, la creación de aplicaciones móviles y contenidos 3D.

Asimismo, aunque se sienten cómodos utilizando videoconferencias para la comunicación y el aprendizaje, enfrentan dificultades en la creación de contenidos digitales y en la colaboración mediante documentos compartidos. Además, un grupo considerable de estudiantes requiere apoyo adicional para desarrollar las competencias necesarias para colaborar y comunicarse en un entorno global.

Estos resultados resaltan la necesidad de introducir y reforzar el aprendizaje de tecnologías emergentes en el currículo escolar. Es fundamental fortalecer la enseñanza del pensamiento computacional y la programación desde edades tempranas, promover el uso de diversas herramientas de comunicación digital y fomentar un entorno educativo más inclusivo, donde los estudiantes puedan interactuar y colaborar eficazmente con personas de diferentes culturas.

Así mismo, se alinean con el Real Decreto 157/2022, que promueve un desarrollo integral de la competencia digital, abarcando desde el manejo de herramientas básicas, hasta la ciudadanía digital y el pensamiento computacional. Asimismo, están en consonancia con las investigaciones de Southgate (2023) y Chi y Li (2023), quienes destacan la importancia de experiencias educativas prácticas que fomenten estas dimensiones, enriqueciendo el proceso de aprendizaje y fortaleciendo las habilidades digitales

de los estudiantes.

Es importante señalar que no se encontraron diferencias significativas en la autopercepción de las competencias digitales entre estudiantes de sexo masculino y femenino en la mayoría de las dimensiones evaluadas. Esto sugiere que la percepción de la competencia digital es uniforme entre ambos géneros, lo que podría reflejar igualdad en el acceso y uso de las herramientas digitales dentro del entorno educativo.

Después de presentar las conclusiones correspondientes al primer objetivo general, recuperamos el segundo objetivo general de la investigación:

OG 2. Analizar las implicaciones educativas derivadas de la implementación de una propuesta didáctica basada en realidad virtual en la adquisición de las competencias STEAM en el aula de educación primaria.

A continuación, se exponen las conclusiones alcanzadas en relación con cada uno de sus objetivos específicos.

OE 2.1. Conocer el grado de motivación que la creación de recursos en realidad virtual despierta en el alumnado

El análisis del *Instructional Material Motivational Survey* (IMMS) ha revelado hallazgos importantes respecto al grado de motivación que despierta la creación de recursos en RV en el alumnado.

Las dimensiones con mayor valoración son "Satisfacción" y "Relevancia." En la dimensión "Satisfacción," los estudiantes valoran positivamente la experiencia de trabajar con la RV y muestran un gran interés en profundizar en los temas presentados. La sensación de haber sido recompensados por su esfuerzo y el disfrute al utilizar esta tecnología contribuyen al alto grado de satisfacción general, lo que evidencia el potencial de la RV para ofrecer una experiencia educativa motivadora.

Asimismo, la alta valoración de la dimensión "Relevancia" indica que los estudiantes perciben la experiencia con la RV como significativa para su aprendizaje, ya que relacionan el contenido con sus conocimientos previos y reconocen la utilidad de los materiales presentados. Además, consideran la RV

una herramienta valiosa y aplicable a su futuro, reforzando la importancia de ofrecer contenidos que se conecten con los intereses y necesidades del alumnado.

En la dimensión de “Confianza”, tanto chicos como chicas muestran confianza en su capacidad para aprender y consolidar el conocimiento adquirido con la RV, pero existen variaciones en la percepción de la dificultad de las actividades. Por ejemplo, algunas tareas son percibidas como más desafiantes, lo que puede indicar la necesidad de un enfoque más personalizado para fortalecer la confianza en el uso de tecnologías avanzadas.

En la dimensión “Atención,” los estudiantes valoran positivamente cómo la RV contribuye a captar y mantener su atención. No obstante, se observan diferencias específicas en ciertos ítems relacionados con la respuesta emocional al contenido de RV, como la reacción a elementos que estimulan la curiosidad o generan sorpresa, con una tendencia ligeramente superior en las chicas. Sin embargo, estas diferencias no son estadísticamente significativas. Por lo tanto, la RV se presenta como una herramienta educativa efectiva para atraer y mantener el interés de todos los estudiantes, independientemente de su género.

En resumen, los resultados del IMMS indican que la creación de recursos en RV por parte del alumnado de primaria despierta un alto grado de motivación, fomentando su atención, relevancia, confianza y satisfacción de manera uniforme entre géneros.

Estos hallazgos refuerzan el potencial de la RV como una herramienta educativa poderosa que contribuye al desarrollo de una experiencia de aprendizaje inmersiva, motivadora y efectiva para todo el alumnado y que están en línea con las investigaciones de Zhang et al. (2023) y Wee et al. (2022) quienes argumentan que la RV ofrece un entorno de aprendizaje interactivo y atractivo, capaz de despertar el interés y la curiosidad del alumnado, además de mantenerlos motivados y comprometidos con su proceso de aprendizaje.

OE 2.2. Analizar la percepción del profesorado sobre las posibilidades didácticas de la RV en el aula de primaria tras la experiencia

El análisis de la entrevista al profesorado ha mostrado sus percepciones sobre las posibilidades didácticas de la RV tras la propuesta didáctica llevada al aula de primaria.

Los docentes destacan que la RV es una herramienta con gran potencial educativo, capaz de mejorar la motivación y promover un aprendizaje significativo mediante la interacción con objetos 3D y la inmersión en entornos virtuales. Esto se alinea con lo señalado por Zakaria et al. (2020), quienes subrayan que la RV permite a los estudiantes visualizar y manipular conceptos abstractos de manera práctica, facilitando una experiencia de aprendizaje más profunda y enriquecedora.

Asimismo, resaltan que la RV brinda al alumnado la oportunidad de transformar la teoría en experiencias prácticas enriquecedoras y de desarrollar competencias STEAM de forma efectiva, este enfoque coincide con lo señalado por Matovu et al. (2021). Además, señalan que la RV permite a los estudiantes pasar de ser consumidores a creadores activos de contenido, una característica que, según Southgate (2023), fomenta la creatividad y la autogestión del aprendizaje.

También valoran la capacidad de la RV para facilitar la creación de materiales interactivos, impulsando la creatividad y promoviendo el aprendizaje autónomo. Esta perspectiva coincide con lo señalado por Wee et al. (2022), quienes afirman que la RV proporciona un entorno interactivo que motiva a los estudiantes a explorar y experimentar, incrementando su compromiso y participación activa en el proceso educativo.

De igual forma, subrayan la capacidad de esta tecnología para integrar proyectos interdisciplinarios, permitiendo al alumnado aplicar de manera práctica conocimientos de distintas áreas del currículo. Esta versatilidad de la RV para conectar y contextualizar contenidos es destacada por autores como Ikhsan et al. (2020), quienes señalan que la RV puede ser un facilitador del aprendizaje activo y la aplicación de conocimientos en contextos reales.

A su vez, valoran la capacidad del alumnado para crear y programar entornos interactivos, como historias y juegos. Este proceso no solo fomenta el desarrollo del pensamiento computacional, sino que también impulsa la creatividad y la resolución de problemas, en consonancia con lo señalado por Shim y Lee (2022). La retroalimentación inmediata que recibe el alumnado les permite ajustar sus programaciones en tiempo real, lo que refuerza su comprensión de los conceptos y los motiva a experimentar y mejorar continuamente, tal como indican Monita e Ikhsan (2020).

Sin embargo, a pesar de sus ventajas, los docentes también identifican desafíos en la implementación de la RV, como la necesidad de una formación docente adecuada tanto técnica como pedagógica, cuestiones técnicas, de tiempo, y el alto coste de los equipos. Southgate et al. (2019) enfatizan que para que la RV se integre de manera efectiva en los entornos educativos, es necesario superar estos obstáculos mediante la capacitación docente y la provisión de recursos suficientes.

Finalmente, aunque la plataforma es intuitiva, reconocen que ciertos aspectos, como el diseño en 3D y la programación, que pueden ser más complicados para aquellos estudiantes sin experiencia previa. Para superar estos obstáculos, los docentes valoran el andamiaje facilitado como una estrategia clave, comenzar con pequeños retos y proporcionar orientación constante, esto permitirá al alumnado avanzar hacia la creación de proyectos más complejos con un apoyo continuo. Wee et al. (2022) refuerzan esta perspectiva al señalar que un enfoque escalonado, donde se proporcione orientación y apoyo durante el proceso de aprendizaje, mejora la confianza y habilidades del alumnado en la programación y diseño en RV.

OE 2.3. Conocer que habilidades STEAM se fortalecen en el proceso de creación del alumnado dentro de un entorno de realidad virtual.

El análisis detallado de las actividades realizadas por el alumnado en el entorno de RV ha revelado un fortalecimiento de varias competencias STEAM, conforme a los estándares ISTE para estudiantes, y las competencias digitales

del currículo LOMLOE. A continuación, se analiza cómo cada una de las competencias ha sido fortalecida a través de las actividades de creación por parte del alumnado en el entorno de RV, para ello se relaciona cada competencia con el estándar ISTE correspondiente.

Las actividades realizadas por el alumnado en la creación de artefactos en RV, desde la elaboración de ecosistemas virtuales, ciudades sostenibles hasta los laberintos matemáticos, han sido fundamentales para el desarrollo de habilidades en diseño y creación en 3D. Durante estas tareas, los estudiantes trabajaron desde la conceptualización hasta la construcción de sus ideas en entornos 3D. Este proceso les permitió diseñar y manipular elementos creativamente, logrando que sus creaciones fueran atractivas y coherentes con los objetivos del proyecto. Estas experiencias refuerzan la competencia STEAM3, centrada en el diseño y la fabricación de prototipos, y se alinean con el estándar ISTE de Diseñador Innovador, que promueve la creación de soluciones innovadoras mediante el uso de tecnologías avanzadas.

El entorno de RV ha sido un espacio propicio para desarrollar habilidades espaciales y el pensamiento computacional. En la actividad de creación de laberintos matemáticos, los estudiantes manipularon objetos en 3D y aplicaron razonamiento matemático para resolver problemas complejos. Además, en la creación de ecosistemas y ciudades sostenibles, organizaron elementos en el espacio tridimensional y programaron interacciones, lo cual implicó descomponer tareas lógicas y aplicar algoritmos. Esta capacidad de utilizar la RV para promover el pensamiento computacional y aplicar la resolución de problemas se apoya en lo señalado por Sukirman et al. (2022), quienes sostienen que la RV proporciona un entorno interactivo para que los estudiantes apliquen estas habilidades. Además, este proceso fortalece competencias como STEAM1 y CD5, y se alinea con el estándar ISTE de Pensador Computacional.

En cuanto a la creatividad y la expresión digital, el entorno de RV ha facilitado que los estudiantes exploren y expresen sus ideas de forma innovadora. Actividades como la personalización de escenas, la incorporación de diálogos y la adición de elementos visuales y sonoros han permitido a los estudiantes crear contenidos digitales en diversos formatos combinando lo visual y lo auditivo para

crear experiencias más ricas y envolventes, reflejando un alto nivel de creatividad. La literatura apoya esta perspectiva, ya que Lin y Wang (2021) mencionan que la RV estimula la creatividad y hace que el aprendizaje sea más interesante, interactivo y adecuado para despertar la curiosidad y motivación intrínseca del alumnado. Estas prácticas fortalecen la competencia CD2 y se alinean con el estándar ISTE de Comunicador Creativo al permitir que los estudiantes utilicen herramientas digitales para expresar ideas de manera innovadora y artística.

Respecto a la comunicación y colaboración en entornos digitales, las actividades colaborativas realizadas en la RV han sido esenciales para el desarrollo de habilidades de comunicación y trabajo en equipo. Los estudiantes trabajaron en proyectos conjuntos, distribuyendo tareas como el diseño de áreas verdes, la construcción de edificios o de ecosistemas, y utilizaron herramientas de la plataforma para coordinar sus esfuerzos. Este enfoque refuerza la competencia CD3 de colaboración en entornos digitales y se ajusta al estándar ISTE de Colaborador Global, que fomenta la cooperación y comunicación efectiva en entornos digitales. Este hallazgo está en línea con Khattib y Alt (2024) que señalan que las simulaciones virtuales 3D mejoran las habilidades de trabajo en equipo.

La gestión del aprendizaje se refleja en la capacidad del alumnado para planificar y organizar su proceso de creación dentro del entorno de RV. La programación por bloques y organizar todos los elementos de una escena en RV para que todo funcione bien y tenga sentido visual y narrativamente, han exigido una autorregulación continua, tenían que estar revisando y ajustando su trabajo por sí mismos, lo que favorece la autonomía en el aprendizaje y la autorreflexión. Southgate (2023) subraya que este proceso es crucial para que los estudiantes se conviertan en creadores activos de contenido, ya que les ayuda a demostrar dominio del contenido y a reflexionar sobre su propio progreso. Esto se alinea con la competencia CD1 y el estándar ISTE de Aprendiz Empoderado, que promueve la gestión autónoma y efectiva del propio aprendizaje mediante el uso de la tecnología.

Finalmente, el comportamiento ético y seguro en entornos digitales

también estuvo presente durante la creación de los artefactos. Los estudiantes demostraron una actitud responsable al seleccionar recursos, como sonidos con licencia Creative Commons, reflejando un compromiso con la ética digital. Estas prácticas están en consonancia con la competencia CD4 y el estándar ISTE de Ciudadano Digital, que enfatiza la necesidad de actuar de manera ética y segura en el entorno digital.

En conjunto, las actividades desarrolladas en RV han permitido a los estudiantes adquirir y aplicar una variedad de habilidades entre las que se incluyen las espaciales, la programación, la colaboración y la gestión autónoma del aprendizaje. No obstante, áreas como la integración de sonido y el diseño en 3D presentan retos que deben abordarse mediante estrategias de apoyo y orientación constante.

10.2 Discusión

Dentro de este apartado, se establecerá una relación entre los resultados obtenidos, las conclusiones alcanzadas y las investigaciones previas relacionadas con nuestro tema de investigación. Esta investigación analiza el diseño e implementación de una propuesta didáctica basada en RV para el desarrollo de competencias STEAM en estudiantes del tercer ciclo de educación primaria.

Los hallazgos de esta investigación refuerzan la idea de que la RV es un recurso eficaz en el ámbito educativo, alineándose con estudios previos que subrayan cómo las experiencias con RV fomentan la motivación y la participación, elementos clave para un aprendizaje efectivo (Elias et al., 2021; Huang et al., 2021; Akman y Çakır, 2020; Li et al., 2020; Gargrish et al., 2020). La RV no solo capta la atención del alumnado, sino que también facilita un entorno interactivo que estimula el compromiso activo con el aprendizaje, y los convierte en participantes activos (Kersting et al., 2023) aspectos que son esenciales para el desarrollo integral de los estudiantes en un contexto STEAM.

Específicamente, los resultados obtenidos en esta investigación indican que la creación de artefactos en RV por parte del alumnado del tercer ciclo de primaria contribuye de manera significativa al desarrollo de competencias

STEAM, tales como habilidades espaciales, de programación y de creación 3D.

Los estudiantes lograron aplicar razonamiento matemático y espacial de forma efectiva al diseñar y manipular objetos en un entorno virtual, habilidades esenciales en la educación STEAM que coinciden con las conclusiones de investigaciones previas (Kuznetcova et al., 2023; Sukirman et al., 2022; Matovu et al., 2021). La posibilidad de diseñar entornos virtuales y de visualizar conceptos abstractos de manera tangible permite a los estudiantes consolidar sus conocimientos de manera más efectiva, lo que demuestra el poder de la RV para transformar la enseñanza tradicional en un proceso más dinámico y contextualizado.

Además, el uso de *CoBlocks* dentro de *CoSpaces Edu* permitió a los estudiantes desarrollar habilidades básicas de programación y pensamiento computacional en un entorno interactivo y atractivo que promueve el aprendizaje basado en la experiencia. Este hallazgo es coherente con estudios de Segura et al. (2020) y Jin et al. (2020), quienes también encontraron que la realidad virtual tiene un gran potencial para potenciar estas competencias en un entorno educativo. Además, el uso de la programación en RV contribuye al desarrollo de habilidades creativas en la resolución de problemas, como lo señalan Shim y Lee (2022).

La capacidad de los estudiantes para crear y personalizar sus entornos virtuales no solo fortalece sus habilidades técnicas, sino que también fomenta la creatividad y la innovación, elementos clave en disciplinas STEAM. Tal como se evidenció en las actividades propuestas, los estudiantes lograron crear entornos virtuales complejos y demostraron habilidades relacionadas con la creatividad, el pensamiento computacional y la resolución de problemas. Estos hallazgos son consistentes con estudios previos que destacan el potencial de la RV para mejorar la comprensión y retención de conceptos complejos (Zakaria et al., 2020).

En particular, la creatividad se destacó como una de las competencias más desarrolladas, especialmente en la capacidad de los estudiantes para personalizar y diseñar sus escenas en 3D, lo que refuerza la afirmación de que la RV puede estimular significativamente la creatividad en los estudiantes (Lin y

Wang, 2021; Ikhsan et al., 2020; Bakar et al., 2019).

Otro aspecto importante es la capacidad de la RV para promover la colaboración y el trabajo en equipo, tal como lo han señalado estudios como el de Khattib y Alt (2024). En este estudio, los estudiantes mostraron una mejora en sus habilidades de colaboración, trabajando juntos en proyectos de RV que requerían comunicación efectiva y cooperación, lo que refuerza sus habilidades de trabajo en equipo. La posibilidad de colaborar en un entorno virtual compartido no solo fomenta la cooperación, sino que también potencia la construcción de conocimientos colectivos, lo que es fundamental para el aprendizaje en el siglo XXI.

En línea con la investigación, se investigó el grado de motivación que la creación de recursos en RV despierta en estudiantes de quinto y sexto de primaria, empleando el *Instructional Material Motivational Survey* (IMMS). Los resultados mostraron un elevado nivel de fiabilidad, similar al reportado en estudios anteriores (Jong, 2023; Córcoles-Charcos et al., 2023; Triviño-Tarradas et al., 2022; Gargrish et al., 2020).

La motivación del alumnado se mantuvo alta tanto a nivel general como en todas las dimensiones evaluadas: atención, confianza, relevancia y satisfacción. En particular, se observa un alto nivel de motivación, especialmente en las dimensiones de satisfacción y relevancia, este hallazgo es particularmente importante, ya que confirma que la RV es percibida como una herramienta educativa que capta y mantiene la atención del alumnado en el proceso de aprendizaje a través de experiencias interactivas y visualmente atractivas (Wee et al., 2022; Wu et al., 2021).

La relevancia percibida del contenido en RV también se identificó como un factor clave, ya que los estudiantes lograron relacionar el material con sus conocimientos previos, reforzando así su interés y compromiso con las actividades de aprendizaje, este resultado está en consonancia con los hallazgos de Zakaria et al. (2020).

Asimismo, los altos niveles de satisfacción reportados, según Julià y Antolí (2019), reflejan que la mayoría de los estudiantes se sintieron satisfechos con sus logros, lo cual es consistente con otros estudios que demuestran cómo la RV

puede aumentar la participación y el interés en el aprendizaje (Wu et al., 2021; Akman y Çakır, 2020).

Estos hallazgos están alineados con investigaciones recientes que muestran que la creación de artefactos en RV motiva significativamente a los estudiantes (Lin et al., 2023; Wang y Sun, 2022; Wu et al., 2021; Yeh et al., 2020; Chen et al., 2019).

Al comparar los resultados por género, se encontró que no existen diferencias significativas en las valoraciones dadas por chicos y chicas, lo cual coincide con hallazgos de otras investigaciones (Kuznetcova et al., 2023; Marín-Díaz et al., 2022; Sullivan y Bers, 2019). No obstante, se observan tendencias interesantes: las chicas parecen mostrar mayor receptividad hacia la RV en términos de atención, mientras que los chicos tienden a sentirse más seguros al usar esta tecnología, lo que se refleja en la dimensión de confianza. Esto es particularmente relevante en la educación STEAM, donde las brechas de género son un desafío. La implementación de propuestas didácticas que integren tecnologías como la RV puede ser igualmente efectiva para ambos géneros, promoviendo un aprendizaje más inclusivo.

Desde la perspectiva del profesorado, la RV fue bien recibida como una herramienta innovadora para la enseñanza, lo que coincide con estudios previos (Jochecová et al., 2022). Los docentes destacaron la mejora en el interés y la motivación del alumnado, observando un mayor compromiso en las actividades (Papanastasiou et al., 2019). Además, señalaron que la RV promueve un aprendizaje activo y colaborativo, en línea con lo expuesto por Zhang et al. (2023) y Wee et al. (2022), quienes argumentan que la RV proporciona un entorno de aprendizaje atractivo e interactivo que impulsa la colaboración entre compañeros, despertando el interés y la curiosidad, y manteniendo a los estudiantes motivados y comprometidos durante todo el proceso educativo.

Sin embargo, la implementación de la RV también presenta desafíos importantes. Los docentes subrayaron la necesidad de formación técnica y pedagógica adicional, una preocupación frecuente en la literatura sobre la adopción de nuevas tecnologías en la educación (Fransson et al., 2020). A pesar de estos desafíos, los resultados de la investigación destacan el potencial de la

RV en el desarrollo de competencias STEAM, así como su capacidad enriquecer la experiencia educativa (Snelson y Hsu ,2020).

10.3 Limitaciones, logros y prospectiva

Como en toda investigación, esta tesis no está libre de limitaciones. Por ello, los resultados presentados deben ser interpretados con cautela teniendo en cuenta las siguientes limitaciones:

Lograr la participación de los centros educativos en el estudio resultó un desafío, a pesar del interés inicial manifestado por los equipos directivos en el proyecto de innovación educativa. Sin embargo, al trasladar la propuesta al profesorado, surgieron diversas barreras que dificultaron su implicación. Entre los principales obstáculos mencionados se encontraban la falta de tiempo, los recursos limitados, la sobrecarga de trabajo que supondría para el profesorado y la posible interrupción de las rutinas habituales en el aula.

Dado que cada centro educativo tiene sus propias características y desafíos, fue necesario ajustar los tiempos y las estrategias de acción para adaptarse a las necesidades y posibilidades específicas de cada institución.

Al realizar una intervención de este tipo, es necesario ajustar continuamente el diseño en cada una de las iteraciones para mejorar su efectividad y ese proceso implica la recopilación constante de nuevos datos, los cuales debían considerarse en el análisis y en la obtención de resultados.

Por otro lado, en el caso de haber conseguido una muestra más amplia de estudiantes, habría sido posible plantear un diseño cuasi-experimental con un grupo control y un grupo experimental. No obstante, dadas las circunstancias, se consideró que la IBD era la opción más adecuada.

La mayor fortaleza de esta investigación ha sido haber realizado una IBD en un estudio en el que se utiliza la realidad virtual con estudiantes de educación primaria y que tiene el informe favorable de la Comisión Ética de Investigación de la Universidad de Murcia.

Se ha desarrollado una propuesta didáctica para la enseñanza STEAM siguiendo diversos principios de diseño. Estos principios se han desarrollado a

través de un proceso detallado y colaborativo que incluye un proceso de análisis colaborativo, diseño, implementación con ciclos de rediseño y reflexión

El resultado es una propuesta didáctica que no solo sirve para desarrollar las competencias STEAM, sino que también los principios de diseño utilizados pueden aplicarse a otros contextos educativos.

Otra fortaleza de esta IBD ha sido la colaboración constante con los docentes durante la investigación, lo que nos permitió entender mejor las necesidades y desafíos que enfrentan en su práctica diaria, y que están relacionados con el problema que se está investigando. Esta colaboración nos ayudó a delimitar el aspecto más relevante que debe abordarse.

Esta investigación pone de manifiesto la oportunidad de continuar profundizando en el uso de la Realidad Virtual en las aulas de Primaria, especialmente en procesos donde los estudiantes son protagonistas de la creación de contenidos. En este contexto, resulta fundamental la necesidad de adoptar estrategias metodológicas activas que respondan a las demandas educativas actuales, y que sitúen al alumno en el centro del proceso de aprendizaje, fomentando su participación y desarrollo de competencias STEAM.

Una línea de investigación longitudinal permitiría comprender los efectos a largo plazo de la participación activa del alumnado en procesos de creación con realidad virtual, así como su contribución al desarrollo de competencias STEAM y su impacto en la motivación y el rendimiento académico. Este estudio podría ampliar la población diana para analizar las diferencias en el proceso creativo de niños y niñas, y abarcar distintas áreas STEAM.

Además, toma relevancia la necesidad de formar docentes en el uso de la Realidad Virtual, no solo para su uso técnico, sino también para su integración efectiva en el currículo y en el marco de estrategias didácticas adecuadas.

10.4 Principios de diseño

En este apartado se aborda el OE 1.3 Definir los principios de diseño de la implementación de una propuesta didáctica basada en realidad virtual para el desarrollo de las competencias STEAM.

La experiencia adquirida en todas las etapas de esta tesis nos permite sugerir que las propuestas didácticas basadas en RV deben de considerar tres aspectos fundamentales: infraestructura, características de la plataforma de RV y aspectos pedagógicos, como se ilustra en la Tabla 62.

Tabla 62
Resumen de los principios de diseño

Aspectos de Infraestructura	Características de la Plataforma de RV	Aspectos Pedagógicos
Acceso a equipos y conectividad	Facilidad de uso	Formación técnica y pedagógica
Colaboración entre centros educativos	Accesibilidad	Diseño adaptable y personalizable
Soporte técnico y mantenimiento	Interactiva	Aprendizaje colaborativo y trabajo en equipo
Versión offline	Biblioteca de recursos	Creación por parte del alumnado
	Permitir la creación y reutilización de espacios 3D	Aprendizaje activo
	Compatible con una gama de dispositivos de RV	Retroalimentación por parte del docente
	Gestión de clases	Evaluación
	Seguridad y privacidad	
	Programación visual	
	Integrar evaluación	

Aspectos de Infraestructura

Muchos centros educativos se enfrentan a problemas de conectividad a internet y a la falta de equipos informáticos adecuados, lo que dificulta la implementación de tecnologías como la realidad virtual por parte de los docentes.

Para superar estas barreras, es fundamental que los centros educativos cuenten con los recursos necesarios, como gafas de RV, equipos informáticos

actualizados y conexiones a internet estables. Dado que el costo de los equipos y plataformas puede ser elevado, resulta crucial fomentar la colaboración entre centros educativos para compartir recursos, lo que ayudaría a reducir gastos y facilitar la integración de estas tecnologías.

Además, contar con un equipo de soporte técnico capacitado es esencial para resolver rápidamente cualquier problema con el hardware o software, evitando así interrupciones en las clases y desmotivación tanto en el alumnado como en el profesorado.

Asimismo, disponer de una versión offline es crucial en contextos donde la conexión a internet sea limitada o inexistente.

Características de la plataforma de RV

La plataforma de realidad virtual debe ser intuitiva y fácil de usar para garantizar una rápida adaptación tanto de docentes como de estudiantes. Dado que la curva de aprendizaje puede ser alta para quienes no están familiarizados con la tecnología, esto podría generar sentimientos de frustración o de sentirse abrumados. Por lo tanto, es fundamental que la plataforma cuente con una interfaz intuitiva acompañada de tutoriales y videotutoriales que guíen a los docentes en sus primeros pasos, considerando su limitado tiempo disponible.

Además, es importante que la plataforma sea accesible directamente a través de la web, sin necesidad de instalar software adicional, y que sea multiplataforma, permitiendo el acceso desde una amplia gama de dispositivos, incluidos teléfonos móviles y tabletas. Estos dispositivos, comúnmente utilizados en las escuelas, permitirían que docentes y estudiantes participen en actividades de RV sin necesidad de recurrir a equipos costosos.

La interactividad es clave para facilitar un aprendizaje experiencial y significativo. Los estudiantes deben tener la oportunidad de abordar conceptos abstractos de las disciplinas STEAM de forma práctica y tangible, participando activamente en la manipulación de objetos virtuales.

Para los docentes, la creación de objetos 3D puede suponer un desafío debido a la falta de tiempo o conocimiento técnico, por lo que la plataforma debe ofrecer una biblioteca amplia y actualizada de recursos 3D y permitir la

importación de objetos desde repositorios externos

Asimismo, debe posibilitar que los docentes creen recursos educativos o modifiquen y adapten aquellos compartidos por otros docentes, lo que les ahorraría tiempo y les permitiría personalizarlos según sus contextos específicos. Esto promovería una cultura de aprendizaje y colaboración entre los docentes.

La compatibilidad con una amplia gama de gafas de realidad virtual, desde dispositivos de gama alta hasta opciones más económicas para móviles como las Google Cardboard, también es esencial para asegurar que la RV sea más accesible en el ámbito educativo.

Además, la plataforma debe incluir herramientas para la gestión del aula, para que los docentes puedan observar el progreso del alumnado y proporcionar retroalimentación en tiempo real.

Asimismo, deben cumplir con los estándares de seguridad y privacidad, protegiendo la información personal de los estudiantes y asegurando que el contenido sea adecuado para su edad.

Una característica importante es que se incorpore la programación visual en la plataforma, considerando que no se requieran conocimientos avanzados de programación por parte de docentes y estudiantes. Sería conveniente que ofreciera opciones flexibles, como seleccionar entre bloques básicos y avanzados, para que al principio no se sientan abrumados y puedan avanzar según su progreso. Además, debería incluir la posibilidad de utilizar lenguajes de programación como TypeScript pensando en usuarios más experimentados.

La retroalimentación inmediata que la programación ofrece a los estudiantes sobre sus creaciones en 3D, permite que puedan realizar ajustes en tiempo real.

Por último, es importante que la plataforma permita integrar elementos de evaluación, como una lista de cotejo para que el estudiante conozca que elementos debe incluir en su escena 3D, así como la rúbrica de evaluación para que puedan hacer un seguimiento de su progreso en tiempo real.

Aspectos Pedagógicos

La falta de formación adecuada representa un desafío importante, para que los docentes puedan integrar de manera efectiva la realidad virtual en el aula. Es necesario que adquieran competencias tanto en aspectos técnicos como pedagógicos para maximizar las ventajas de esta tecnología. Su integración debe alinearse con el currículo, y enfocarse en el aprendizaje significativo, permitiendo al alumnado aplicar sus conocimientos teóricos en contextos prácticos y relevantes para ellos.

Facilitar el intercambio de experiencias y buenas prácticas entre docentes que ya utilizan la realidad virtual y aquellos que tienen interés o están en proceso de utilizarla resulta útil. La inclusión de un banco de recursos con actividades y proyectos que puedan servir de guía e inspiración y que puedan ser fácilmente adaptables a diferentes contextos educativos, puede reducir el tiempo de planificación y permite a los docentes ganar confianza mientras exploran nuevas ideas.

Al diseñar las actividades didácticas, es esencial que estas despierten el interés y sean relevantes para el alumnado, ya que se involucran y participan activamente cuando la tarea es significativa y está conectada con la vida real.

Además, las actividades deben promover habilidades clave como la resolución de problemas, la planificación, la colaboración y la reflexión, y deben atender a diferentes estilos y ritmos de aprendizaje, permitiendo que cada estudiante avance a su propio ritmo.

Las actividades también deben incorporar elementos que fomenten la colaboración en tiempo real y el trabajo en equipo dentro del entorno de realidad virtual, lo que puede facilitar el aprendizaje entre pares, y promueve competencias sociales esenciales, como la comunicación y la cooperación en un entorno de aprendizaje compartido, fundamentales en la educación STEAM.

Es fundamental que el alumnado pueda crear contenido educativo dentro de los entornos de RV, de acuerdo con los objetivos didácticos, permitiéndoles demostrar lo aprendido a través de sus creaciones y compartiéndolas con otros. Este proceso de creación no solo fomenta su participación activa, sino que también estimula su creatividad, y les ayuda a dar el paso de simples espectadores de realidad virtual a participantes activos, capaces de manipular,

crear y explorar.

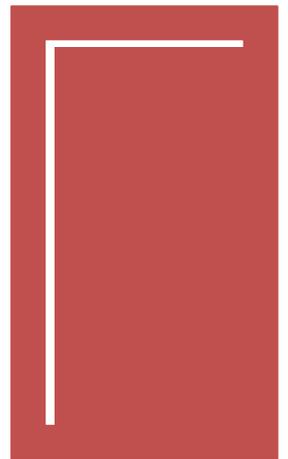
Al otorgarles control sobre el proceso creativo, se promueve su autonomía, creatividad y capacidad para enfrentar desafíos y resolver problemas. Las actividades pueden incluir la creación de narrativas interactivas, diálogos programados o pequeños juegos donde los estudiantes utilicen la programación, lo que contribuye al desarrollo de sus competencias STEAM y digitales.

Dado que las actividades de programación pueden implicar una alta carga cognitiva, y puede afectar el desempeño y la experiencia del alumnado, es fundamental plantear retos que progresen de lo simple a lo complejo, acompañados de materiales de apoyo y la orientación constante del docente.

El docente debe guiar a los estudiantes, ayudándoles a identificar en qué aspectos deben centrarse mientras aprenden a programar, tanto en el uso de los bloques, como en los resultados de su programación. Además, debe fomentar la confianza del alumnado en sus habilidades para completar la actividad con éxito, evitando que se sientan abrumados si realizan acciones de programación que no son relevantes. Si un estudiante obtiene resultados positivos, estará más motivado a realizar la actividad y las probabilidades de que quiera repetirla aumentarán.

Finalmente, es importante que los docentes valoren el proceso de creación, no solo el producto final, y ofrezcan alternativas de evaluación, como listas de cotejo y rúbricas, junto con retroalimentación entre pares de tal manera que aprendan juntos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS



- Abdusselam, M. S., & Karal, H. (2020). The effect of using augmented reality and sensing technology to teach magnetism in high school physics. *Technology, Pedagogy and Education*, 29(4), 407-424. <https://doi.org/10.1080/1475939X.2020.1766550>
- Adell, J. y Castañeda, L. (2012). Tecnologías emergentes, ¿pedagogías emergentes? En J. Hernández, M. Pennesi, D. Sobrino, A. Vázquez (Coords.). *Tendencias emergentes en educación con TIC*. pp. 13-32. Espiral.
- Adnan, A. H. M., Shak, M. S. Y., Karim, R. A., Tahir, M. H. M., & Shah, D. S. M. (2020). 360-degree videos, VR experiences and the application of Education 4.0 technologies in Malaysia for exposure and immersion. *Advances in Science, Technology and Engineering Systems Journal*, 5(1), 373-381. <https://doi.org/10.25046/aj050148>
- Aguilar, S. y Barroso, J. (2015). La triangulación de datos como estrategia en investigación educativa. *Píxel-Bit. Revista de Medios y Educación*, (47), 73-88. <https://recyt.fecyt.es/index.php/pixel/article/view/61672>
- Aguilera, D., & Ortiz-Revilla, J. (2021). STEM vs. STEAM education and student creativity: A systematic literature review. *Education Sciences*, 11, 331. <https://doi.org/10.3390/educsci11070331>
- Akman, E., & Çakır, R. (2020). The effect of educational virtual reality game on primary school students' achievement and engagement in mathematics. *Interactive Learning Environments*, 31(3), 1467-1484. <https://doi.org/10.1080/10494820.2020.1841800>
- Alfalah, S. (2018). Perceptions toward adopting virtual reality as a teaching aid in information technology. *Education and Information Technologies*, 23(6), 2633-2653. <https://doi.org/10.1007/s10639-018-9734-2>
- Amiel, T., & Reeves, T. C. (2008). Design-based research and educational technology: Rethinking technology and the research agenda. *Journal of educational technology & society*, 11(4), 29-40. <https://www.jstor.org/stable/jeductechsoci.11.4.29>

- Ammar, M., Al-Thani, N. J., & Ahmad, Z. (2024). Role of pedagogical approaches in fostering innovation among K-12 students in STEM education. *Social Sciences & Humanities Open*, 9, 100839. <https://doi.org/10.1016/j.ssaho.2024.100839>
- Amo, D., Fox, P., Fonseca, D., & Poyatos, C. (2021). Systematic review on which analytics and learning methodologies are applied in primary and secondary education in the learning of robotics sensors. *Sensors (Switzerland)*, 21(1), 1-21. <https://doi.org/10.3390/s21010153>
- Anderson, T., & Shattuck, J. (2012). Design-based research: A decade of progress in education research?. *Educational researcher*, 41(1), 16-25. <https://doi.org/10.3102/0013189X11428813>
- Anwar, S., Bascou, N. A., Menekse, M., & Kardgar, A. (2019). A systematic review of studies on educational robotics. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*, 9(2), 2. <https://doi.org/10.7771/2157-9288.1223>
- Arabit-García, J., García-Tudela, P. A., & Prendes-Espinosa, M. P. (2021). Uso de tecnologías avanzadas para la educación científica. *Revista Iberoamericana de Educación*, 87(1), 173-194. <https://doi.org/10.35362/rie8714591>
- Argyriou, L., Economou, D., & Bouki, V. (2020). Design methodology for 360° immersive video applications: the case study of a cultural heritage virtual tour. *Personal and Ubiquitous Computing*, 24(6), 843-859. <https://doi.org/10.1007/s00779-020-01373-8>
- Ashtari, N., Bunt, A., McGrenere, J., Nebeling, M., & Chilana, P. K. (2020). Creating augmented and virtual reality applications: Current practices, challenges, and opportunities. In *Proceedings of the 2020 CHI conference on human factors in computing systems* (pp. 1-13). <https://doi.org/10.1145/3313831.3376722>
- Atman Uslu, N., Yavuz, G. Ö., & Koçak Usluel, Y. (2023). A systematic review study on educational robotics and robots. *Interactive Learning Environments*, 31(9), 5874-5898. <https://doi.org/10.1080/10494820.2021.2023890>
- Ato, M., López, J. J. y Benavente, A. (2013). Un sistema de clasificación de los diseños de investigación en psicología. *Anales de Psicología*, 29(3), 1038-1059. <http://doi.org/10.6018/analesps.29.3.178511>

- Atta, G., Abdelsattar, A., Elfiky, D., Zahran, M., Farag, M., & Slim, S. O. (2022). Virtual reality in space technology education. *Education Sciences*, 12(12), 890. <https://doi.org/10.3390/educsci12120890>
- Autenrieth, N. (2023). Virtuelle Welten gestalten. Die CoSpaces App im Kontext aktiver Medienarbeit und STE (A) M Education. *technik-education (tedu). Fachzeitschrift für Unterrichtspraxis und Unterrichtsforschung im allgemeinbildenden Technikunterricht*, 3(1), 18-23. <https://doi.org/10.25656/01:26813>
- Azuma, R. T. (1997). A survey of augmented reality. *In Presence: Teleoperators & Virtual Environments*, 6(4), 355-385.
- Bakar, I. S. A., Sugiyarto, K. H., & Ikhsan, J. (2019). Effects of use 3D visualization virtual reality to increase scientific attitudes and cognitive learning achievement. *In Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1397, No. 1, p. 012040). IOP Publishing. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1397/1/012040>
- Bakker, A. & Telli, S. (2023). Primary school students' scientist perception and their attitudes towards science: A case study. *International Journal of Research in Education and Science* , 9(2), 473-511. <https://doi.org/10.46328/ijres.3087>
- Bakirci, H., Kirici, M. G., & Kara, Y. (2022). The Effectiveness of STEM-Supported Inquiry-Based Learning Approach on Conceptual Understanding of 7th Graders: Force and Energy Unit. *Journal of Science Learning*, 5(3), 452-468. <https://doi.org/10.17509/jsl.v5i3.43647>
- Baragash, R. S., Al-Samarraie, H., Moody, L., & Zaqout, F. (2022). Augmented Reality and Functional Skills Acquisition Among Individuals With Special Needs: A Meta-Analysis of Group Design Studies. *Journal of Special Education Technology*, 37(1), 74-81. <https://doi.org/10.1177/0162643420910413>
- Bedregal-Alpaca, N., Sharhorodska, O., Jiménez-González, L., & Arce-Apaza, R. (2020). A gamification experience and virtual reality in teaching astronomy in basic education. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 11(5). <https://doi.org/10.14569/IJACSA.2020.0110566>
- Belbase, S., Mainali, B.R., Kasemsukpipat, W., Tairab, H., Gochoo, M., & Jarrah, A. (2021). At the dawn of science, technology, engineering, arts, and mathematics

- (STEAM) education: prospects, priorities, processes, and problems. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*. <https://doi.org/10.1080/0020739X.2021.1922943>
- Berns, A; Reyes-Sánchez, S. (2021) A Review of Virtual Reality-Based Language Learning Apps. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 24 (1), 159-177. <http://doi.org/10.5944/ried.24.1.27486>
- Bers, M. U. (2018). Coding as a playground: Programming and computational thinking in the early childhood classroom. Nueva York: Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315398945>
- Bers, M. U., González-González, C., & Armas-Torres, M. B. (2019). Coding as a playground: Promoting positive learning experiences in childhood classrooms. *Computers & Education*, 138, 130-145. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.04.013>
- Boaventura, D., Faria, C., & Guilherme, E. (2020). Impact of an inquiry-based science activity about climate change on development of primary students' investigation skills and conceptual knowledge. *Interdisciplinary Journal of Environmental and Science Education*, 16(4), 2225. <https://doi.org/10.29333/ijese/8554>
- Bogusevski D., Muntean C. H., Muntean G. (2020). Teaching and learning physics using 3D virtual learning environment: A case study of combined virtual reality and virtual laboratory in secondary school. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 39(1), 5-18. <https://www.learntechlib.org/primary/p/210965/>
- Bradford, S., y Cullen, F. (2012). Research and research methods for youth practitioners. Routledge.
- Bursali, H., & Yilmaz, R. (2019). Effect of augmented reality applications on secondary school students' reading comprehension and learning permanency. *Computers in Human Behaviour*, 95, 126-135. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2019.01.035>

- Cabero Almenara, J. y Barroso Osuna, J.M. (2016). Posibilidades educativas de la Realidad Aumentada. *Journal of New Approaches in Educational Research*, 5 (1), 46-52. <https://doi.org/10.7821/naer.2016.1.140>
- Cai, S., Liu, E., Yang, Y., & Liang, J. (2019). Tablet-based AR technology: Impacts on students' conceptions and approaches to learning mathematics according to their self-efficacy. *British Journal of Educational Technology*, 50(1), 248-263. doi:<https://doi.org/10.1111/bjet.12718>
- Cai, Y., Pan, Z., & Liu, M. (2022). Augmented reality technology in language learning: A meta-analysis. *Journal of Computer Assisted Learning*, 38(4), 929-945. <https://doi.org/10.1111/jcal.12661>
- Calvert, J., & Abadia, R. (2020). Impact of immersing university and high school students in educational linear narratives using virtual reality technology. *Computers & Education*, 159, 104005. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.104005>
- Casal-Otero, L., Catala, A., Fernández-Morante, C., Taboada, M., Cebreiro, B., & Barro, S. (2023). AI literacy in K-12: A systematic literature review. *International Journal of STEM Education*, 10(1), 29. <https://doi.org/10.1186/s40594-023-00418-7>
- Çetin, H., Türkan, A. (2022). The Effect of Augmented Reality based applications on achievement and attitude towards science course in distance education process. *Educ Inf Technol* 27, 1397-1415 . <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10625-w>
- Chang, S. C., Hsu, T. C., & Jong, M. S. Y. (2020). Integration of the peer assessment approach with a virtual reality design system for learning earth science. *Computers & Education*, 146, 103758. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103758>
- Chang, S. C., Hsu, T. C., Chen, Y. N., & Jong, M. S. yung. (2020). The effects of spherical video-based virtual reality implementation on students' natural science learning effectiveness. *Interactive Learning Environments*, 28(7), 915-929. <https://doi.org/10.1080/10494820.2018.1548490>

- Chao, H. W., & Chang, C. R. (2018). Using augmented reality to enhance and engage students in learning mathematics. *Advances in Social Sciences Research Journal*, 5(12), 455-464 <https://doi.org/10.14738/assrj.512.5900>
- Chatzopoulos, A., Kalogiannakis, M., Papadakis, S., Papoutsidakis, M., Elza, D., & Psycharis, S. (2021). DuBot: An Open-Source, Low-Cost Robot for STEM and Educational Robotics. In *Handbook of Research on Using Educational Robotics to Facilitate Student Learning* (pp. 441-465). IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-7998-6717-3.ch018>
- Checa, D., & Bustillo, A. (2020). A review of immersive virtual reality serious games to enhance learning and training. *Multimedia Tools and Applications*, 79(9), 5501-5527. <https://doi.org/10.1007/s11042-019-08348-9>
- Chen, L., Chen, P., & Lin, Z. (2020). Artificial intelligence in education: A review. *IEEE Access*, 8, 75264-75278. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2988510>
- Chen, J. C., Huang, Y., Lin, K. Y., Chang, Y. S., Lin, H. C., Lin, C. Y., & Hsiao, H. S. (2019). Developing a hands-on activity using virtual reality to help students learn by doing. *Journal of Computer Assisted Learning*, 36(1), 46-60. <https://doi.org/10.1111/jcal.12389>
- Chen, X., Zheng, J., Du, Y., & Tang, M. (2020). Intelligent course plan recommendation for higher education: a framework of decision tree. *Discrete Dynamics in Nature and Society*, 2020, 1-11. <https://doi.org/10.1155/2020/7140797>
- Chen, X., Zou, D., Xie, H., & Cheng, G. (2021). Twenty years of personalized language learning. *Educational Technology & Society*, 24(1), 205-222. <https://www.jstor.org/stable/10.2307/26977868>
- Cheng, K. H., & Tsai, C. C. (2019). A case study of immersive virtual field trips in an elementary classroom: Students' learning experience and teacher-student interaction behaviors. *Computers & Education*, 140, 103600. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103600>
- Cheng, M. F., Lo, Y. H., & Cheng, C. H. (2024). The impact of STEM curriculum on students' engineering design abilities and attitudes toward STEM. *International*

- Journal of Technology and Design Education*, 1-29.
<https://doi.org/10.1007/s10798-024-09883-9>
- Cheng, Y., Wang, Y., Cheng, I., & Chen, N. (2019). An in-depth analysis of the interaction transitions in a collaborative augmented reality-based mathematic game. *Interactive Learning Environment*, 27(5-6), 782-796.
doi:<https://doi.org/10.1080/10494820.2019.1610448>
- Chi, P. G., & Idris, M. Z. (2021). Employing Virtual Reality (VR) Technology with Experiential Learning Perspective to Enhance Students' Learning Experience. *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*, 11(4), 650-655. <http://dx.doi.org/10.6007/IJARBS/v11-i4/9712>
- Chien, S. Y., Hwang, G. J., & Jong, M. S. Y. (2020). Effects of peer assessment within the context of spherical video-based virtual reality on EFL students' English-speaking performance and learning perceptions. *Computers & Education*, 146, 103751. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103751>
- Ching, Y.-H., Yang, D., Wang, S., Baek, Y., Swanson, S., & Chittoori, B. (2019). Elementary school student development of STEM attitudes and perceived learning in a STEM integrated robotics curriculum. *TechTrends*, 63(5), 590-601.
<https://doi.org/10.1007/s11528-019-00388-0>
- Ching, YH., & Hsu, YC. (2023). Educational Robotics for Developing Computational Thinking in Young Learners: A Systematic Review. *TechTrends*. 1-12 <https://doi.org/10.1007/s11528-023-00841-1>
- Chiu, T. K. (2021). A holistic approach to the design of artificial intelligence (AI) education for K-12 schools. *TechTrends*, 65(5), 796-807.
<https://doi.org/10.1007/s11528-021-00637-1>
- Chiu, T.K.F., Li, Y. (2023). How Can Emerging Technologies Impact STEM Education?. *Journal for STEM Educ Res* 6, 375-384
<https://doi.org/10.1007/s41979-023-00113-w>
- Chng, E., Tan, A.L. & Tan, S.C.(2023). Examining the Use of Emerging Technologies in Schools: a Review of Artificial Intelligence and Immersive Technologies in STEM Education. *Journal for STEM Educ Res* 6, 385-407
<https://doi.org/10.1007/s41979-023-00092-y>

- Cividatti, L. N., Morales, V. A. ., & Bego, A. M. (2021). Incidence of Design-Based Research Methodology in Science Education Articles: A Bibliometric Analysis. *Revista Brasileira De Pesquisa Em Educação Em Ciências*, e25369, 1-22. <https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2021u657678>
- Coban, M., Bolat, Y. I., & Goksu, I. (2022). The potential of immersive virtual reality to enhance learning: A meta-analysis. *Educational Research Review*, 36, 100452. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2022.100452>
- Codina, L (2024). "Revisiones tradicionales, sistemáticas o de alcance: ¿cómo elegir el tipo de revisión de la literatura que corresponde en cada caso? [Traditional, systematic, or scoping reviews: how to choose the type of literature review that is appropriate in each case?]". *Infonomy*, 2(2) e24021. <https://doi.org/10.3145/infonomy.24.021>
- Constantinou, C. P., Rannikmae, M., Sjøberg, S., Gago, J. M., Ziman, J., Caro, P., Davies, G., & Parchmann, I. (2005). *Europe Needs More Scientists: Report by the High-Level Group on Increasing Human Resources for Science and Technology*. Belgium: European Commission. disponible https://institutoprospectiva.pt/publicacoes/HLWGReportfinal_2004_en.pdf
- Córcoles-Charcos, M., Tirado-Olivares, S., González-Calero Somoza, J. A., & Cózar-Gutiérrez, R. (2023). Uso de entornos de realidad virtual para la enseñanza de la Historia en educación primaria. *Education in the Knowledge Society (EKS)*, 24, e28382. <https://doi.org/10.14201/eks.28382>
- Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2018). *Research design: qualitative, quantitative, and mixed methods approaches*. Fifth edition. Los Angeles, SAGE.
- Creswell, J. W., y Miller, D. L. (2000). Determining validity in qualitative inquiry. *Theory into Practice*, 39(3), 124-131. https://doi.org/10.1207/s15430421tip3903_2
- de Benito Crosetti, B., & Salinas Ibáñez, J. M. (2016). La Investigación Basada en Diseño en Tecnología Educativa. *RiITE Revista Interuniversitaria de Investigación en Tecnología Educativa*. <https://doi.org/10.6018/riite2016/260631>
- Dengel, A., Buchner, J., Mulders, M., & Pirker, J. (2023). Levels of immersive teaching and learning: Influences of challenges in the everyday classroom. In P.

- MacDowell & J. Lock (Eds.), *Immersive education: Designing for learning* 107-122. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-18138-2_7
- Denscombe, M. (2014). *The good research guide For small-scale social research projects* Fifth Edition. McGraw-Hill Education.
- Denzin, N. K. (2017). Critical qualitative inquiry. *Qualitative Inquiry*, 23(1), 8-16. <https://doi.org/10.1177/1077800416681864>
- Design-based Research Collective (2003). Design-based research: An emerging paradigm for educational Inquiry. *Educational Researcher*, 32(1), 5-8. <https://doi.org/10.3102/0013189x032001005>
- Di Natale, A. F., Repetto, C., Riva, G., & Villani, D. (2020). Immersive virtual reality in K-12 and higher education: A 10-year systematic review of empirical research. *British Journal of Educational Technology*, 51(6), 2006-2033. <https://doi.org/10.1111/bjet.13030>
- Diego-Mantecon, J. M., Prodromou, T., Lavicza, Z., Blanco, T. F., & Ortiz-Laso, Z. (2021). An attempt to evaluate STEAM project-based instruction from a school mathematics perspective. *ZDM - Mathematics Education*, 53(5), 1137-1148. <https://doi.org/10.1007/s11858-021-01303-9>
- Domènech-Casal, J. (2018). Aprendizaje Basado en Proyectos en el marco STEM. Componentes didácticas para la Competencia Científica. *Ápice. Revista de Educación Científica*, 2(2). <https://doi.org/10.17979/arec.2018.2.2.4524>
- Dubé, A.K., Wen, R. (2022). Identification and evaluation of technology trends in K-12 education from 2011 to 2021. *Educ Inf Technol* 27, 1929-1958. <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10689-8>
- Elias, C. M.; Vargas, S. I.; Castillo, K. V. B. (2021). La realidad virtual en la experiencia educativa de pregrado. *Delectus*, 4(1), 139-145. <https://doi.org/10.36996/delectus.v4i1.72>
- Esteve-Mon, F. M., Cela-Ranilla, J., & de Benito Crosetti, B. (2019). DBR: una estrategia metodológica para investigar en tecnología educativa.
- Esteve-Mon, F., Cela-Ranilla, J. M. y de Benito-Crosetti, B. (2019). DBR: una estrategia metodológica para investigar en tecnología educativa. En M. G.

- Cervera, V. E. González y J. L. L. Cantabrana (Eds.), *¿Cómo abordar la educación del futuro?: Conceptualización, desarrollo y evaluación desde la competencia digital docente* (pp. 79-92). Octaedro.
- Evrpidou, S., Georgiou, K., Doitsidis, L., Amanatiadis, A. A., Zinonos, Z., & Chatzichristofis, S. A. (2020). Educational robotics: Platforms, competitions and expected learning outcomes. *IEEE access*, 8, 219534-219562. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3042555>
- Fernandes, F. A., Rodrigues, C. S. C., Teixeira, E. N., & Werner, C. M. (2023). Immersive learning frameworks: A systematic literature review. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 16(5), 736-747. <https://doi.org/10.1109/TLT.2023.3242553>
- Ferrarelli, P., & Iocchi, L. (2021). Learning newtonian physics through programming robot experiments. *Technology, Knowledge and Learning*, 26(4), 789-824. <https://doi.org/10.1007/S10758-021-09508-3/FIGURES/21>
- Ferrero, M., Vadillo, MA., & León, SP. (2021) Is project-based learning effective among kindergarten and elementary students? A systematic review. *PLoS ONE* 16(4): e0249627. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0249627>
- Fransson, G., Holmberg, J., & Westelius, C. (2020). The challenges of using head mounted virtual reality in K-12 schools from a teacher perspective. *Education and Information Technologies*, 25(4), 3383-3404. <https://doi.org/10.1007/s10639-020-10119-1>
- Gargrish, S., Mantri, A., Singh, G., & Harun (2020). Measuring Students' Motivation towards Virtual Reality Game-Like Learning Environments. In *2020 Indo-Taiwan 2nd International Conference on Computing, Analytics and Networks (Indo-Taiwan ICAN)* , 164-169. <https://doi.org/10.1109/Indo-TaiwanICAN48429.2020.9181362>
- Garzón, J. & Acevedo, J. (2019). Meta-analysis of the impact of augmented reality on students' learning gains. *Educational Research Review*, 27, 244-260. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2019.04.001>

- Garzón, J.(2021). An overview of twenty-five years of augmented reality in education, *Multimodal Technol. Interact.* 5(7) , 37. <https://doi.org/10.3390/mti5070037>
- Garzón, J., Baldiris, S., Gutiérrez, J., & Pavón, J. (2020). How do pedagogical approaches affect the impact of augmented reality on education? A meta-analysis and research synthesis. *Educational Research Review*, 31, 100334. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2020.100334>
- Garzón, J., Pavón, J. & Baldiris, S. (2019). Systematic review and meta-analysis of augmented reality in educational settings. *Virtual Reality* 23, 447-459. <https://doi.org/10.1007/s10055-019-00379-9>
- Gargrish, S., Mantri, A., Singh, G., & Harun (2020). Measuring Students' Motivation towards Virtual Reality Game-Like Learning Environments. In *2020 Indo-Taiwan 2nd International Conference on Computing, Analytics and Networks (Indo-Taiwan ICAN)* , 164-169. <http://dx.doi.org/10.1109/Indo-TaiwanICAN48429.2020.9181362>
- Guan, C., Mou, J., & Jiang, Z. (2020). Artificial intelligence innovation in education: A Twenty-year data-driven historical analysis. *International Journal of Innovation Studies*, 4(4), 134-147. <https://doi.org/10.1016/j.ijis.2020.09.001>
- Hamilton, D., McKechnie, J., Edgerton, E., & Wilson, C. (2021). Immersive virtual reality as a pedagogical tool in education: a systematic literature review of quantitative learning outcomes and experimental design. *Journal of Computers in Education*, 8(1), 1-32. <https://doi.org/10.1007/s40692-020-00169-2>
- Han, I. (2020). Immersive virtual field trips in education: A mixed-methods study on elementary students' presence and perceived learning. *British Journal of Educational Technology*, 51(2), 420-435. <https://doi.org/10.1111/bjet.12842>
- Heintz, F. (2021). Three interviews about k-12 ai education in america, europe, and singapore. *KI Kunstliche Intelligenz*, 35(2), 233-237. <https://doi.org/10.1007/s13218-021-00730-w>
- Hernandez, R., Fernandez, C. y Baptista, P. (2010). Metodología de la investigación. Mexico: McGraw-Hill.

- Hodgson, P., Lee, V. W., Chan, J. C., Fong, A., Tang, C. S., Chan, L., & Wong, C. (2019). Immersive virtual reality (IVR) in higher education: Development and implementation. In M. Dieck & T. Jung (Eds.), *Augmented reality and virtual reality: The power of AR and VR for business*, 161-173. New York: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-06246-0_12
- Hong, L. (2023). The impact of educational robots on students' computational thinking: A meta-analysis of K-12. *Educ Inf Technol* 1-26 <https://doi.org/10.1007/s10639-023-12415-y>
- Huang, W., Roscoe, R. D., Johnson-Glenberg, M. C., & Craig, S. D. (2021). Motivation, engagement, and performance across multiple virtual reality sessions and levels of immersion. *Journal of Computer Assisted Learning*, 37(3), 745-758. <https://doi.org/10.1111/jcal.12520>
- Huang, X., & Qiao, C. (2024). Enhancing computational thinking skills through artificial intelligence education at a STEAM high school. *Science & Education*, 33(2), 383-403. <https://doi.org/10.1007/s11191-022-00392-6>
- Hwang, G. J., Xie, H., Wah, B. W., & Gašević, D. (2020). Vision, challenges, roles and research issues of Artificial Intelligence in Education. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 1, 100001. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2020.100001>
- Ikhsan, J., Sugiyarto, K., & Astuti, T. (2020). Fostering student's critical thinking through a virtual reality laboratory. *International Journal of Interactive Mobile Technologies (iJIM)*, 14(08), pp. 183-195. <https://doi.org/10.3991/ijim.v14i08.13069>
- Innocenti, E., Geronazzo, M., Vescovi, D., Nordahl, R., Serafin, S., Ludovico, L. A., & Avanzini, F. (2019). Mobile virtual reality for musical genre learning in primary education. *Computers & Education*, 139, 102-117. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.04.010>
- Ioannou, A., & Makridou, E. (2018). Exploring the potentials of educational robotics in the development of computational thinking: A summary of current research and practical proposal for future work. *Educ Inf Technol* 23, 2531-2544. <https://doi.org/10.1007/s10639-018-9729-z>

- Ivarson, E., Erlandsson, V., Faraon, M., & Khatib, S. (2024). Augmented reality and gamification in higher education: Designing mobile interaction to enhance students' motivation and learning. *E-Learning and Digital Media*, 0(0). <https://doi.org/10.1177/20427530241239981>
- Ji, Y., & Han, Y. (2019). Monitoring Indicators of the Flipped Classroom Learning Process based on Data Mining-Taking the Course of "Virtual Reality Technology" as an Example. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 14(3). <https://doi.org/10.3991/ijet.v14i03.10105>
- Jia, Y., & Qi, R. (2023). Influence of an immersive virtual environment on learning effect and learning experience. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 18(6), 83-95. <https://doi.org/10.3991/ijet.v18i06.37815>
- Jiang, Y., Popov, V., Li, Y., Myers, P. L., Dalrymple, O., & Spencer, J. A. (2021). "It's like i'm really there": Using VR experiences for STEM career development. *Journal of Science Education and Technology*, 30, 877-888. <https://doi.org/10.1007/s10956-021-09926-z>
- Jin, Q., Liu, Y., Yuan, Y., Yarosh, L., & Rosenberg, E. S. (2020). VWorld: an immersive VR system for learning programming. In *Proceedings of the 2020 ACM interaction Design and children conference: Extended abstracts* (pp. 235-240). <https://doi.org/10.1145/3397617.3397843>
- Jochecová, K., Černý, M., Stachoň, Z., Švedová, H., Káčová, N., Chmelík, J., Brůža, V., Kvarda, O., Ugwitz, P., Šašinková, A., Fořtová, N., Šašinka, Č. (2022). Geography education in a collaborative virtual environment: a qualitative study on geography teachers. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 11(3), 180. <https://doi.org/10.3390/ijgi11030180>
- Jong, M. S. Y. (2023). Flipped classroom: motivational affordances of spherical video-based immersive virtual reality in support of pre-lecture individual learning in pre-service teacher education. *Journal of Computing in Higher Education*, 35(1), 144-165. <https://doi.org/10.1007/s12528-022-09334-1>
- Julià, C., & Antolí, J. Ò. (2019). Impact of implementing a long-term STEM-based active learning course on students' motivation. *International Journal of*

- Technology and Design Education*, 29(2), 303-327.
<https://doi.org/10.1007/s10798-018-9441-8>
- Kaplan, A., & Haenlein, M. (2019). Siri, Siri, in my hand: Who's the fairest in the land? On the interpretations, illustrations, and implications of artificial intelligence. *Business horizons*, 62(1), 15-25.
<https://doi.org/10.1016/j.bushor.2018.08.004>
- Khattib, H., Alt, D. (2024). A quasi-experimental study on the advantages of digital gamification using CoSpaces Edu application in science education. *Educ Inf Technol*. <https://doi.org/10.1007/s10639-024-12635-w>
- Kelly, G. J., & Cunningham, C. M. (2019). Epistemic tools in engineering design for K-12 education. *Science Education*, 103, 1080-1111.<https://doi.org/10.1002/sce.21513>
- Kersting, M., Bondell, J., Steier, R., & Myers, M. (2023). Virtual reality in astronomy education: Reflecting on design principles through a dialogue between researchers and practitioners. *International Journal of Science Education*, Part B, 14(2) 157-176. <https://doi.org/10.1080/21548455.2023.2238871>
- Khattib, H., & Alt, D. (2024) A quasi-experimental study on the advantages of digital gamification using CoSpaces Edu application in science education. *Educ Inf Technol* . <https://doi.org/10.1007/s10639-024-12635-w>
- Khattib, H., Alt, D. (2024)A quasi-experimental study on the advantages of digital gamification using CoSpaces Edu application in science education. *Educ Inf Technol* . <https://doi.org/10.1007/s10639-024-12635-w>
- Klees, G., & Tillmann, A. (2015). Design-based research als Forschungsansatz in der Fachdidaktik Biologie. *Journal für Didaktik der Biowissenschaften*, 6, 91-110.
<https://www.didaktik-biowissenschaften.de/wp-content/uploads/2021/11/Design-Based-Research.pdf>
- Konrad, T., Wiek, A., & Barth, M. (2020). Embracing conflicts for interpersonal competence development in project-based sustainability courses. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 21(1), 76-96. <https://doi.org/10.1108/IJSHE-06-2019-0190>

- Kumar, V. V., Carberry, D., Beenfeldt, C., Andersson, M. P., Mansouri, S. S., & Gallucci, F. (2021). Virtual reality in chemical and biochemical engineering education and training. *Education for Chemical Engineers*, 36, 143-53. <https://doi.org/10.1016/j.ece.2021.05.002>
- Kurniawan, C., Rosmansyah, Y., & Dabarsyah, B. (2019), July. A systematic literature review on virtual reality for learning. In *2019 IEEE 5th International Conference on Wireless and Telematics (ICWT)* (pp. 1-4). IEEE. <https://doi.org/10.1109/icwt47785.2019.8978263>
- Kuznetcova, I., Glassman, M., Tilak, S., Wen, Z., Evans, M., Pelfrey, L., & Lin, T. J. (2023). Using a mobile Virtual Reality and computer game to improve visuospatial self-efficacy in middle school students. *Computers & Education*, 192, 104660. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2022.104660>
- Laine J, Korhonen T, Hakkarainen K (2023). Primary school students' experiences of immersive virtual reality use in the classroom. *Cogent Educ* 10(1), 1-22. <https://doi.org/10.1080/2331186X.2023.2196896>
- Larkin, K., & Lowrie, T. (2023). Teaching Approaches for STEM Integration in Pre- and Primary School: a Systematic Qualitative Literature Review. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 21(Suppl 1), 11-39. <https://doi.org/10.1007/s10763-023-10362-1>
- Le, H.C., Nguyen, V.H., & Nguyen, T.L. (2023). Integrated STEM Approaches and Associated Outcomes of K-12 Student Learning: A Systematic Review. *Education Sciences*, 13(3), 297. <https://doi.org/10.3390/educsci13030297>
- Leavy, A., L. Dick, M., Meletiou-Mavrotheris, E., Papparistodemou., & E. Stylianou. (2023). "The Prevalence and Use of Emerging Technologies in STEAM Education: A Systematic Review of the Literature." *Journal of Computer Assisted Learning* 39 (4): 1061-1082. <https://doi.org/10.1111/jcal.12806>
- Lee, E. A. L., & Wong, K. W. (2014). Learning with desktop virtual reality: Low spatial ability learners are more positively affected. *Computers & Education*, 79, 49-58. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2014.07.010>
- Levinson, R., & PARRISE Consortium. (2014). Socio-scientific issue-based learning: taking off from STEPWISE. In J. Bencze (Ed.), *Science & technology education*

promoting wellbeing for individual, societies & environments. Dordrecht: Springer Science + Business Media B.V.

Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación. *Boletín Oficial del Estado*. <https://www.boe.es/eli/es/lo/2006/05/03/2>

Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa. *Boletín oficial del Estado*, 295, de 10 de diciembre de 2013. <https://www.boe.es/buscar/pdf/2013/BOE-A-2013-12886-consolidado.pdf>

Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación. (2020). *Boletín Oficial del Estado*, 340, de 30 de diciembre de 2020, 122868-122953. <https://www.boe.es/boe/dias/2020/12/30/pdfs/BOE-A-2020-17264.pdf>

Li, C., Ip, H. H., Wong, Y. M., & Lam, W. S. (2020). An empirical study on using virtual reality for enhancing the youth's intercultural sensitivity in Hong Kong. *Journal of Computer Assisted Learning*, 36(5), 625-635. <https://doi.org/10.1111/jcal.12432>

Li, F., Wang, X., He, X., Cheng, L., & Wang, Y. (2023). How augmented reality affected academic achievement in K-12 education - a meta-analysis and thematic-analysis. *Interactive Learning Environments*, 31(9), 5582-5600. <https://doi.org/10.1080/10494820.2021.2012810>

Lin, K. Y., Wu, Y. T., Hsu, Y. T., & Williams, P. J. (2021). Effects of infusing the engineering design process into STEM project-based learning to develop preservice technology teachers' engineering design thinking. *International Journal of STEM Education*, 8, 1-15. <https://doi.org/10.1186/s40594-020-00258-9>

Lin, Y. J., & Wang, H. C. (2021). Using virtual reality to facilitate learners' creative self-efficacy and intrinsic motivation in an EFL classroom. *Education and Information Technologies* 26, 4487-4505 . <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10472-9>

Lin, Y. H., Lin, H. C. K., Wang, T. H., & Wu, C. H. (2023). Integrating the STEAM-6E model with virtual reality instruction: The contribution to motivation,

- effectiveness, satisfaction, and Creativity of Learners with Diverse Cognitive styles. *Sustainability*, 15(7), 6269. <https://doi.org/10.3390/su15076269>
- Lion-Bailey, C., Lubinsky, J., & Shippee, M. (2023). The XR ABC framework: Fostering immersive learning through augmented and virtual realities. In P. MacDowell & J. Lock (Eds.), *Immersive education: Designing for learning* 123-134. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-18138-2_8
- Liu, C. C., Guo, Y., Hwang, G. J., Tu, Y. F., & Wang, Z. (2023). Effects of an article-structure strategy-based spherical video-based virtual reality approach on EFL learners' English reading comprehension and learning conceptions. *Interactive Learning Environments*, 1-18. <https://doi.org/10.1080/10494820.2022.2155840>
- Liu, X., Wang, X., Xu, K., & Hu, X. (2023). Effect of Reverse Engineering Pedagogy on Primary School Students' Computational Thinking Skills in STEM Learning Activities. *Journal of Intelligence*, 11(2), 36. <https://doi.org/10.3390/jintelligence11020036>
- Lo, C.K., Ng, D.T.K., & Ng, F. (2024). Observing Mathematical Properties in the Virtual World: An Exploratory Study of Online Independent Learning of Locus Concepts. *Int J of Sci and Math Educ* <https://doi.org/10.1007/s10763-024-10466-2>
- LOE (2006). Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación. *Boletín Oficial del Estado*, 106, de 4 de mayo de 2006, 17158-17207. <https://www.boe.es/buscar/pdf/2006/BOE-A-2006-7899-consolidado.pdf>
- Long, D., & Magerko, B. (2020). What is AI literacy? Competencies and design considerations. In *Proceedings of the 2020 CHI conference on human factors in computing systems* (pp. 1-16). <https://doi.org/10.1145/3313831.3376727>
- López Simó, V., Couso Lagarón, D., & Simarro Rodríguez, C. (2020). Educación STEM en y para el mundo digital: El papel de las herramientas digitales en el desempeño de prácticas científicas, ingenieriles y matemáticas. *Revista de Educación a Distancia (RED)*, 20(62). <https://doi.org/10.6018/red.410011>
- Lopezosa, C. (2020). Entrevistas semiestructuradas con NVivo: pasos para un análisis cualitativo eficaz. En: Lopezosa C, Díaz-Noci J, Codina L, (ed). *Anuario de Métodos de Investigación en Comunicación Social*, n.1 (p.88-97). Barcelona:

DigiDoc-Universitat

Pompeu

Fabra.

<http://dx.doi.org/10.31009/methodos.2020.i01.08>

Luo, H., Li, G., Feng, Q., Yang, Y., & Zuo, M. (2021). Virtual reality in K-12 and higher education: A systematic review of the literature from 2000 to 2019. *Journal of Computer Assisted Learning*, 37(3), 887-901. <https://doi.org/10.1111/jcal.12538>

Maas, M. J., & Hughes, J. M. (2020). Virtual, augmented and mixed reality in K-12 education: A review of the literature. *Technology, Pedagogy and Education*, 29(2), 231-249. <https://doi.org/10.1080/1475939X.2020.1737210>

McMaster, N., Carey, M. D., Martin, D. A., & Martin, J. (2023). Raising primary school boys' and girls' awareness and interest in STEM-related activities, subjects, and careers: An exploratory case study. *NAER: Journal of New Approaches in Educational Research*, 12(1), 1-18. <https://doi.org/10.7821/naer.2023.1.1135>

Macmillan, J., & Schumacher, S. (2012). *Investigación educativa*. Madrid: Pearson

Makransky, G., & Lilleholt, L. (2018). A structural equation modeling investigation of the emotional value of immersive virtual reality in education. *Educational Technology Research and Development*, 66(5), 1141-1164. <https://doi.org/10.1007/s11423-018-9581-2>

Mangina, E., Psyrra, G., Screpanti, L., & Scaradozzi, D. (2023). Robotics in the Context of Primary and Pre-School Education: A Scoping Review. *IEEE Transactions on Learning Technologies*. vol. 17, pp. 342-363 <https://doi.org/10.1109/TLT.2023.3266631>

Marín-Díaz, V.; Sampedro Requena, B. E.; Vega Gea, E. (2022). La realidad virtual y aumentada en el aula de secundaria. *Campus Virtuales*, 11(1), 225-236. <https://doi.org/10.54988/cv.2022.1.1030>

Markula, A., & Aksela, M. (2022). The key characteristics of project-based learning: how teachers implement projects in K-12 science education. *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research*, 4(1), 2. <https://doi.org/10.1186/s43031-021-00042-x>

Marougkas, A., Troussas, C., Krouska, A., & Sgouropoulou, C. (2023). Virtual Reality in Education: A Review of Learning Theories, Approaches and Methodologies for

- the Last Decade. *Electronics*, 12(13), 2832.
<https://doi.org/10.3390/electronics12132832>
- Maroungkas, A., Troussas, C., Krouska, A., & Sgouropoulou, C. (2024). How personalized and effective is immersive virtual reality in education? A systematic literature review for the last decade. *Multimedia Tools and Applications*, 83(6), 18185-18233. <https://doi.org/10.1007/s11042-023-15986-7>
- Massot, I., Dorio, I. y Sabariego, M. (2004). Estrategias de recogida y análisis de la información. En R. Bisquerra (Ed.), *Metodología de la investigación educativa* (págs. 329-366). Madrid: La Muralla.
- Matovu, H., Ungu, D. A. K., Won, M., Tsai, C. C., Treagust, D. F., Mocerino, M., & Tasker, R. (2021). Immersive virtual reality for science learning: Design, implementation, and evaluation. *Studies in Science Education*, 59(2), 205-244. <https://doi.org/10.1080/03057267.2022.2082680>
- McFaul, H., & FitzGerald, E. (2020). A realist evaluation of student use of a virtual reality smartphone application in undergraduate legal education. *British Journal of Educational Technology*, 51(2), 572-589. <https://doi.org/10.1111/bjet.12850>
- McKenney S. (2001) Computer-Based Support for Science Education Materials Developers in Africa: Exploring Potentials (Tesis doctoral inédita). University of Twente, Enschede, Países Bajos. <https://doi.org/10.3990/1.9789036516426>
- McKenney, S., & Reeves, T. (2018). *Conducting educational design research*. Routledge.
- Milgram, P., & Kishino, F. (1994). A taxonomy of mixed reality visual displays. *IEICE TRANSACTIONS on Information and Systems*, 77(12), 1321-1329.
- Miles, M. y Huberman, A.M. (1984). *Qualitative data analysis. A source book of new methods*. Beverly Hills. Sage.
- Minocha, S., Tudor, A. D., & Tilling, S. (2017). Affordances of mobile virtual reality and their role in learning and teaching. In *Electronic Visualisation and the Arts (EVA 2017)*. BCS Learning & Development. <http://doi.org/10.14236/ewic/HCI2017.44>

- Mohamed, K., Dorgham, Y., & Sharaf, N. (2021). Kodockly: Using a tangible robotic kit for teaching programming. In B. Csapó & J. Uhomoihi (Eds.), *International conference proceeding on computer supported education (CSEDU)* (pp. 137-147). Springer Nature. <https://doi.org/10.5220/0010446401370147>
- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., Altman, D. G., & Grp, P. (2009). Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA Statement. *Journal of Clinical Epidemiology*, 89(9), 1006-1012. <http://doi.org/10.1371/journal.pmed.1000097>
- Monita, F. A., & Ikhsan, J. (2020). Development Virtual Reality IPA (VR-IPA) learning media for science learning. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1440, No. 1, p. 012103). IOP Publishing. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1440/1/012103>
- Morales, P. (2011). Guía para construir cuestionarios y escalas de actitudes. Madrid: Universidad Pontificia Comillas.
- Muspiroh, N., Nada, S., & Kusmawan, U. (2024). Enhancing Students' Scientific Argumentation Skills through STEM-Based Problem Based Learning. *International Journal of Research in STEM Education*, 6(1), 85-96. <https://doi.org/10.33830/ijrse.v6i1.1691>
- Mystakidis, S. (2022). Metaverse. *Enciclopedia*, 2(1), 486-49. <https://doi.org/10.3390/encyclopedia2010031>
- Neuman, D. (2014). Qualitative research in educational communications and technology: A brief introduction to principles and procedures. *Journal Computer High Education*, 26, 69-86. <https://doi.org/10.1007/s12528-014-9078-x>
- Newby, P. (2014). *Research Methods for Education* (2nd Ed.). London: Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315758763>
- Ng, D. T. K., Leung, J. K. L., Chu, S. K. W., & Qiao, M. S. (2021). Conceptualizing AI literacy: An exploratory review. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 2, 100041. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2021.100041>
- Ng, D. T. K., Leung, J. K. L., Su, M. J., Yim, I. H. Y., Qiao, M. S., & Chu, S. K. W. (2023). *AI literacy in K-16 classrooms*. Springer International Publishing AG.

Ng, D.T.K., Ng, R.C.W., & Chu, S.K.W. (2023). Engaging students in virtual tours to learn language and digital literacy. *J. Comput. Educ.* 10, 575-602. <https://doi.org/10.1007/s40692-023-00262-2>

Orden ECD/65/2015, de 21 de enero, por la que se describen las relaciones entre las competencias, los contenidos y los criterios de evaluación de la educación primaria, la educación secundaria obligatoria y el bachillerato. *Ministerio de Educación, Cultura y Deporte*. <https://www.boe.es/boe/dias/2015/01/29/pdfs/BOE-A-2015-738.pdf>

Ouyang, F., & Xu, W. (2024). The effects of educational robotics in STEM education: a multilevel meta-analysis. *IJ STEM Ed* 11, 7 <https://doi.org/10.1186/s40594-024-00469-4>

Ouyang, F., Dinh, T.A. & Xu, W. (2023). A Systematic Review of AI-Driven Educational Assessment in STEM Education. *Journal for STEM Educ Res* 6, 408-426 <https://doi.org/10.1007/s41979-023-00112-x>

Palacios, B., Gutiérrez García, A. y Sánchez, M. C. (2013). NVIVO una herramienta de utilidad en el mundo de la comunicación. En *Actas del 2º Congreso Nacional sobre Metodología de la Investigación en Comunicación*, 1003-1018. <http://uvadoc.uva.es/handle/10324/3070>

Pande, P., Thit, A., Sørensen, A. E., Mojsoska, B., Moeller, M. E., & Jepsen, P. M. (2021). Long-Term Effectiveness of Immersive VR Simulations in Undergraduate Science Learning: Lessons from a Media-Comparison Study. *Research in Learning Technology*, 29. <https://doi.org/10.25304/rlt.v29.2482>

Papadakis, S. (2020). Robots and Robotics Kits for Early Childhood and First School Age. *International Journal of Interactive Mobile Technologies (IJIM)*, 14(18), pp. 34-56. <https://doi.org/10.3991/ijim.v14i18.16631>

Papanastasiou, G., Drigas, A., Skianis, C., Lytras, M., & Papanastasiou, E. (2019). Virtual and augmented reality effects on K-12, higher and tertiary education students' twenty-first century skills. *Virtual Reality*, 23(4), 425-436. <https://doi.org/10.1007/s10055-018-0363-2>

Papanastasiou, G., Drigas, A., Skianis, C., Lytras, M., & Papanastasiou, E. (2019). Virtual and augmented reality effects on K-12, higher and tertiary education

- students' twenty-first century skills. *Virtual Reality*, 23(4), 425-436. <https://doi.org/10.1007/s10055-018-0363-2>
- Parmaxi, A. (2020). Virtual reality in language learning: A systematic review and implications for research and practice. *Interactive Learning Environments*, 1-14, <https://doi.org/10.1080/10494820.2020.1765392>
- Patterson, T., & Han, I. (2019). Learning to teach with virtual reality: Lessons from one elementary teacher. *TechTrends*, 63(4), 463-469. <https://doi.org/10.1007/s11528-019-00401-6>
- Pellas, N., Mystakidis, S., & Kazanidis, I. (2021). Immersive virtual reality in K-12 and higher education: A systematic review of the last decade scientific literature. *Virtual Reality*, 25, 835-861. <https://doi.org/10.1007/s10055-020-00489-9>
- Perales, F. J., & Aróstegui, J. L. (2021). The STEAM approach: Implementation and educational, social and economic consequences. *Arts Education Policy Review*, 125(2), 59-67. <https://doi.org/10.1080/10632913.2021.1974997>
- Petersen, G. B., Klingenberg, S., Mayer, R. E., & Makransky, G. (2020). The virtual field trip: Investigating how to optimize immersive virtual learning in climate change education. *British Journal of Educational Technology*, 51(6), 2099-2115. <https://doi.org/10.1111/bjet.12991>
- Prendes Espinosa, M. P., & Cerdán Cartagena, F. (2021). Tecnologías avanzadas para afrontar el reto de la innovación educativa. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 24(1), pp. 35-53. <https://doi.org/10.5944/ried.24.1.28415>
- Plomp, T. (2013). Educational design research: an introduction. In T. Plomp & N. Nieveen (Eds), *Educational design research. An introduction*, (pp. 11-50). SLO
- Radianti, J., Majchrzak, T. A., Fromm, J., & Wohlgenannt, I. (2020). A systematic review of immersive virtual reality applications for higher education: Design elements, lessons learned, and research agenda. *Computers & Education*, 147, 103778. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103778>
- Radu, I., & Schneider, B. (2019). What Can We Learn from Augmented Reality (AR)? Benefits and Drawbacks of AR for Inquiry-based Learning of Physics. *In Proceedings*

- of the 2019 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (pp. 1-12). <https://doi.org/10.1145/3290605.3300774>
- Ramansyah, W., Aini, N., Arkadiantika, I., & Satiantoro, A. F. R. N. (2020). Development of virtual reality technology in environmental pollution media learning content for junior high school students. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1511, No. 1, p. 012026). IOP Publishing. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1511/1/012026>
- Ramansyah, W., Aini, N., Fitriansyah, W., & Pratama, M. D. (2021, March). Virtual reality and educational game to learn Madurese history and alphabet for elementary school students. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1842, No. 1, p. 012012). IOP Publishing. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1842/1/012012>
- Real Decreto 157/2022, de 1 de marzo, por el que se establecen la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Primaria. *Boletín Oficial del Estado*, 52, de 2 de marzo de 2022. <https://www.boe.es/boe/dias/2022/03/02/pdfs/BOE-A-2022-3296.pdf>
- Recomendación del Consejo de la Unión Europea, de 22 de mayo de 2018, relativa a las competencias clave para el aprendizaje permanente (2018/C 189/01). *Diario Oficial de la Unión Europea*. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/HTML/?uri=CELEX%3A32018H0604%2801%29>
- Remolar, I., Rebollo, C., & Fernández-Moyano, J. A. (2021). Learning history using virtual and augmented reality. *Computers*, 10(11), 146. <https://doi.org/10.3390/computers10110146>
- Riadil, I. G. (2020). Teaching English: An afresh sophisticated technique to cultivate digital native learners' vocabulary by utilizing seesaw media as digital literacy. *Journal of Research on English and Language Learning* (J-REaLL), 1(2), 62-68. <https://doi.org/10.33474/j-reall.v1i2.6855>
- Ridha, M., Arief, D., & Desyandri, D. (2023). Development of Integrated Thematic Learning Based on Seesaw in Fifth-Grade Elementary School. *AL-ISHLAH: Jurnal Pendidikan*, 15(4), 6278-6288. <https://doi.org/10.35445/alishlah.v15i4.3609>

- Rocard, M., Csermely, P., Jorde, D., Lenzen, D., Walwerg-Heriksson, H., & Hemmo, V. (2007). *Science Education Now: a new pedagogy for the future of Europe*. Report for the European Commission. disponible: <https://www.eesc.europa.eu/sites/default/files/resources/docs/rapportrocardfinal.pdf>
- Rodríguez Ortega, P. G., Jaraíces, R. C., Romero-Ariza, M., & Montejo, M. (2019). Developing Students' Scientific Reasoning Abilities with an Inquiry-Based Learning Methodology: Applying FTIR Spectroscopy to the Study of Thermodynamic Equilibria in Hydrogen-Bonded Species. *Journal of Chemical Education*, 96(5), 1022-1028. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.8b00875>
- Romano, M., Díaz, P., & Aedo, I. (2020). Empowering teachers to create augmented reality experiences: the effects on the educational experience. *Interactive Learning Environments*, 1-18. <https://doi.org/10.1080/10494820.2020.1851727>
- Romero-Ariza, M. (2014). Uniendo investigación, política y práctica educativas: DBR, desafíos y oportunidades. *Magis, Revista Internacional de Investigación en Educación*, 7(14), 159-176. <https://doi.org/10.11144/Javeriana.M7-14.UIPP>
- Rou, L. Y., & Yunus, M. M. (2020). The Use of Seesaw in Increasing Pupils' Reading Interest. *Universal Journal of Educational Research*, 8(6), 2391-2396. <https://doi.org/10.13189/ujer.2020.080623>
- Ruiz-Bartolomé, E., & Greca, I. M. (2023). Extracurricular Program for Girls to Improve Competencies and Self-Concept in *Science and Technology*. *Education Sciences*, 13(1), 70. <https://doi.org/10.3390/educsci13010070>
- Rupp, M. A., Odette, K. L., Kozachuk, J., Michaelis, J. R., Smither, J. A., & McConnell, D. S. (2019). Investigating learning outcomes and subjective experiences in 360-degree videos. *Computers & Education*, 128, 256-268. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.09.015>
- Russell, S., & Norvig, P. (2021). *Artificial Intelligence, global edition a modern approach*. Pearson Deutschland.
- Sáez López, J. M., Otero, R. B., & De Lara García-Cervigón, S. (2021). Introducing robotics and block programming in elementary education. *RIED-Revista*

- Iberoamericana de Educacion a Distancia*, 24(1), 95-113. <https://doi.org/10.5944/ried.24.1.27649>
- Sally Wu, Y. H., & Alan Hung, S. T. (2022). The Effects of virtual reality infused instruction on Elementary School Students' English-Speaking performance, willingness to Communicate, and learning autonomy. *Journal of Educational Computing Research*, 60(6), 1558-1587. <https://doi.org/10.1177/073563312111068207>
- Sánchez Vera, M. del M. (2019). El pensamiento computacional en contextos educativos: una aproximación desde la Tecnología Educativa. *Research in Education and Learning Innovation Archives*, 23, 24. <https://doi.org/10.7203/realia.23.15635>
- Sapounidis, T., & Alimisis, D. (2021). Educational robotics curricula: Current trends and shortcomings. In *Educational Robotics International Conference* (pp. 127-138). Cham: Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-77022-8_12
- Sat, M., Ilhan, F., & Yukselturk, E. (2023). Comparison and evaluation of augmented reality technologies for designing interactive materials. *Education and Information Technologies*, 28(9), 11545-11567. <https://doi.org/10.1007/s10639-023-11646-3>
- Segarra-Morales, A.K., & Juca-Aulestia, M. (2024). Strategies and Skills in STEAM Education Systematic Review of the Literature. In: Rocha, Á., Ferrás, C., Hochstetter Diez, J., Diéguez Rebolledo, M. (eds) Information Technology and Systems. ICITS 2024. Lecture Notes in Networks and Systems, vol 932. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-54235-0_36
- Segura, R. J., del Pino, F. J., Ogáyar, C. J., & Rueda, A. J. (2020). VR-OCKS: A virtual reality game for learning the basic concepts of programming. *Computer Applications in Engineering Education*, 28(1), 31-41. <https://doi.org/10.1002/cae.22172>
- Serrano, J.L., Sánchez, M.M., & Solano, I.M. (2021). Una primera mirada hacia el pensamiento computacional en el currículo educativo de Infantil y Primaria en

- España. En M. Ruiz (Ed.), *Robótica y Currículum. Monográfico ERW2021*. <http://hdl.handle.net/10201/115083>
- Shim, H., Lee, H. (2022). The effect of design education using virtual reality-based coding on student competence and educational satisfaction. *Educ Inf Technol* 27, 4577-4597 . <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10730-w>
- Skulmowski, A. (2023). Ethical issues of educational virtual reality. *Computers & Education: X Reality*, 2, 100023. <https://doi.org/10.1016/j.cexr.2023.100023>
- Snelson, C., & Hsu, Y. C. (2020). Educational 360-degree videos in virtual reality: A scoping review of the emerging research. *TechTrends*, 64(3), 404-412. <https://doi.org/10.1007/s11528-019-00474-3>
- Sophokleous, A., Christodoulou, P., Doitsidis, L., & Chatzichristofis, S. A. (2021). Computer vision meets educational robotics. *Electronics*, 10(6), 730. <https://doi.org/10.3390/electronics10060730>
- Southgate, E. (2023). Teachers facilitating student virtual reality content creation: Conceptual, curriculum, and pedagogical insights. In *Immersive education: Designing for learning* (pp. 189-204). Cham: Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-031-18138-2_12
- Southgate, E., Smith, S. P., Cividino, C., Saxby, S., Kilham, J., Eather, G., Scevak, J., Summerville, D., Buchanan, R., Bergin, C. (2019). Embedding immersive virtual reality in classrooms: Ethical, organisational and educational lessons in bridging research and practice. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 19, 19-29. <https://doi.org/10.1016/j.ijcci.2018.10.002>
- Spiegel, J. S. (2018). The ethics of virtual reality technology: Social hazards and public policy recommendations. *Science and engineering ethics*, 24(5), 1537-1550. <https://doi.org/10.1007/s11948-017-9979-y>
- Su, J., & Yang, W. (2022). Artificial intelligence in early childhood education: A scoping review. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 100049. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2022.100049>
- Suciana, D., Hartinawati, Sausan, I., & Meliza. (2023). A Meta-Analysis Study: The Effect of Problem Based Learning Integrated with STEM on Learning

- Outcomes. *European Journal of Education and Pedagogy*, 4(2), 133-138.
<https://doi.org/10.24018/ejedu.2023.4.2.619>
- Sukirman, S., Ibharim, L. F. M., Said, C. S., & Murtiyasa, B. (2022). A strategy of learning computational thinking through game based in virtual reality: Systematic review and conceptual framework. *Informatics in Education*, 21(1), 179-200.
<https://doi.org/10.15388/infedu.2022.07>
- Sullivan, A., y Bers, M. U. (2019). Investigating the use of robotics to increase girls' interest in engineering during early elementary school. *International Journal of Technology and Design Education*, 29(5), 1033-1051.
<https://doi.org/10.1007/s10798-018-9483-y>
- Sun, J. C. Y., Ye, S. L., Yu, S. J., & Chiu, T. K. (2023). Effects of wearable hybrid AR/VR learning material on high school students' situational interest, engagement, and learning performance: The case of a physics laboratory learning environment. *Journal of Science Education and Technology*, 32(1), 1-12.
<https://doi.org/10.1007/s10956-022-10001-4>
- Syawaludin, A., Gunarhadi, G., & Rintayati, P. (2019). Development of augmented reality based interactive multimedia to improve critical thinking skills in science learning. *International Journal of Instruction*, 12(4), 331-344.
<https://doi.org/10.29333/iji.2019.12421a>
- Tang, Y.M., Au, K.M., Lau, H.C.W., Ho, G.T.S., Wu, C.H. (2020) Evaluating the effectiveness of learning design with mixed reality (MR) in higher education. *Virtual Reality* 24, 797-807. <https://doi.org/10.1007/s10055-020-00427-9>
- Thibaut, L., Ceuppens, S., De Loof, H., De Meester, J., Goovaerts, L., Struyf, A., Boeve-de Pauw, J., Dehaene, W., Deprez, J., De Cock, M., Hellinckx, L., Knipprath, H., Langie, G., Struyven, K., Van de Velde, D., Van Petegem, P., & Depaepe, F. (2018). Integrated STEM education: a systematic review of instructional practices in secondary education. *European Journal of STEM Education*, 3(1), 02. <https://doi.org/10.20897/ejsteme/85525>

- Thomas, J. W. (2000). A review of research on project-based learning. 2000. *The Autodesk Foundation: San Rafael*. Recuperado de http://www.bobpearlman.org/BestPractices/PBL_Research.pdf
- Tilhou R., Taylor V., & Crompton H. (2020). 3D Virtual Reality in K-12 Education: A Thematic Systematic Review. In: Yu S., Ally M., Tsinakos A. (eds) *Emerging Technologies and Pedagogies in the Curriculum. Bridging Human and Machine: Future Education with Intelligence*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-15-0618-5_10
- Tinoca, L., Piedade, J., Santos, S., Pedro, A., & Gomes, S. (2022). Design-based research in the educational field: A systematic literature review. *Education sciences*, 12(6), 410. <https://doi.org/10.3390/educsci12060410>
- Triana, D., Anggraito, Y. U., & Ridlo, S. (2020). Effectiveness of environmental change learning tools based on STEM-PjBL towards 4C skills of students. *Journal of Innovative Science Education*, 9(2), 181-187. <https://doi.org/10.15294/JISE.V8I3.34048>
- Trigueros, C., Rivera, E. y Rivera, I. (2018). Técnicas conversacionales y narrativas. Investigación cualitativa con software NVivo. Universidad de Granada.
- Trindade, V. A. (2016). Entrevistando en investigación cualitativa y los imprevistos en el trabajo de campo: de la entrevista semiestructurada a la entrevista no estructurada. En P. Schettini e I. Cortazzo (Eds.). *Técnicas y estrategias de investigación cualitativa. Editorial de la Universidad de la Plata* (pp. 18-34). Editorial de la Universidad de la Plata. <https://bit.ly/49sYazu>
- Triviño-Tarradas, P., Mohedo-Gatón, A., Fernández, R. E. H., Mesas-Carrascosa, F. J., & Carranza-Cañadas, P. (2022). Preliminary results of the impact of 3d-visualization resources in the area of graphic expression on the motivation of university students. *Virtual Reality*, 26, 963-978. <https://doi.org/10.1007/s10055-021-00606-2>
- Tsai, S. C., Chen, C. H., Shiao, Y. T., Ciou, J. S., & Wu, T. N. (2020). Precision education with statistical learning and deep learning: a case study in Taiwan. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 17(1), 1-13. <https://doi.org/10.1186/s41239-020-00186-2>

- Valero-Franco, C., & Berns, A. (2024). A virtual reality app created with CoSpaces: Student perceptions and attitudes. In M. Bowdon, K.Yee, & W. Dorner (Eds.), *Ethical considerations of virtual reality in the college classroom* (pp. 164-179). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781003329718>
- Valverde-Berrocoso, J. (2016). La investigación en Tecnología Educativa y las nuevas ecologías del aprendizaje: Design-Based Research (DBR) como enfoque metodológico. *RiiTE Revista Interuniversitaria de Investigación en Tecnología Educativa*. <https://doi.org/10.6018/riite/2016/257931>
- van Dinther, R., de Putter, L., & Pepin, B. (2023). Features of immersive virtual reality to support meaningful chemistry education. *Journal of Chemical Education*, 100(4), 1537-1546. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.2c01069>
- Veletsianos, G. (2010). A definition of emerging technologies for education. In Veletsianos, G. (ed.) *Emerging technologies in distance education* (pp. 3-22). Athabasca, CA: Athabasca University Press
- Villena Taranilla, R., Cózar-Gutiérrez, R., González-Calero, J. A., & López Cirugeda, I. (2019). Strolling through a city of the Roman Empire: an analysis of the potential of virtual reality to teach history in Primary Education. *Interactive Learning Environments*, 30(4), 608-618. <https://doi.org/10.1080/10494820.2019.1674886>
- Wademan, M. R. (2005). Utilizing Development Research to Guide People Capability Maturity Model Adoption Considerations. Recuperado de http://surface.syr.edu/idde_etd/12/
- Wademan, M. (2005). Utilizing Development Research to Guide People Capability Maturity Model Adoption Considerations. Unpublished doctoral dissertation, Syracuse University. New York.
- Walshe, N., & Driver, P. (2019). Developing reflective trainee teacher practice with 360-degree video. *Teaching and Teacher Education*, 78, 97-105. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2018.11.009>
- Wang, C. P., Lan, Y. J., Tseng, W. T., Lin, Y. T., & Gupta, K. C. L. (2019). On the effects of 3D virtual worlds in language learning - a meta-analysis. *Computer*

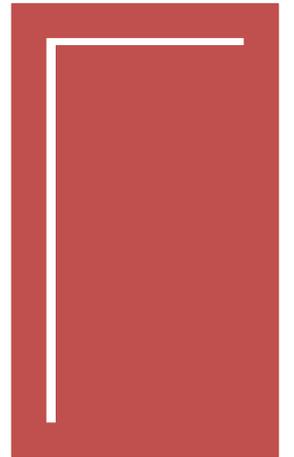
- Assisted Language Learning*, 33(8), 891-915.
<https://doi.org/10.1080/09588221.2019.1598444>
- Wang, H. Y., & Sun, J. C. Y. (2021). Real-time virtual reality co-creation: collective intelligence and consciousness for student engagement and focused attention within online communities. *Interactive Learning Environments*, 1-14. <https://doi.org/10.1080/10494820.2021.1928711>
- Wang, H.-Y., & Sun, J. C.-Y. (2022). Influences of Online Synchronous VR Co-Creation on Behavioral Patterns and Motivation in *Knowledge Co-Construction*. *Educational Technology & Society*, 25(2), 31-47. <https://www.jstor.org/stable/48660122>
- Wang, X. M., Hu, Q. N., Hwang, G. J., & Yu, X. H. (2023). Learning with digital technology-facilitated empathy: an augmented reality approach to enhancing students' flow experience, motivation, and achievement in a biology program. *Interactive Learning Environments*, 31(10), 6988-7004. <https://doi.org/10.1080/10494820.2022.2057549>
- Wartman, S. A., & Combs, C. D. (2018). Medical education must move from the information age to the age of artificial intelligence. *Academic Medicine*, 93(8), 1107-1109. <https://doi.org/10.1097/ACM.0000000000002044>
- Wee, C., Yap, K. M., & Lim, W. N. (2022). iProgVR: Design of a Virtual Reality Environment to Improve Introductory Programming Learning. *IEEE Access*, 10, 100054-100078. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3204392>
- Weng, X., Chiu, T. K., & Tsang, C. C. (2022). Promoting student creativity and entrepreneurship through real-world problem-based maker education. *Thinking Skills and Creativity*, 45, 101046. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2022.101046>
- Wilson, C. (2014). Semi-Structured Interviews. *Interview Techniques for UX Practitioners*, 23-41. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-410393-1.00002-8>
- Wilson, K. (2021). Exploring the challenges and enablers of implementing a stem project-based learning programme in a diverse junior secondary context. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 19(5), 881-897. <https://doi.org/10.1007/s10763-020-10103-8>
- Wing, J. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33-36 <https://doi.org/10.1145/1118178.11182>

- Wiratman, A., Bungawati, B., & Rahmadani, E. (2023). Project-Based Learning Integrated With Science, Technology, Engineering, and Mathematics (Stem) To the Critical Thinking Skills of Students in Elementary School. *SITTAH: Journal of Primary Education*, 4(2), 167-180. <https://doi.org/10.30762/sittah.v4i2.1828>
- Wizaka, W., Suharjanto, G., & Wangidjaja, W. (2020). The new teaching method using virtual reality technology in building technology subject. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 426, No. 1, p. 012080). IOP Publishing. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/426/1/012080>
- Woon, A. P. N., Mok, W. Q., Chieng, Y. J. S., Zhang, H. M., Ramos, P., Mustadi, H. B., & Lau, Y. (2021). Effectiveness of virtual reality training in improving knowledge among nursing students: A systematic review, meta-analysis and meta-regression. *Nurse Education Today*, 98, 104655. <https://doi.org/10.1016/j.nedt.2020.104655>
- Wu, W. C.V., Manabe, K., Marek, M. W., & Shu, Y. (2021). Enhancing 21st-century competencies via virtual reality digital content creation. *Journal of Research on Technology in Education*, 55(3), 388-410 <https://doi.org/10.1080/15391523.2021.1962455>
- Wu, W. C.V., Manabe, K., Marek, M. W., & Shu, Y. (2021). Enhancing 21st-century competencies via virtual reality digital content creation. *Journal of Research on Technology in Education*, 55(3), 388-410 <https://doi.org/10.1080/15391523.2021.1962455>
- Wu, W. L., Hsu, Y., Yang, Q. F., Chen, J. J., & Jong, M. S. Y. (2021). Effects of the self-regulated strategy within the context of spherical video-based virtual reality on students' learning performances in an art history class. *Interactive Learning Environments*, 31(4), 2244-2267. <https://doi.org/10.1080/10494820.2021.1878231>
- Wu, B., Yu, X., & Gu, X. (2020). Effectiveness of immersive virtual reality using head-mounted displays on learning performance: A meta-analysis. *British Journal of Educational Technology*, 51(6), 1991-2005. <https://doi.org/10.1111/bjet.13023>

- Xu, W., & Ouyang, F. (2022). The application of AI technologies in STEM education: a systematic review from 2011 to 2021. *International Journal of STEM Education*, 9(59), <https://doi.org/10.1186/s40594-022-00377-5>.
- Yang, Q. F., Lin, H., Hwang, G. J., Su, P. Y., & Zhao, J. H. (2022). An exploration-based SVVR approach to promote students' chemistry learning effectiveness. *Interactive Learning Environments*, 1-25. <https://doi.org/10.1080/10494820.2022.2135106>
- Yang, T.-H., Sun, H., Chen, C.-C., Huang, C.-C., & Yang, Y.-R. (2020). Virtual reality applied to astronomy education in primary and middle school. In J. C. Hung, N. Y. Yen, & J.-W. Chang (Eds.), *Frontier computing* (pp. 222-226). Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-15-3250-4_27
- Yeh, H. C., Tseng, S. S., & Heng, L. (2022). Enhancing EFL students' intracultural learning through virtual reality. *Interactive Learning Environments*, 30(9), 1609-1618. <https://doi.org/10.1080/10494820.2020.1734625>
- Yu, J., Denham, A.R. & Searight, E. (2022). A systematic review of augmented reality game-based Learning in STEM education. *Education Tech Research Dev* 70, 1169-1194. <https://doi.org/10.1007/s11423-022-10122-y>
- Yuliati, L., Yogismawati, F., Purwaningsih, E., & Affriyenni, Y. (2021). Concept acquisition and scientific literacy of physics within inquiry-based learning for STEM Education. In *Journal of Physics: Conference Series* , 1835(1), 012012. IOP Publishing. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1835/1/012012>
- Zakaria, M. A. Z. M., Abuhassna, H., & Ravindaran, K. (2020). Virtual reality acceptance in classrooms: A case study in teaching science. *International Journal of Advanced Trends in Computer Science and Engineering*, 9(2), 1280-1294. <https://doi.org/10.30534/ijatcse/2020/58922020>
- Zampirolli, F. A., Borovina Josko, J. M., Venero, M. L., Kobayashi, G., Fraga, F. J., Goya, D., & Savegnago, H. R. (2021). An experience of automated assessment in a large-scale introduction programming course. *Computer Applications in Engineering Education*, 29(5), 1284-1299. <https://doi.org/10.1002/cae.22385>
- Zhang, Y., Ahmed, A., Liang, HN., Baghaei, N. (2023). Exploring the Transformative Potential of Virtual Reality in History Education: A Scoping Review. In

- International Conference on Web-Based Learning vol 14409 (pp. 107-121). Singapore: Springer Nature Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-99-8385-8_9
- Zhao, G., Zhang, L., Chu, J., Zhu, W., Hu, B., He, H., & Yang, L. (2023). An Augmented Reality Based Mobile Photography Application to Improve Learning Gain, Decrease Cognitive Load, and Achieve Better Emotional State. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 39(3), 643-658. <https://doi.org/10.1080/10447318.2022.2041911>
- Zhao, J., Xu, X., Jiang, H., & Ding, Y. (2020). The effectiveness of virtual reality-based technology on anatomy teaching: a meta-analysis of randomized controlled studies. *BMC medical education*, 20(1), 1-10. <https://doi.org/10.1186/s12909-020-1994-z>
- Zheng, J., Xing, W., Zhu, G., Chen, G., Zhao, H., & Xie, C. (2020). Profiling self-regulation behaviors in STEM learning of engineering design. *Computers & Education*, 143, 103669. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103669>
- Zhong, B., & Xia, L. (2020). A systematic review on exploring the potential of educational robotics in mathematics education. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 18(1), 79-101. <https://doi.org/10.1007/s10763-018-09939-y>
- Zhou, Y., Ji, S., Xu, T. y Wang, Z. (2018). Promoting Knowledge Construction: A Model for Using Virtual Reality Interaction to Enhance Learning. *Procedia informática* , 130 , 239-246. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2018.04.035>

ANEXOS



ANEXO 2: HOJA DE INFORMACIÓN DEL PROYECTO AL ALUMNADO

UNIVERSIDAD DE
MURCIA

Vicerrectorado de
Investigación y Transferencia

CEI

Comisión de
Ética de
Investigación

CMM
CAMPUS MARE NOSTRUM

HOJA DE INFORMACIÓN PARTICIPANTES

Estimado alumno/alumna.:

Mi nombre es Ascensión Robles y soy estudiante de Doctorado en Tecnología Educativa de la Universidad de Murcia, me pongo en contacto contigo ya que nos gustaría contar con tu participación, junto con el resto de tus compañeros de clase, en el estudio de investigación de mi Tesis Doctoral.

El trabajo está dirigido por la profesora Titular de la citada Universidad, Da. Isabel Ma Solano Fernández y se realizará en el curso (2018-2019) en el centro educativo Pedro Poveda de Jaén, los resultados de la investigación se orientan a la mejora de la práctica educativa.

Título del Proyecto de Investigación

“Análisis del uso pedagógico de la programación en un entorno de realidad virtual para el desarrollo de las competencias STEAM en la educación primaria”

Mi objetivo

Explorar las posibilidades de realidad virtual y la programación para la educación

¿En qué va a consistir tu participación?

Va a consistir en crear historias utilizando la realidad virtual y después programar los personajes y objetos en 3D que hayas creado para que cobren vida. Además de eso te pediré que rellenes unos cuestionarios para conocer tu competencia digital.

Se estima que estemos trabajando a lo largo de doce sesiones de cuarenta y cinco minutos, en las asignaturas de Natural Sciences y Social Sciences.

Si en algún momento quieres abandonar tu participación en el estudio puedes hacerlo sin dar explicaciones y sin que ello te suponga perjuicio alguno

Confidencialidad

En el proceso de elaboración del informe de investigación se guardará en todo momento la privacidad necesaria para salvaguardar tu identidad como participante en la investigación, conforme al Reglamento (UE) 2016/679 del Parlamento Europeo y del Consejo de 27 de abril de 2016 de protección de datos de carácter personal.

En consecuencia, te solicitamos atentamente firmes y entregues la hoja de consentimiento informado que se adjunta.

Agradeciendo de antemano tu colaboración, te saluda atentamente

Fdo. Ascensión Robles Melgarejo

(Investigador, y la persona que proporciona la información y la hoja de consentimiento informado)

Teléfono de contacto: 7227 96 210 y correo electrónico a.roblesmelgarejo@um.es

Dra. Isabel María Solano Fernández. Teléfono de contacto: 868 88 80 37 y correo electrónico: imsolano@um.es

Dra. María del Mar Sánchez Vera. Teléfono de contacto: 868 88 80 37 y correo electrónico: mmarsanchez@um.es

ANEXO 3: DECLARACIÓN DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

UNIVERSIDAD DE
MURCIA

Vicerrectorado de
Investigación

CEI Comisión de
Ética de
Investigación

CAMPUS MARE NOSTRUM

DECLARACIÓN DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

Estimado padre/madre, tutor/a del menor con:

Nombre y apellidos..... de años de edad¹ y con DNI nº (en caso de que lo tenga), manifiesta que ha sido informado/a sobre los beneficios del proyecto de investigación en el marco de la Tesis Doctoral titulado “ANÁLISIS DEL USO PEDAGÓGICO DE LA PROGRAMACIÓN EN UN ENTORNO DE REALIDAD VIRTUAL PARA EL DESARROLLO DE LAS COMPETENCIAS STEAM EN LA EDUCACIÓN PRIMARIA”, que realizará la alumna Ascensión Robles Melgarejo, y que será dirigido por la Dra. María del Mar Sánchez Vera y la Dra. Isabel María Solano Fernández (ambas de la Facultad de Educación de la Universidad de Murcia, con la finalidad de analizar la integración de la programación en un entorno de realidad virtual como estrategia metodológica en Educación Primaria, y que la Tesis Doctoral cuenta con el certificado del Comité Ético correspondiente), teléfono de contacto: 868 88 80 37 y correo electrónico: imsolano@um.es, del Doctorado Interuniversitario en Tecnología Educativa (curso académico 2018 – 2019).

Usted también manifiesta que:

- Tras haber leído la Hoja de Información, ha sido informado/a de que el proceso a seguir para la recogida de datos, no genera perjuicios sobre el bienestar y salud del niño/a.
- Ha sido informado de que los datos personales del niño/a serán protegidos e incluidos en un fichero que deberá estar sometido a y con la garantía de Reglamento (UE) 2016/679 del Parlamento Europeo y del Consejo de 27 de abril de 2016, de Protección de Datos de Carácter Personal.
- Ha sido informado de que al niño/a se le ha explicado detalladamente la investigación y que el menor ha mostrado interés en participar. Así como también, tanto si es a voluntad suya como propia del niño/a, este/a podrá abandonar en cualquier momento su participación en el estudio sin dar explicaciones y sin que ello le suponga perjuicio alguno, garantizando en todo momento la confidencialidad del participante.
- Se le ha entregado una Hoja de Información como responsable legal del niño/a y una copia de este Consentimiento Informado, fechado y firmado.

Tomando todo ello en consideración, OTORGO mi CONSENTIMIENTO a que la participación del niño/a tenga lugar y sea utilizada para cubrir los objetivos especificados en el marco de la Tesis Doctoral.

En _____, a _____ de _____ de 2019.

Fdo. D (Padre, tutor)

(Indique su nombre, apellidos y firma).

Fdo. Dña (Madre, tutora)

(Indique su nombre, apellidos y firma).

Fdo. Ascensión Robles Melgarejo

(Investigador)



¹ En caso de ser menor de edad, deberá acompañarse en todo caso del consentimiento informado expreso de ambos padres.

(Con carácter general, deberá recogerse la firma de ambos progenitores; en caso de firmar uno solo, indicará expresamente que el otro también ha sido informado y consiente en la participación del menor).

ANEXO 4: COMPETENCIA DIGITAL DEL ALUMNADO (CACDA)



Cuestionario de Autopercepción de la Competencia Digital del Alumnado de tercer ciclo de Educación Primaria

El cuestionario que presentamos a continuación forma parte de un proyecto de investigación que tiene como finalidad conocer la competencia digital de los estudiantes de 5º y 6º de educación primaria. Tu opinión es muy importante y te pedimos respondas con sinceridad y confianza, nadie sabrá lo que contestaste porque no tienes que escribir tu nombre.

Si no entiendes alguna pregunta, pide a la persona encargada que te la explique

¡Muchas gracias por tu colaboración!

[Cambiar de cuenta](#)



No compartido

* Indica que la pregunta es obligatoria

Centro Educativo *

Marca tu centro en el siguiente menú desplegable

Elige

Curso *

- 5º de Primaria
 6º de Primaria

Grupo *

- A
 B
 C

Eres *

- Chico
 Chica

INSTRUCCIONES

- Las preguntas tienen una escala que va del 1 al 8, marca el recuadro que consideres oportuno siendo:

1 Me siento NADA CAPAZ
8 Me siento MUY CAPAZ

- Para avanzar en el cuestionario, debes hacer clic en el botón "SIGUIENTE"

- Es MUY IMPORTANTE que cuando acabes hagas clic en el botón 'ENVIAR' para que se guarden tus respuestas.

¡ MUCHO ÁNIMO Y ADELANTE!



<https://doodlezoo.com/wallpaper-308763/>

Dimensión 1: Aprendiz empoderado

Me siento capaz de:

Utilizar distintos programas para editar imágenes, audio o video digital *

1 2 3 4 5 6 7 8

Cambiar el tipo de letra, color y el tamaño de un texto cuando lo selecciono *

1 2 3 4 5 6 7 8

Nada capaz Muy capaz

Cambiar el tipo de letra, color y el tamaño de un texto cuando lo selecciono *

1 2 3 4 5 6 7 8

Nada capaz Muy capaz

Identificar y utilizar los formatos de archivo más adecuados (ejemplo: word, pdf, hoja excel, mp4, jpg) *

1 2 3 4 5 6 7 8

Nada capaz Muy capaz

Buscar información en internet y seleccionar la más adecuada para realizar mis tareas *

1 2 3 4 5 6 7 8

Nada capaz Muy capaz

Guardar archivos y contenidos digitales (textos, imágenes, música, videos y páginas web). *

1 2 3 4 5 6 7 8

Nada capaz Muy capaz

Dimensión 2: Ciudadano digital

Me siento capaz de:

Tomar medidas básicas para proteger mis dispositivos (ejemplo: anti-virus, contraseñas, etc) *

	1	2	3	4	5	6	7	8	
Nada capaz	<input type="radio"/>	Muy capaz							

No comparto información personal, ni contraseñas, en internet y las redes sociales *

	1	2	3	4	5	6	7	8	
No soy capaz	<input type="radio"/>	Muy capaz							

Compartir archivos y contenido a través de internet , respetando los derechos de autor. *

	1	2	3	4	5	6	7	8	
No soy capaz	<input type="radio"/>	Muy capaz							

Tener cuidado cuando recibo mensajes de personas que no conozco *

	1	2	3	4	5	6	7	8	
No soy capaz	<input type="radio"/>	Muy capaz							

Dimensión 3 :Constructor de conocimiento

Me siento capaz de:

Utilizar programas para realizar presentaciones (PowerPoint o Google Slides, entre otros). *

1 2 3 4 5 6 7 8

Nada capaz Muy capaz

Capaz de crear contenido utilizando la tecnología como por ejemplo: mapas mentales, podcast, carteles, códigos QR, cómics *

1 2 3 4 5 6 7 8

No soy capaz Muy capaz

Buscar información a través de diferentes motores de búsqueda (ejemplo: Chrome, Explorer, Firefox) y seleccionar la más adecuada para realizar una presentación *

1 2 3 4 5 6 7 8

No soy capaz Muy capaz

Editar imágenes, grabar y montar vídeos y compartirlos en línea *

1 2 3 4 5 6 7 8

No soy capaz Muy capaz

Dimensión 4 :Diseñador innovador

Me siento capaz de:

Utilizar la tecnología para resolver un reto o diseñar un proyecto *

	1	2	3	4	5	6	7	8	
No soy capaz	<input type="radio"/>	Muy capaz							

Crear contenidos virtuales en 3D utilizando la tecnología (ejemplo: objetos en 3D) *

	1	2	3	4	5	6	7	8	
No soy capaz	<input type="radio"/>	Muy capaz							

Hacer un uso creativo de la tecnología y elaborar trabajos originales *

	1	2	3	4	5	6	7	8	
No soy capaz	<input type="radio"/>	Muy capaz							

Utilizar una impresora 3D, robots, Diseños 3D, para desarrollar una idea que tengo *

	1	2	3	4	5	6	7	8	
No soy capaz	<input type="radio"/>	Muy capaz							

Dimensión 5 : Pensador computacional

Me siento capaz de:

Crear y programar un videojuego (ej: Scratch) *

	1	2	3	4	5	6	7	8	
No soy capaz	<input type="radio"/>	Muy capaz							

Dividir un problema en partes para resolverlo *

	1	2	3	4	5	6	7	8	
No soy capaz	<input type="radio"/>	Muy capaz							

Diseñar y crear una escena con objetos 3D incluyendo diálogos entre los personajes *

	1	2	3	4	5	6	7	8	
No soy capaz	<input type="radio"/>	Muy capaz							

Crear una aplicación para repasar contenidos trabajados en clase. *

	1	2	3	4	5	6	7	8	
No soy capaz	<input type="radio"/>	Muy capaz							

Dimensión 6 :Comunicador creativo

Me siento capaz de:

Colaborar y comunicarme virtualmente usando documentos compartidos, Google *
Docs, wikis, etc

	1	2	3	4	5	6	7	8	
No soy capaz	<input type="radio"/>	Muy capaz							

Comunicarme y aprender con otros compañeros u clases utilizando la *
videoconferencia

	1	2	3	4	5	6	7	8	
No soy capaz	<input type="radio"/>	Muy capaz							

Crear contenidos digitales para presentar mis ideas o soluciones a problemas, *
puedo incluir texto, imágenes, audio y / o video

	1	2	3	4	5	6	7	8	
No soy capaz	<input type="radio"/>	Muy capaz							

Utilizar aplicaciones para compartir documentos en línea con mis compañeros *

	1	2	3	4	5	6	7	8	
No soy capaz	<input type="radio"/>	Muy capaz							

Dimensión 7 :Colaborador global

Me siento capaz de:

Entender los beneficios de comunicarme y colaborar para aprender con estudiantes de otras culturas utilizando las herramientas digitales *

1 2 3 4 5 6 7 8

No soy capaz Muy capaz

Utilizar la tecnología para compartir contenido de forma online y trabajar con otros estudiantes *

1 2 3 4 5 6 7 8

No soy capaz Muy capaz

Participar en trabajos en línea cargando contenido, fotos, audio o video *

1 2 3 4 5 6 7 8

No soy capaz Muy capaz

Seguir el trabajo y las reflexiones de los compañeros que tienen un portfolio de trabajo *

1 2 3 4 5 6 7 8

No soy capaz Muy capaz



ANEXO 5: INSTRUMENTO IMMS



Cuestionario de valoración de la experiencia

El cuestionario que presentamos a continuación forma parte de un proyecto de investigación que tiene como finalidad conocer acerca de la experiencia realizada por los estudiantes de 5º y 6º de educación primaria. Tu opinión es muy importante y te pedimos respuestas con sinceridad y confianza, nadie sabrá lo que contestaste porque no tienes que escribir tu nombre.

Si no entiendes alguna pregunta, pide a la persona encargada que te la explique

¡Muchas gracias por tu colaboración!

* Indica que la pregunta es obligatoria

Curso *

5º de primaria

6º de primaria

Eres *

Chico

Chica

INSTRUCCIONES

- Las preguntas tienen una escala que va del 1 al 5, marca el recuadro que consideres oportuno siendo:

1 Estoy TOTALMENTE EN DESACUERDO

5 Estoy TOTALMENTE DE ACUERDO

- Para avanzar en el cuestionario, debes hacer clic en el botón "SIGUIENTE"

- Es MUY IMPORTANTE que cuando acabes hagas clic en el botón 'ENVIAR' para que se guarden tus respuestas.

¡ MUCHO ÁNIMO Y ADELANTE!

Cuando empecé la lección tuve la impresión de que sería fácil para mí *

1 2 3 4 5

Estoy totalmente en desacuerdo Totalmente de acuerdo

Había algo interesante al comienzo de esta lección con RV que llamó la atención *

1 2 3 4 5

Estoy totalmente en desacuerdo Totalmente de acuerdo

Este material me resulta más difícil de entender de lo que me hubiera gustado *

1 2 3 4 5

Estoy totalmente en desacuerdo Totalmente de acuerdo

Después de una introducción, tenía claro lo que iba a aprender en esta lección *

1 2 3 4 5

Estoy totalmente en desacuerdo Totalmente de acuerdo

Completar los ejercicios de esta lección me dio una sensación satisfactoria de haberlo logrado *

1 2 3 4 5

Estoy totalmente en desacuerdo Totalmente de acuerdo

Para mí está claro como el contenido de este material está relacionado con cosas que ya sabía *

1 2 3 4 5

Estoy totalmente en desacuerdo Totalmente de acuerdo

La información que estaba explorando era tan amplia que me resultaba difícil recordar los puntos importantes *

1 2 3 4 5

Estoy totalmente en desacuerdo Totalmente de acuerdo

La tecnología de RV me llama la atención *

1 2 3 4 5

Estoy totalmente en desacuerdo Totalmente de acuerdo

Había imágenes, vídeos y textos que me mostraron cómo este material podría ser importante para algunas personas *

1 2 3 4 5

Estoy totalmente en desacuerdo Totalmente de acuerdo

Completar esta lección con éxito era importante para mí *

1 2 3 4 5

Estoy totalmente en desacuerdo Totalmente de acuerdo

La calidad del material me ayudó a mantener la atención *

1 2 3 4 5

Estoy totalmente en desacuerdo Totalmente de acuerdo

El material era tan abstracto que era difícil mantener mi atención en él *

1 2 3 4 5

Estoy totalmente en desacuerdo Totalmente de acuerdo

Mientras trabajaba en esta lección, estaba seguro de que podía aprender el contenido *

1 2 3 4 5

Estoy totalmente en desacuerdo Totalmente de acuerdo

He disfrutado tanto de esta lección que gustaría saber más sobre el tema *

1 2 3 4 5

Estoy totalmente en desacuerdo Totalmente de acuerdo

Las imágenes, vídeos y textos de esta lección son poco atractivos *

1 2 3 4 5

Estoy totalmente en desacuerdo Totalmente de acuerdo

El contenido de este material es relevante para mis intereses *

1 2 3 4 5

Estoy totalmente en desacuerdo Totalmente de acuerdo

La forma de organizar la información usando esta tecnología me ayudó a mantener la atención *

1 2 3 4 5

Estoy totalmente en desacuerdo Totalmente de acuerdo

Hay explicaciones o ejemplos de cómo la gente usa el conocimiento de esta lección *

1 2 3 4 5

Estoy totalmente en desacuerdo Totalmente de acuerdo

Las actividades de esta lección era muy difíciles *

1 2 3 4 5

Estoy totalmente en desacuerdo Totalmente de acuerdo

Esta lección tiene cosas que estimularon mi curiosidad *

1 2 3 4 5

Estoy totalmente en desacuerdo Totalmente de acuerdo

Me gustó mucho estudiar esta lección con RV *

	1	2	3	4	5	
Estoy totalmente en desacuerdo	<input type="radio"/>	Totalmente de acuerdo				

La repetición de algunas actividades me aburre *

	1	2	3	4	5	
Estoy totalmente en desacuerdo	<input type="radio"/>	Totalmente de acuerdo				

El contenido y las actividades con RV transmiten la impresión de que vale la pena conocer los contenidos de la lección *

	1	2	3	4	5	
Estoy totalmente en desacuerdo	<input type="radio"/>	Totalmente de acuerdo				

He aprendido cosas de la RV que fueron nuevas y sorprendentes *

	1	2	3	4	5	
Estoy totalmente en desacuerdo	<input type="radio"/>	Totalmente de acuerdo				

Después de trabajar esta lección me siento seguro de que sería capaz de aprobar *
un examen sobre el tema

1 2 3 4 5

Estoy totalmente en desacuerdo Totalmente de acuerdo

Esta lección no fue relevante para mis necesidades porque ya sabía la mayoría de *
las cosas

1 2 3 4 5

Estoy totalmente en desacuerdo Totalmente de acuerdo

Después de completar las actividades de esta lección me sentí recompensado *
por mi esfuerzo

1 2 3 4 5

Estoy totalmente en desacuerdo Totalmente de acuerdo

La variedad de actividades me ayudó a mantener mi atención en la lección *

1 2 3 4 5

Estoy totalmente en desacuerdo Totalmente de acuerdo

El material es aburrido *

	1	2	3	4	5	
Estoy totalmente en desacuerdo	<input type="radio"/>	Totalmente de acuerdo				

Podría relacionar el contenido de esta lección con las cosas que he visto, hecho o *
pensado anteriormente

	1	2	3	4	5	
Estoy totalmente en desacuerdo	<input type="radio"/>	Totalmente de acuerdo				

Hay tanto contenido que es irritante *

	1	2	3	4	5	
Estoy totalmente en desacuerdo	<input type="radio"/>	Totalmente de acuerdo				

Me sentía bien para completar con éxito esta lección *

	1	2	3	4	5	
Estoy totalmente en desacuerdo	<input type="radio"/>	Totalmente de acuerdo				

El contenido de esta lección será útil para mí *

	1	2	3	4	5	
Estoy totalmente en desacuerdo	<input type="radio"/>	Totalmente de acuerdo				

En realidad, no pude entender nada en esta lección *

	1	2	3	4	5	
Estoy totalmente en desacuerdo	<input type="radio"/>	Totalmente de acuerdo				

La buena organización de la lección con RV me ayudó a estar seguro de que iba a aprender el contenido *

	1	2	3	4	5	
Estoy totalmente en desacuerdo	<input type="radio"/>	Totalmente de acuerdo				

Ha sido un placer trabajar en esta lección tan bien diseñada con RV *

	1	2	3	4	5	
Estoy totalmente en desacuerdo	<input type="radio"/>	Totalmente de acuerdo				

ANEXO 6: ENTREVISTA DOCENTES

Proceso

1. Explicar el propósito de realizar la entrevista
2. Pedir permiso para grabar con voz
3. Explicitar la confidencialidad y anonimato de la información recabada
4. Agradecer la participación

Guía

Hola a todos, hoy nos reunimos en el marco del proyecto de investigación “Análisis del uso pedagógico de la programación en un entorno de realidad virtual para el desarrollo de las competencias STEAM en educación primaria” en el que estáis participando, para conocer vuestras ideas acerca del mismo. Las respuestas que nos proporcionéis serán anónimas, en ningún caso se identificará que dijo cada participante y únicamente se emplearán con fines académicos. La sesión será grabada por motivos de investigación.

Agradeceros de antemano vuestra colaboración y vuestro tiempo.

Preguntas para la entrevista con los profesores:

1. ¿Consideráis que este entorno de RV tiene posibilidades educativas?
2. ¿Qué ventajas y oportunidades proporciona la integración de la programación en un entorno de realidad virtual?
3. ¿Cuáles son los desafíos de integrar la RV en educación?
4. ¿Un entorno de estas características, puede resultar motivador para el estudiante?
5. ¿Creéis que les resulta fácil de usar?
6. ¿Consideráis que este entorno puede contribuir al desarrollo de las competencias STEAM en el alumnado de primaria?

ANEXO 7: INDICACIONES AL ALUMNADO PARA INICIAR LA PROPUESTA DIDÁCTICA DE LOS ECOSISTEMAS



Eres un/a investigador/a que viaja alrededor del mundo para analizar diferentes tipos de ecosistemas

TU MISIÓN

Investigar las características del ecosistema que elijas, qué plantas y animales viven en él y cómo interactúan entre sí (en otras palabras, ¡quién come a quién!)

PASOS A SEGUIR

- 1.- Con tu grupo investiga el ecosistema que habéis elegido.
- 2.- A continuación, y de manera individual, completa tu cuaderno de aprendizaje que encontrarás en Seesaw para incluir toda la información que vas recogiendo sobre el ecosistema.
3. Una vez que hayas recopilado toda la información, comienza a crear tu ecosistema en realidad virtual con Cospaces.
- 4.- Comprueba la lista con las características que tiene que tener el ecosistema en Cospaces, la encontrarás en Seesaw.
- 5.- Revisa los criterios de evaluación del proyecto que encontrarás en el Diario de Seesaw.



¡Adelante exploradores!

ANEXO 8: ACTIVIDADES EN SEESAW DE LA PRIMERA PROPUESTA DIDÁCTICA

Activity 1: Describe the ecosystem

Describe the ecosystem and include at least 3 interesting facts

STEPS:

Click on **Add Response** to start

Click on  to add a file and upload an image of your ecosystem.

Click on the  option and then on **T** to add at least 3 interesting facts that describe the ecosystem.

Click on  to submit your work.

In response to: Activity 1: Describe the ecosystem



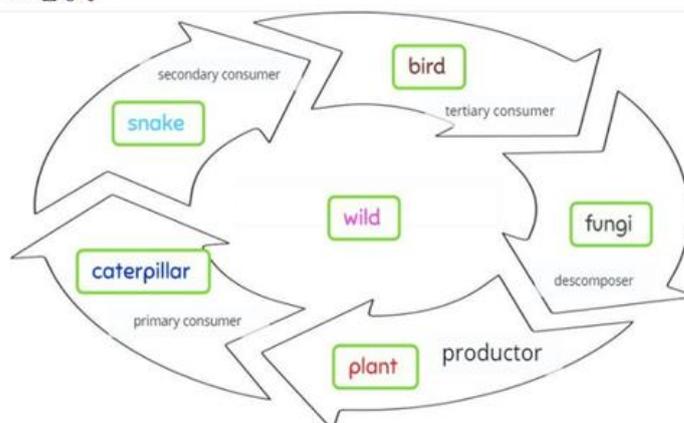
Activity 4: Who eats whom? 🐱🐶🐻

Give an example of the food chain and explain who is a producer, consumer, or decomposer.

STEPS:

1. Click on **T** and write the name of your ecosystem in the center of the image.
2. Click on **T** and choose the animal emojis from your ecosystem,   , then place them in the correct order of the food chain.
3. Use the **T** tags to indicate if they are producers, consumers, or decomposers.
4. Click on  to submit your work.

In response to: Activity 4: Who eats whom? 🐱🐶🐻



ANEXO 9: ACTIVIDADES EN SEESAW DE LA SEGUNDA PROPUESTA DIDÁCTICA



Activity 2: Spanish Constitution

Investigate our rights and responsibilities

STEPS:

1. Click **T** and write at least 4 rights and 4 responsibilities.
2. Click to submit your work.



Activity 3: Rights and Responsibilities

With your classmates choose one of the rights or responsibilities to work together

Read your right or responsibility and try to understand its meaning. Write the aspects that you consider most important of it.

Example:

The right to education It's important because..... thanks to knowledge we can build a better world

STEPS:

1. Click **T** nd write at least 4 rights or responsibilities that you consider important and why.
2. Click to submit your work.

THE EDUCATION IS IMPORTANT BECAUSE	BECAUSE YOUR EXPRESS FOR HAVE ONE WORK IN THE LIVE
THEY HAVE FOOD AND SALTED IS IMPORTANT BECAUSE	BECAUSE NEED ONE SALUDABLE AND NUTRUIDO
THEY HAVE TRAVELLED AND LIVE IS IMPORTANT BECAUSE	BECAUSE CANT LIVE IN ONN WORDL THAT YOU IS DANGERED
THEY HAVE EXPRES OUR OPINIONS IS IMPORTANT BECAUSE	BECAUSE YOU EXPRESS OUR OPINIONS

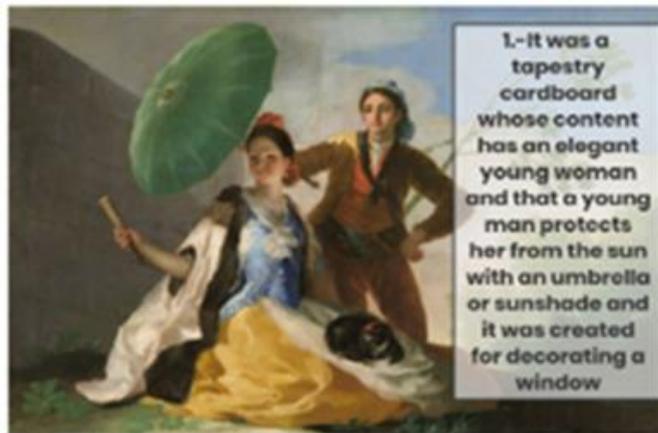
ANEXO 10: ACTIVIDADES EN SEESAW DE LA TERCERA PROPUESTA DIDÁCTICA



Art Exploration: Francisco de Goya

Explore the work of painter Francisco Goya.

1. Tap  to visit the Prado Museum.
2. Select four artwork, find some information about these paintings
3. Take a screenshot of your final artwork and upload to 
4. Add 
5. Tap 
6. Tap  to write about Goya's art.
7. Tap  to submit.



The prairie of San Isidro (1788) is a sketch of Francisco de Goya, painted for a series of tapestry tapestries for the decoration of the bedroom of the infantas of the Palace of El Pardo. With the death of Carlos III the whole project was unfinished, and the picture, planned to measure seven and a half meters in length, was a thorough note. The sketch became property of the Dukes of Osuna until 1896.